



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

**ALAN VICTOR CIRINO**

**O USO DE FEROMÔNIOS NO CONTROLE DE INSETOS-PRAGA NO  
BRASIL**

Assis

2012

ALAN VICTOR CIRINO

O USO DE FEROMÔNIOS NO CONTROLE DE INSETOS-PRAGA NO  
BRASIL

Trabalho de conclusão de curso de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação

Orientador (a): Dr<sup>a</sup> Mary Leiva de Faria

Área de Concentração: Química

Assis

2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

CIRINO, Alan Victor

O uso de Feromônios no Controle de Insetos-Praga no Brasil /Alan Victor Cirno. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA - - Assis, 2012.

67p.

Orientador: Mary Leiva de Faria.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Feromônio. 2.Inseto-Praga.

CDD:660  
Biblioteca da FEMA

# O uso de Feromônios no Controle de Insetos-Praga no Brasil

ALAN VICTOR CIRINO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: Dr<sup>a</sup> Mary Leiva de Faria

Analisador: Dr<sup>a</sup>. Silvia Maria Batista de Souza

Assis

2012

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela minha fé, esperança e crença, as quais sempre estiveram presentes em minha formação, impulsionando meus estudos e minha vida.

Agradeço minha querida orientadora, Mary Leiva de Faria, que desde sempre me mostrou que devemos lutar pelos nossos sonhos, e que nunca devemos desistir diante das dificuldades. Pessoa dedicada a sua profissão, ela sempre esteve disposta a dar colaborações imprescindíveis a este trabalho, me ensinando, antes de tudo, a compreender. Indicando as possibilidades para a construção de uma pesquisa melhor, ela me inspirou e me deu forças para concluir este trabalho. Atendendo-me sempre que necessitei e, ainda, dando impulsos necessários para que eu progredisse, posso dizer que tive sorte por tê-la como orientadora. A você Mary, muito obrigada!

Agradeço também aos meus pais, pois sempre foram para mim motivo de inspiração e amor. Eles foram peças importantes para a conclusão deste trabalho.

Agradeço a Tatiane Aparecida de Souza, que durante estes anos esteve presente em minha vida, o qual com amor, compreensão e carinho me incentivou nesta caminhada.

A todos os meus amigos que, com uma palavra de estímulo ou com comentários construtivos, me impulsionaram nesta caminhada.

## RESUMO

Este trabalho descreve o uso de feromônios como meio de controle biológico em vários tipos de culturas brasileiras, tendo em foco o desenvolvimento sustentável. Isto porque o uso indiscriminado de agrotóxicos, além de causar danos ao meio ambiente e organismos não-alvos, tem levado ao desenvolvimento de resistência dos insetos aos princípios ativos dos agrotóxicos, ao ressurgimento de determinadas pragas em níveis mais altos do que os existentes anteriormente, além do surgimento de pragas secundárias. Sendo os feromônios substâncias naturais que regulam comportamentos essenciais para a sobrevivência da espécie, seria muito pouco provável que houvesse resistência a estes compostos naturais por parte dos insetos, como se observa com os agrotóxicos tradicionais. Os feromônios que têm sido mais estudados até o presente momento são os sexuais e de agregação, já que apresentam maiores perspectivas de emprego no controle de insetos-praga, diminuindo assim, as subseqüentes infecções larvais. Este trabalho tem o objetivo de descrever os feromônios empregados no controle sustentável de insetos-praga em algumas das principais culturas do agronegócio brasileiro, enfatizando os feromônios identificados. Os métodos usados para extração e isolamento do feromônio são dois: extração por aeração e por solvente. O método mais usado é a extração por solvente, pois é mais prático e requer um tempo menor para extração do material. Após a extração é necessário identificá-los e para isso utiliza-se cromatografia acoplada à espectrometria de massas. Na prática os métodos mais usados são: cromatografia gasosa acoplada à eletroantenografia, que consiste num sistema de detector eletroantegráfico onde a antena do inseto é usada como detector biológico. Através do extrato bruto determina-se com exatidão os compostos que exercem efeito biológico sobre o inseto. Após o conhecimento do composto a ser estudado, inicia a etapa de elucidação estrutural. A cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas é um método em que o feromônio vai sofrer fragmentação, fornecendo o seu peso molecular e informações sobre a sua estrutura. Os fragmentos são registrados no espectrômetro de massas para então proceder a identificação da estrutura do feromônio. O Brasil é um país com uma diversidade muito grande de culturas e desde a década de 90 o uso de diversos tipos de feromônios no manejo integrado de pragas tem sido efetivo, contribuindo para o progresso dos programas de monitoramento e controle de insetos com feromônio. Contudo, o que realmente se deve salientar é que o progresso desse estudo toma um rumo de uma importante magnitude, pois o desenvolvimento sustentável é o principal foco juntamente com a saúde e o meio ambiente. Neste contexto, em um futuro próximo apenas o controle biológico será o suficiente para o domínio total dos insetos e não mais os inseticidas, demonstrando mais uma vez que o estudo das ciências químicas, físicas e biológicas tem um papel fundamental para o desenvolvimento do ser humano como profissional e como cidadão.

**Palavras-chave:** Feromônio; Desenvolvimento sustentável; Manejo Integrado de Pragas.

## ABSTRACT

This paper describes the use of pheromones as a means of biological control in various types of Brazilian cultures, focusing on sustainable development. This is because the indiscriminate use of pesticides, as well as causing damage to the environment and non-target organisms, has led to the development of insect resistance to the active ingredients of pesticides, resurgence of certain pests at higher levels than those previously existing, beyond the emergence of secondary pests. Natural pheromones are substances that regulate behavior essential for survival of the species, would be very unlikely that there would be resistance to these natural compounds by insects, as observed with traditional pesticides. The pheromones that have been most studied so far are the sexual and aggregation, since they have greater job prospects in the control of insect pests, thereby reducing the subsequent larval infections. This paper aims to describe the pheromones used in sustainable control of insect pests in some major crops of Brazilian agribusiness, emphasizing pheromones identified. The methods used for extraction and isolation of the pheromone are two: aeration and extraction solvent. The most commonly used method is solvent extraction because it is more convenient and requires less time to extract the material. After extraction is necessary to identify them and it uses chromatography coupled to mass spectrometry. In practice the most frequently used methods are: gas chromatography electroantennography which consists of a detector system eletroantennográfico where the insect antenna is used as a biological sensor. Through the crude extract determined the exact compounds that exert biological effects on the insect. After the knowledge of the compound being studied, starting the step of structure elucidation. Gas chromatography coupled to mass spectrometry is a method in which the pheromone will undergo fragmentation, providing their molecular weight and structure information. The fragments are recorded in the mass spectrometer then proceed to the identification of the structure of the pheromone. Brazil is a country with a great diversity of cultures and since the 90's the use of several types of pheromones in integrated pest management has been effective, contributing to the progress of programs for monitoring and control of insect pheromone. However, what really should point out is that the progress of a course of study takes an important magnitude, because sustainable development is the main focus along with health and the environment. In this context, in the near future only biological control will be enough for the total control of insects and no more insecticides, demonstrating once again that the study of the chemical sciences, physics and biology plays a key role in the development of human as a professional and as a citizen.

**Keywords:** Pheromone; Sustainable Development; Integrated Pest Management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Estrutura da <i>p</i> -benzoquinona.....	16
Figura 2 -	Estrutura do $\alpha$ -farneseno.....	16
Figura 3 -	Estrutura do isotiocianato de alila.....	16
Figura 4 -	Feromônio de Agregação emitido pelo besouro <i>Rhyzopertha dominica</i> .....	17
Figura 5 -	Estrutura do (3E, 8Z, 11Z)-tetradecatrienila.....	18
Figura 6 -	Estrutura do Acetato de Isoamila.....	18
Figura 7 -	Marcação de trilha por formigas.....	18
Figura 8 -	Estrutura do 4-metilpirrol-2-carboxilato de metila.....	19
Figura 9 -	Mariposa <i>Bombyx. mori</i> L .....	20
Figura 10 -	Estrutura do bombicol, primeiro feromônio sexual isolado de inseto.....	20
Figura 11 -	Sistema de aeração.....	22
Figura 12 -	Concentração dos extratos: A (Mangueira por onde passa o fluxo de N <sub>2</sub> ou Ar), B (Extrato a ser concentrado) e C (Frasco de referência) .....	24
Figura 13 -	Esquema básico de um sistema de CG-EAD .....	26
Figura 14 -	Espectros de massas: A (IE) e B (IQ) do feromônio sexual de <i>H. occidentalis</i> .....	28
Figura 15 -	Estrutura da 6-Metil-3-nonanona.....	28
Figura 16 -	Fragmentações propostas por IE para a 6-metil-3-nonanona .....	29
Figura 17 -	Estrutura da molécula do feromônio do bicho mineiro 5,9-dimetilpentadecano.....	32
Figura 18 A -	Bicho mineiro em estágio larval.....	32
Figura 18 B -	Bicho mineiro em estágio adulto.....	32
Figura 19 A -	Folha do cafeeiro no início da praga.....	33
Figura 19 B -	folha do cafeeiro em estágio avançado da praga.....	33
Figura 20 -	Caule afetado pela praga da broca do caule do mamoeiro.....	34
Figura 21 -	Estrutura dos feromônios grandisal e grandisol .....	35

Figura 22 A -	Mariposa <i>Grapholita molesta</i> em estágio larval .....	36
Figura 22 B -	<i>Grapholita molesta</i> em estágio adulto .....	36
Figura 23 -	Estrutura do feromônio cis-8-dodecenilacetato .....	36
Figura 24 A -	Estágio larval do moleque da banana .....	37
Figura 24 B -	Danos provocados pela praga do moleque da banana.....	37
Figura 25 -	Estrutura do feromônio sordidina, 1-etil-3,5,7-trimetil-2,8-dioxa- biciclo[3.2.1]octano .....	38
Figura 26 -	Cana atacada pela praga <i>Sphenophorus levis</i> .....	39
Figura 27 -	Estrutura do feromônio 2-metiloctan-4-ol.....	40
Figura 28 -	Mariposa <i>grapholita molesta</i> adulta.....	41
Figura 29 -	Estruturas do feromônio: a) Acetato de (Z)-8-dodecadienila (Z8- 12Ac), e os componentes secundários b) Acetato de (E)-8- dodecadienila (E8-12Ac) e c) (Z)-8-Dodecen-1-ol (Z8-12OH) .....	41
Figura 30 -	Danos causados pela praga no fruto .....	42
Figura 31 -	Estrutura do feromônio sexual da fêmea da tuta absoluta .....	43
Figura 32 A -	Inseto lagarta-das-fruteiras em estágio larval .....	43
Figura 32 B -	Estágio adulto da lagarta-das-fruteiras .....	43
Figura 33 A -	Inseto Broca-do-olho-do-coqueiro em estágio larval .....	45
Figura 33 B -	Inseto Broca-do-olho-do-coqueiro em estágio adulto .....	45
Figura 34 -	Estrutura do feromônio rincoforol .....	45
Figura 35 A -	Inseto traça-das-crucíferas em estágio larval .....	46
Figura 35 B -	Inseto adulto da traça-das-crucíferas .....	46
Figura 36 -	Estruturas do feromônio sexual do percevejo .....	47
Figura 37 -	Estrutura dos feromônios serricornina-1- serricorona-2- serricorola-3 .....	49
Figura 38 -	Estruturas dos feromônios estegobinona-4-, estegobiol-5.....	49
Figura 39 -	Estrutura dos feromônios dominicalure 1 (6) e dominicalure 2 (7)	50
Figura 40 -	Estrutura do feromônio (R, E)-2,4,5-tetradecatrienoato de metila	51
Figura 41 -	Feromônio de alarme da <i>Appis mellifera</i> , o acetato de isoamila ..	53
Figura 42 -	Feromônio da <i>Appis mellifera</i> que atrofia o sexo das operárias ..	54
Figura 43 -	Estrutura do geraniol, feromônio de trilha da <i>Appis mellifera</i> .....	54

Figura 44 A - Feromônio de trilha das formigas de jardim .....	55
Figura 44 B - Feromônio de alarme da formiga ao pressentir perigo de morte .	55

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>COMUNICAÇÃO QUÍMICA ENTRE OS INSETOS.....</b>	<b>15</b>
2.1	ALELOQUÍMICOS.....	15
2.2	FEROMÔNIOS.....	17
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA GERAIS EMPREGADOS NO ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO ESTRUTURAL DE FEROMÔNIOS DE INSETOS.....</b>	<b>20</b>
3.1	AERAÇÃO.....	21
3.2	EXTRAÇÃO POR SOLVENTE.....	23
3.3	CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA A ELETROANTENOGRRAFIA.....	25
3.4	CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSAS (CG-EM).....	27
<b>4.</b>	<b>UTILIZAÇÃO DE FEROMÔNIOS NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS EM CULTURAS BRASILEIRAS.....</b>	<b>30</b>
4.1	MONITORAMENTO.....	30
4.2	COLETA EM MASSA.....	31
4.3	CONFUSÃO SEXUAL.....	31
4.4	EMPREGO DO FEROMÔNIO NO CONTROLE DE PRAGAS .....	31
4.4.1	Controle de Pragas em Cultura do Café.....	32
4.4.2	Controle de Pragas em Cultura de Mamão.....	33
4.4.3	Controle de Pragas em Cultura de Maçã.....	35
4.4.4	Controle de Pragas em Cultura de Banana.....	37

4.4.5	Controle de Pragas em Cultura de Cana de Açúcar.....	38
4.4.6	Controle de Pragas em Cultura de Pessego.....	40
4.4.7	Controle de Pragas em Cultura de Tomate.....	42
4.4.8	Controle de Pragas em Cultura de Caqui.....	43
4.4.9	Controle de Pragas em Cultura de Côco.....	44
4. 4.10	Controle de Pragas em Cultura de Repolho.....	46
4. 4.11	Controle de Pragas em Cultura de Soja.....	47
4. 4.12	Controle de Pragas em Produtos Armazenados.....	48
4.4.12.1	Lasioderma Serricorne (Coleoptera: Anobiidae).....	48
4.4.12.2	Stegobium Paniceum (Coleoptera: Anobiidae).....	49
4.4.12.3	Rhizopherta Dominica (Coleoptera: Bostrichidae).....	50
4.4.12.4	Acanthoscelides Obtectus (Coleoptera: Bruchidae).....	50
5.	<b>FEROMÔNIO NO ENSINO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS E PROPRIEDADES FÍSICAS DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS.....</b>	<b>52</b>
6.	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o primórdio das civilizações o homem usufruiu da agricultura de maneira a extrair tudo que lhe é útil, principalmente como fonte de alimento. Devido à disputa com os insetos nocivos aos meios de cultura, no que diz respeito à alimentação, o homem passou a utilizar inseticidas sintéticos como principal grupo de compostos químicos responsáveis pelo controle destes na agricultura (FREITAS, 2009).

Inicialmente o uso de agrotóxicos foi à alternativa mais eficaz no controle de insetos-praga, porém, seu uso sem controle acabou transformando o que era um poderoso aliado em um grande agente de risco. Isto porque seu uso indiscriminado, além de causar danos ao meio ambiente e organismos não alvos, tem levado ao desenvolvimento de resistência dos insetos aos princípios ativos dos agrotóxicos, ao ressurgimento de determinadas pragas em níveis mais altos do que os existentes anteriormente, além do surgimento de pragas secundárias (MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005; TIBONI, 2007).

Tendo como foco o desenvolvimento sustentável, a solução mais eficaz para o combate aos insetos seria o desenvolvimento de agentes com alta especificidade que tivessem como alvo apenas as espécies nocivas, não permitindo o desenvolvimento de resistência e não colocando em risco o meio ambiente e a saúde dos homens e animais (FREITAS, 2009).

Neste contexto, os feromônios ocupam lugar de destaque, pois sendo substâncias naturais que regulam comportamentos essenciais para a sobrevivência da espécie, seria muito pouco provável que houvesse resistência a estes compostos naturais por parte dos insetos, como se observa com os agrotóxicos tradicionais. Outro fator importante é que a possibilidade de haver danos ambientais estaria totalmente descartada (FREITAS, 2009; TIBONI, 2007).

A palavra feromônio (*pherein* = transferir e *horman* = excitar) foi criada em 1959 e definida como um sinal químico de ação intra-específica, ou seja, emissor e receptor

são da mesma espécie (BARALDI e CORRÊA, 2004; ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Os feromônios podem agir na atração de indivíduos do sexo oposto para acasalamento, sendo denominados de feromônios sexuais; na agregação de indivíduos de ambos os sexos em determinado local, geralmente com o objetivo de indicar presença de alimento, através do feromônio de agregação; na formação de trilha, comportamento comum em formigas, através de feromônios de trilha; no alarme, transmitindo uma mensagem de perigo, entre outros (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009; NAVARRO et al., 2002).

De acordo com Tiboni (2007, p.3), “os feromônios sexuais e de agregação têm sido os mais estudados até o presente momento, uma vez que apresentam maiores perspectivas de emprego no controle de insetos-praga, diminuindo assim, as subseqüentes infecções larvais”.

Este trabalho tem o objetivo de descrever os feromônios empregados no controle sustentável de insetos-praga em algumas das principais culturas do agronegócio brasileiro, enfatizando os feromônios identificados.

## 2. COMUNICAÇÃO QUÍMICA ENTRE OS INSETOS

Uma das mais importantes relações ecológicas que os insetos exercem com o ambiente e com os outros organismos é a comunicação por meio de compostos químicos (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009). Esta comunicação química entre os insetos se dá por meio de sinais que ocorrem entre um emissor e um receptor. Em alguns casos confere vantagens somente para o organismo emissor e seu grupo; em outras, somente para os organismos receptores ou para ambos (MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005). A estes sinais foi dado o nome de semioquímicos (do grego *semeîon*, que significa sinal), sendo detectados em sensores normalmente nas antenas dos insetos. Desta forma, os semioquímicos (sinais químicos) são compostos utilizados na intermediação de relações entre os seres vivos (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009; TIBONI, 2007). Quando estes sinais ocorrem entre indivíduos da mesma espécie, ou seja, apresentam ação intraespecífica, o semioquímico é denominado feromônio. Porém, quando ocorrem entre indivíduos de espécies diferentes, ou seja, relação interespecífica, o semioquímico é denominado aleloquímico (MOREIRA; ZARBIN, CORACINI, 2005; ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

### 2.1 ALELOQUÍMICOS

Os aleloquímicos (do grego *allelon*, que significa “de um a outro”), cuja relação interespecífica é classificada de acordo com o ganho para o emissor e o receptor do aleloquímico, estão divididos em quatro grupos: alomônios, cairomônios, sinomônios e apneumônios (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009; FREITAS, 2009).

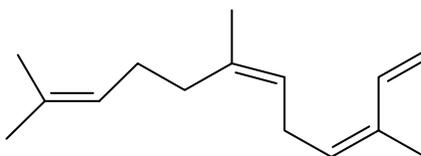
- **Alomônios** – (do grego *allos quer dizer “outro”*) são sinais químicos que beneficiam somente o emissor do sinal químico. Por exemplo, os cupins africanos das espécies *Odontotermes badius* e *O. stercorivorous* (Ispotera),

para se defender do ataque de predadores utilizam a *p*-benzoquinona (figura 1). (FREITAS, 2009; TIBONI, 2007).



**Figura 1 – Estrutura da *p*-benzoquinona (In: FREITAS, 2009, p. 30)**

- **Cairomônios** – (do grego *kairos*, “oportunista”) são sinais químicos que beneficiam somente a espécie receptora. O  $\alpha$ -farneseno (figura 2) presente no epicarpo da maçã, por exemplo, atrai e estimula a ovoposição de fêmeas adultas da mariposa *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) (FREITAS, 2009; TIBONI, 2007).



**Figura 2 – Estrutura do  $\alpha$ -farneseno (In: FREITAS, 2009, p. 30)**

- **Sinomônios** – (do grego *syn* “com” ou “juntamente”) são sinais químicos que beneficiam ambas as espécies, tanto a emissora quanto a receptora do sinal químico. O isotiocianato de alila (figura 3) é um constituinte volátil das crucíferas que atrai um parasitóide de afídios de crucíferas, o *Diaretiella rapae* (FREITAS, 2009; TIBONI, 2007).



**Figura 3 – Estrutura do isotiocianato de alila (In: FREITAS, 2009, p. 31)**

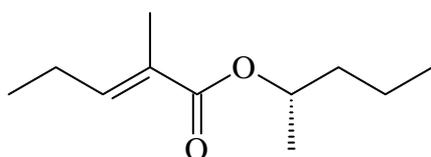
- **Apneumônios** – (do grego *a-pneum*, “sem vida”) são sinais alelo químicos liberados por material em decomposição e atraem parasitóides (emitidos por substâncias em decomposição no intuito de atrair parasitóides) (FERREIRA; CORRÊA, VIEIRA, 2001). “O parasitóide *Venturia canescens* (Ichneumonidae) é atraído pelo odor emanado da farinha de aveia, onde seu

hospedeiro *Plodia interpunctella* (Hueb., 1813) (Lepidoptera: Pyralidae) se encontra” (FREITAS, 2009, p. 31).

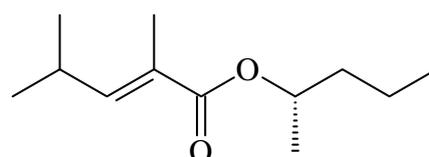
## 2.2 FEROMÔNIOS

Segundo ZARBIN e FERREIRA (1998), feromônios são substâncias secretadas pelo inseto que permitem a comunicação com outro inseto da mesma espécie por meio de uma linguagem intraespecífica adquirindo o receptor um comportamento fisiológico específico. O feromônio é classificado de acordo com o comportamento provocado por esse sinal químico em:

- **Feromônio de Agregação** – empregado quando os insetos encontram uma fonte de comida ou um novo lugar para fazer sua moradia, e assim emitem o feromônio para atrair os demais membros da espécie (FERREIRA E ZARBIN, 1998; NAVARRO et al., 2002). Um exemplo é o feromônio liberado pelo besouro *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae), a principal praga de pós colheita do trigo no Brasil, mas que também ataca arroz, cevada e aveia. O feromônio de agregação para ambos os sexos desta espécie é a mistura de componentes (E)-2-metil-2-pentenoato de 1-metilbutila e (E)-2,4-dimetil-2-pentenoato de 1-metilbutila (MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005; NAVARRO et al., 2002).



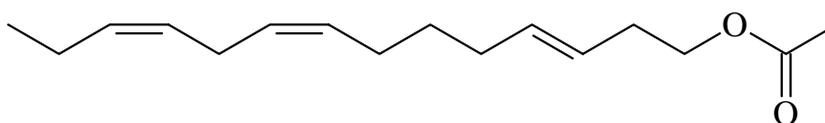
(E)-2-metil-2-pentenoato de 1-metilbutila



(E)-2,4-dimetil-2-pentenoato de 1-metilbutila

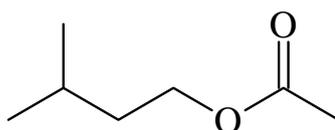
**Figura 4 – Feromônio de Agregação emitido pelo besouro *Rhyzopertha dominica* (In: MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005, p. 473)**

- **Feromônio Sexual** – são substâncias liberadas pela fêmea ou pelo macho para atrair o parceiro para a cópula e assim preservar a espécie, através da procriação. O principal componente do feromônio liberado pela fêmea da *Tuta absoluta* (Meirick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) é o (3E, 8Z, 11Z)-tetradecatrienila (figura 5) (FREITAS, 2009; FERREIRA e ZARBIN, 1998).



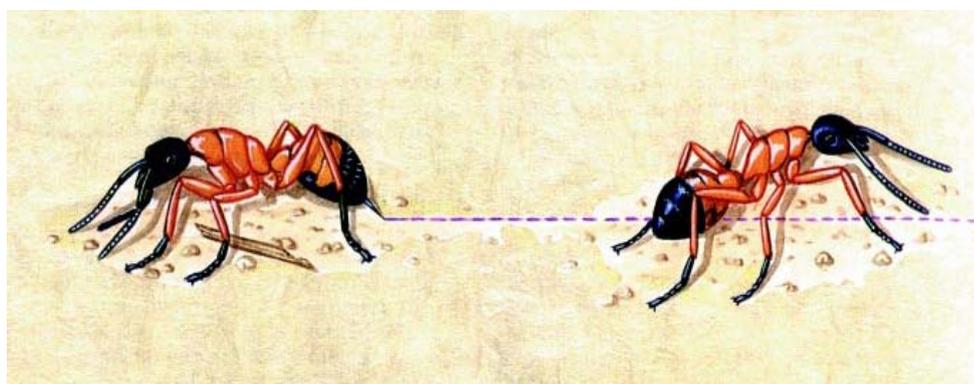
**Figura 5 – Estrutura do (3E, 8Z, 11Z)-tetradecatrienila (In: FREITAS, 2009, p. 33)**

- **Feromônio de Alarme** – são substâncias liberadas principalmente por insetos sociais, tais como formigas, abelhas, cupins, marimbondos etc., transmitindo uma mensagem de perigo ou avisando outros membros da colônia da presença de um inimigo (FREITAS, 2009; Navarro et al., 2002). Liberado por abelhas operárias em situação de perigo, o acetato de isoamila (figura 6) estimula as demais operárias da colônia, a adotarem mecanismo de defesa, passando a atacar o inimigo (FREITAS, 2009).



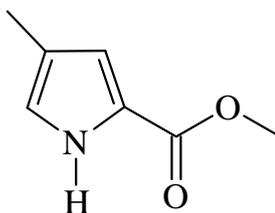
**Figura 6 – Estrutura do Acetato de Isoamila (In FREITAS, 2009, p. 33)**

- **Feromônio de Trilha** – é uma mistura de substâncias depositada sobre uma superfície por um primeiro indivíduo, para ser detectada por outros da mesma espécie, para indicar a fonte de alimento ou novo sítio de moradia onde a colônia deverá se estabelecer. O exemplo mais conhecido é da formiga que deposita um rastro químico que é reconhecido por outra da mesma espécie (figura 7) (FREITAS, 2009; FERREIRA e ZARBIN, 1998; NAVARRO et al., 2002).



**Figura 7 – Marcação de trilha por formigas (In: FERREIRA E ZARBIN, 1998, p. 3)**

A formiga *Atta texana* (Hymenoptera: Formicidae) produz como componente do seu feromônio de trilha, o 4-metilpirrol-2-carboxilato de metila (figura 8).



**Figura 8 – Estrutura do 4-metilpirrol-2-carboxilato de metila (In: FREITAS, 2009, p. 34)**

### 3. METODOLOGIAS GERAIS EMPREGADOS NO ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO ESTRUTURAL DE FEROMÔNIOS DE INSETOS

O primeiro feromônio de inseto a ser identificado e isolado foi o feromônio sexual liberado pela mariposa *Bombyx mori* (L.) (bicho da seda) (figura 9). Seu isolamento e identificação foram efetuados em 1959 pelo pesquisador alemão chamado Butenandt, sendo o resultado de mais de 20 anos de pesquisa (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999; FERREIRA e ZARBIN, 1998).



Figura 9 - Mariposa *Bombyx. mori* L. (In: FERREIRA e ZARBIN, 1998, p. 3)

A estrutura química atribuída ao feromônio sexual desta espécie é o (10E, 12Z)-hexadecadien-1-ol (figura 10), também conhecido como bombicol (FREITAS, 2009; FERREIRA e ZARBIN, 1998).

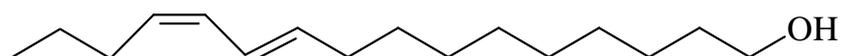


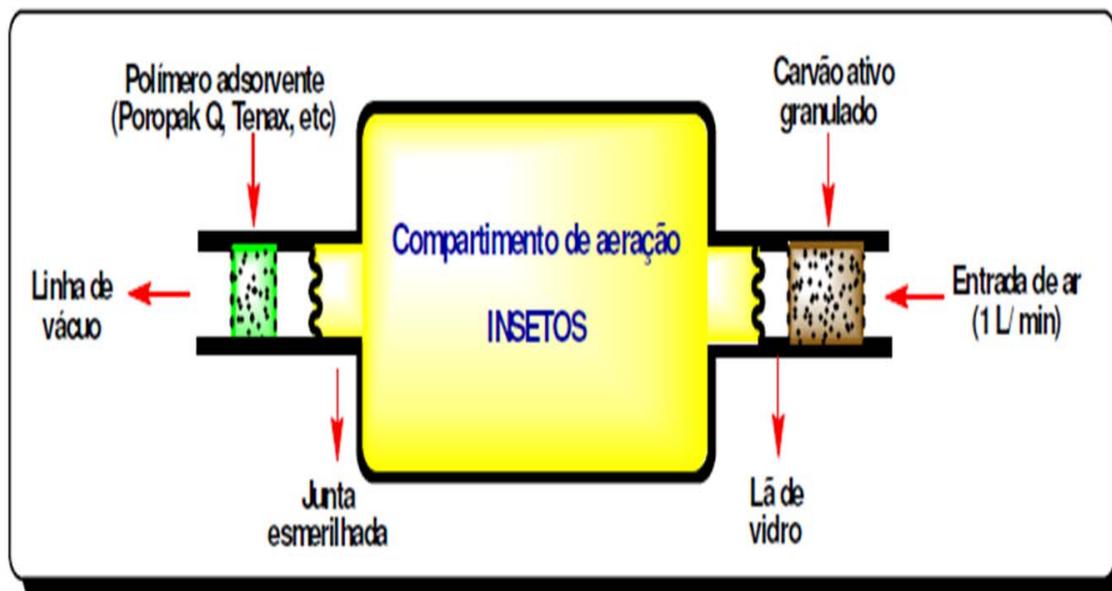
Figura 10 – Estrutura do bombicol, primeiro feromônio sexual isolado de inseto (In: FREITAS, 2009, P. 32)

Devido aos baixos recursos tecnológicos da época para identificar esse feromônio sexual, foi utilizado mais de 500 mil insetos no processo de extração. Hoje, com os avanços das técnicas físico-químicas de análise, em especial a espectroscopia de massa e da cromatografia gasosa, aliado ao alto grau de resolução e sensibilidade apresentado por estes equipamentos, os primeiros dados espectrais podem ser adquiridos, empregando-se um pequeno número de insetos no processo de extração. Os métodos utilizados para a extração e isolamento do feromônio são basicamente dois: a aeração e a extração com solvente.

### 3.1 AERAÇÃO

Pelo processo de aeração, todos os voláteis emitidos pelo inseto, o que inclui os feromônios são coletados. Os compostos emitidos são adsorvidos em polímeros especiais, como por exemplo, o Poparak Q (etilvinilbenzeno-divinilbenzeno; Supelco), o Tenax (óxido de 2,6-difenil-p-fenileno; Supelco), etc. e a dessorção é realizada utilizando solventes como o diclorometano, hexano e éter etílico, com um alto grau de pureza. A escolha por esses solventes é devido a sua volatilidade, pois estes evaporam, restando apenas o material coletado sem precisar aquecê-lo a alta temperatura. A coleta deve ser feita durante um período de 24 horas, visto que não se sabe qual a faixa do dia em que a produção de feromônio é mais efetiva. Para feromônio sexual esta extração é fácil quando se conhece o período de acasalamento do inseto. Já se o objetivo é obter feromônios de agregação, o melhor é promover a extração em intervalos variados (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999; FREITAS, 2009).

Os sistemas de aeração utilizados geralmente são de vidro como mostrado na figura 11.



**Figura 11- Sistema de aeração (In: FREITAS, 2009, p. 35)**

“Na entrada do sistema é adaptada uma coluna contendo carvão ativado, para que o ar seja pré-filtrado. A um fluxo de aproximadamente 1L/min, os voláteis são arrastados até a extremidade oposta e, então, adsorvidos no polímero” (FERREIRA; ZARBIN; LEAL, 1999, p. 264). Recomenda-se o uso de diferentes tipos de polímeros inicialmente, para uma posterior comparação dos resultados obtidos, indicando o melhor sistema a ser utilizado. Após 24 horas, o vácuo é interrompido e a coluna com os materiais adsorvidos é desconectada do sistema (FREITAS, 2009; FERREIRA; ZARBIN; LEAL, 1999).

O processo de dessorção dos voláteis deve ser feito com pequena quantidade de solvente (~2,5mL), visto que com este procedimento diminui o grau de impurezas, já que o volume do extrato será extremamente reduzido (FERREIRA; ZARBIN; LEAL, 1999).

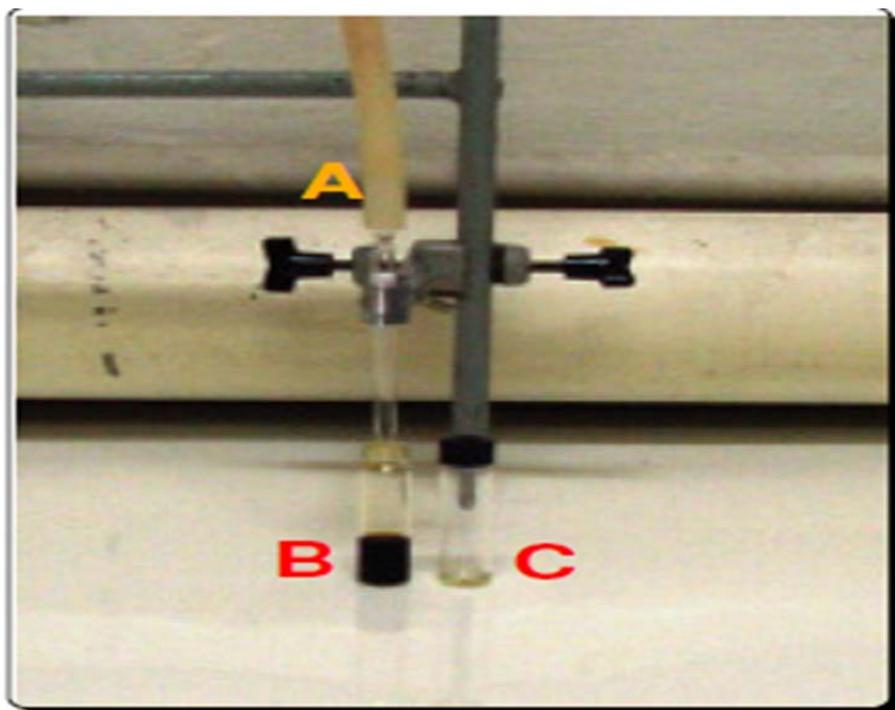
### 3.2 EXTRAÇÃO POR SOLVENTE

A extração por solvente é a metodologia mais usada para a coleta de feromônios, pois além de sua praticidade, este método requer menor tempo para a obtenção do material quando comparado ao método de aeração. Porém, com a utilização deste método o material coletado sempre apresentará quantidade maior de impurezas, como hidrocarbonetos, ácidos graxos e outros, visto que tecidos todo o inseto estão sendo extraídos, incluindo gorduras e cutículas (FERREIRA; ZARBIN; LEAL, 1999).

Quando se sabe em que parte do inseto a glândula produtora do feromônio está localizada, este método se torna extremamente vantajoso, já que desta forma a extração pode ser feita somente nesta região específica, diminuindo consideravelmente as impurezas, facilitando por consequência, as análises futuras. (FREITAS, 2009). Em um procedimento típico de extração, os insetos são mantidos por cinco minutos imersos em solvente (quantidade suficiente para cobri-los). Em seguida o extrato é filtrado em uma pipeta de Pasteur, contendo  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anidro, e logo depois concentrado (FERREIRA; ZARBIN; LEAL, 1999, FREITAS, 2009).

É válido lembrar que o material obtido pelos dois métodos de extração não terão necessariamente a mesma quantidade. Por isso, deve-se fazer uma comparação dos resultados para escolher o melhor método a ser utilizado (FERREIRA; ZARBIN; LEAL, 1999).

Uma das etapas mais críticas do processo de extração é a remoção do solvente, pois a volatilidade dos compostos, associada às pequenas quantidades torna as perdas de material mais freqüente, o que diminui o rendimento da extração. Para minimizar as perdas, os extratos obtidos da dessorção ou pela extração por solventes, devem ser armazenados em tubos cônicos a fim de facilitar a evaporação. Para atingir a concentração desejada um leve fluxo de nitrogênio ou argônio, deverá ser passado sobre a superfície do solvente. Para atingir a concentração desejada um frasco de iguais dimensões, que contenham um volume conhecido de solvente, deve ser utilizado como referência, conforme ilustrado na figura 12 (FREITAS, 2009; FERREIRA; ZARBIN; LEAL, 1999).



**Figura 12** -.Concentração dos extratos: A (Mangueira por onde passa o fluxo de N<sub>2</sub> ou Ar), B (Extrato a ser concentrado) e C (Frasco de referência) (In: FREITAS, 2009, p. 36)

A concentração ideal irá depender de cada caso em particular e envolve fatores como a quantidade de feromônio produzido pelo inseto. Contudo, em um primeiro estágio, as amostras podem ser concentradas para “insetos equivalentes” (IE), ou seja, independente do método usado, supondo-se que a coleta de feromônio foi realizada com 10 insetos, os extratos seriam concentrados para 10 µL. Desta forma, injetando-se 1µL no cromatógrafo, estariam sendo analisados, a princípio, todos os compostos, em suas respectivas proporções, obtidos de um único inseto. A partir deste dado inicial, poderiam ser feitas as devidas correções de concentração (FREITAS, 2009; FERREIRA; ZARBIN; LEAL, 1999).

Para a identificação de feromônios de insetos é necessário o uso do cromatógrafo seguido do método espectroscópico e espectrométrico. Mesmo com a disponibilidade de vários métodos, na prática os mais utilizados para a identificação é a cromatografia gasosa acoplada a eletroantenografia (CG-EAD) e a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-EM), em decorrência à quantidade

excessivamente pequena de material produzido e liberado pelo inseto ( $10^{-6}$  a  $10^{-9}$  g) (FREITAS, 2009).

### 3.3 CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA À ELETROANTENOGRRAFIA

Com relação à comunicação química, a principal característica apresentada pelos insetos é a sensibilidade e a especificidade com que atuam suas antenas para a percepção do(s) composto(s) correto(s) de seus feromônios (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999).

Ao estudar o comportamento eletrofisiológico no sistema olfativo de *Bombyx mori*, observou-se que o potencial de recepção do inseto ao seu feromônio poderia ser registrado usando-se uma antena isolada, posicionada entre dois microeletrodos capilares, os quais estariam conectados a um amplificador e um e um registrador (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999; FREITAS, 2009).

Este sistema chamado EAD (“eletroantennographic detector”), onde a antena do inseto é usada como elemento sensível (detector biológico), passou a ser utilizado amplamente para a realização de ensaios biológicos (FREITAS, 2009).

Em 1969 o sistema EAD foi acoplado a um cromatógrafo a gás, utilizando-se de uma divisão do fluxo da coluna. Esta técnica possibilitou o emprego de um método extremamente eficaz para a detecção de feromônios, visto que associa a enorme capacidade analítica e de separação do cromatógrafo à especificidade e sensibilidade do EAD (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999). Segundo Freitas (2009, p.37), “esta metodologia permite através de uma simples análise do extrato bruto determinar, com total exatidão, qual ou quais compostos que exercem efeito biológico sobre o inseto.

A figura 13 ilustra o esquema de um cromatógrafo a gás acoplado a um detector eletroantegráfico (CG-EAD).

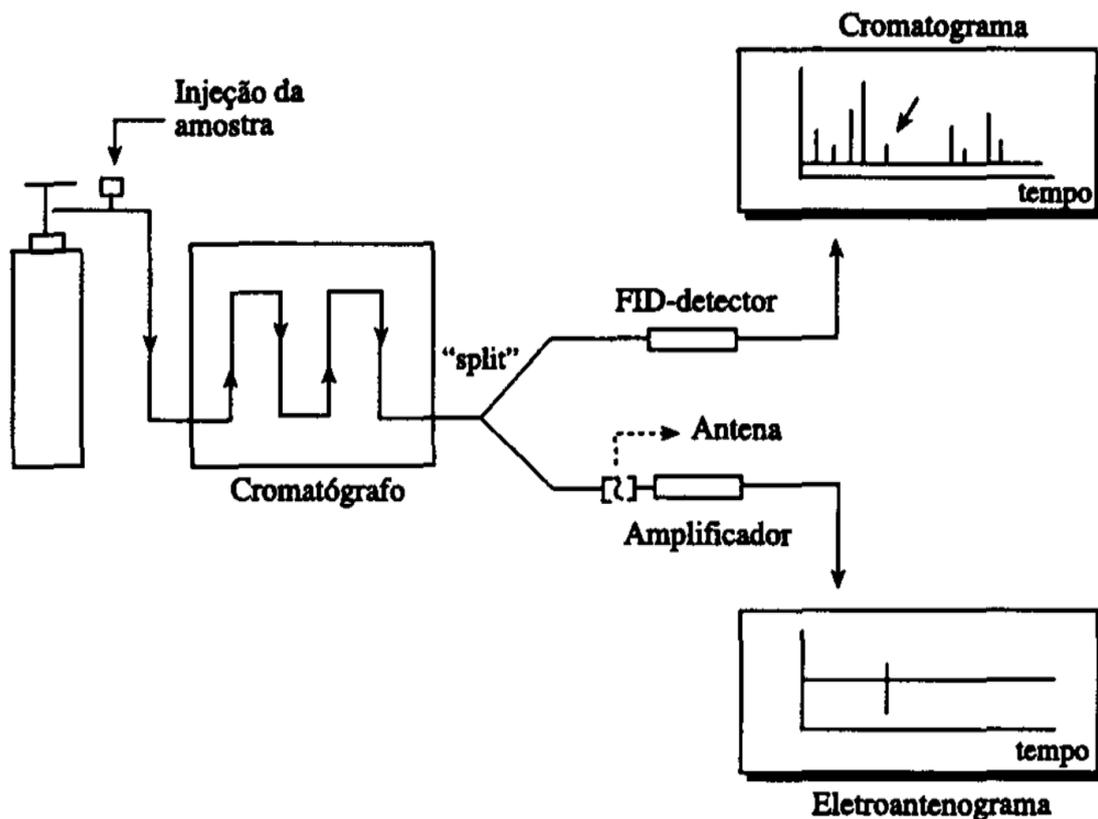


Figura 13 – Esquema básico de um sistema de CG-EAD (In: ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999, p. 265)

No exemplo ilustrado, o composto assinalado no cromatograma seria o feromônio, visto que somente esse, dentre os diversos presentes, teve uma resposta positiva da antena.

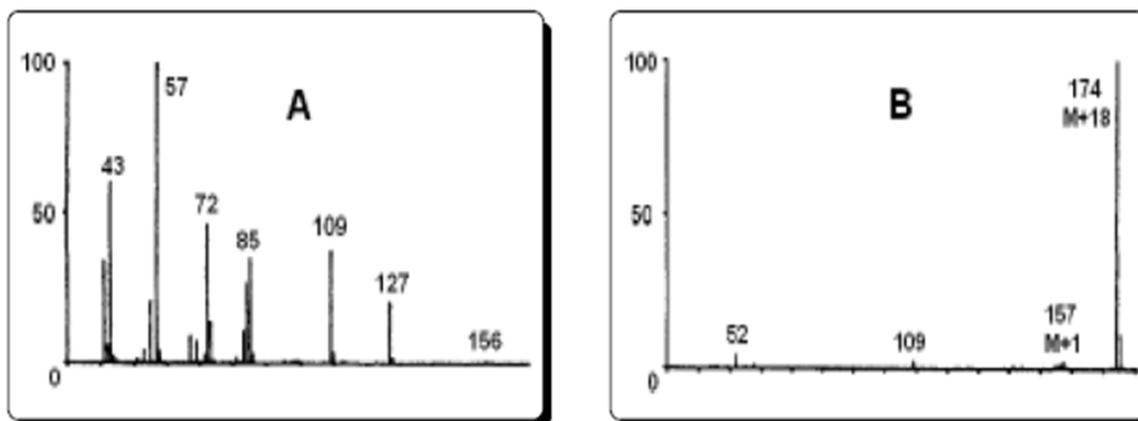
A amostra ao ser injetada irá percorrer toda a coluna para poder separar os compostos. No final do percurso o fluxo que está saindo da coluna divide-se em dois, indo uma parte para o FID (*Flame Ionization Detector*), sendo traçado o cromatograma, e a outra parte segue para o EAD, onde a resposta da antena é amplificada. Por essas duas funções serem simultâneas, é possível saber se o composto registrado pelo FID é ativo ou não (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999; FREITAS, 2009).

### 3.4 CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSAS (CG-EM)

Após o conhecimento do composto a ser estudado, inicia a etapa de elucidação estrutural. Sendo assim, o primeiro espectro a ser obtido, geralmente, é o espectro de massas e apenas uma pequena quantidade de amostra do material é necessária para a análise. As informações obtidas no espectro são fundamentais para a determinação estrutural da molécula. Além disso, o fato desse equipamento estar acoplado a um cromatógrafo gasoso (CG-EM), faz com que os espectros obtidos sejam referentes a compostos puros (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999).

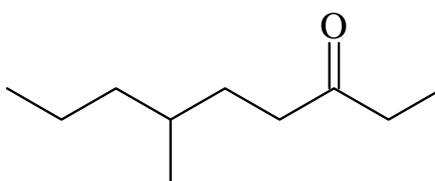
Na identificação de feromônios os métodos usados para ionizar e fragmentar os compostos são o de ionização química (IQ) e o de ionização por impacto de elétrons (IE). O uso desses dois métodos combinados tem uma eficiência muito grande, pois se para um espectro o pico molecular não for registrado ou for de baixa intensidade quando obtidos através do IE, a IQ é usada para determinar a correção do peso molecular do composto, ao passo que a IE, fornece muito mais informações sobre a estrutura, pois apresenta um maior número de fragmentações (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999; FREITAS, 2009).

Foi descrito a identificação do feromônio sexual da mosca da água *Hesperophylax occidentalis* (Trichoptera: Limnephilidae), em que ambas as técnicas de fragmentação foram utilizadas. O espectro de massas obtido por IE do feromônio (figura 14 A) indica uma massa molecular de 156. Ao analisar os outros fragmentos e comparar com padrões sintéticos, sugeriu-se a estrutura de uma acetona alifática com a carbonila no carbono 3. Já o fragmento  $m/z$  174 ( $M+18$ ), observado no espectro de massas obtido por IQ com amônia ( $NH_3$ ) (figura 14 B) confirmou a massa molecular de 156 para o feromônio em questão (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999; FREITAS, 2009).



**Figura 14 – Espectros de massas: A (IE) e B (IQ) do feromônio sexual de *H. occidentalis* (In: FREITAS, 2009, p. 38)**

De acordo com FREITAS (2009, p. 38), “o tempo de retenção observado para o feromônio mostrou-se inferior aquele observado para 3-Decanona e superior aquele da 3-Nonanona, utilizadas como padrões sintéticos”. Este dado sugeria o composto como sendo a 3-Nonanona com uma ramificação. Para definir a estrutura química da molécula em definitivo, foi feita uma análise minuciosa dos espectros de massas. A presença dos fragmentos  $m/z$  72 e  $m/z$  84 indicou que o composto é a 6-Metil-3-nonanona (figura 15) (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999; FREITAS, 2009).



**Figura 15 – Estrutura da 6-Metil-3-nonanona (In: ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999, p. 266)**

A figura 16 descreve as fragmentações propostas para o 6-Metil-3-nonanona.

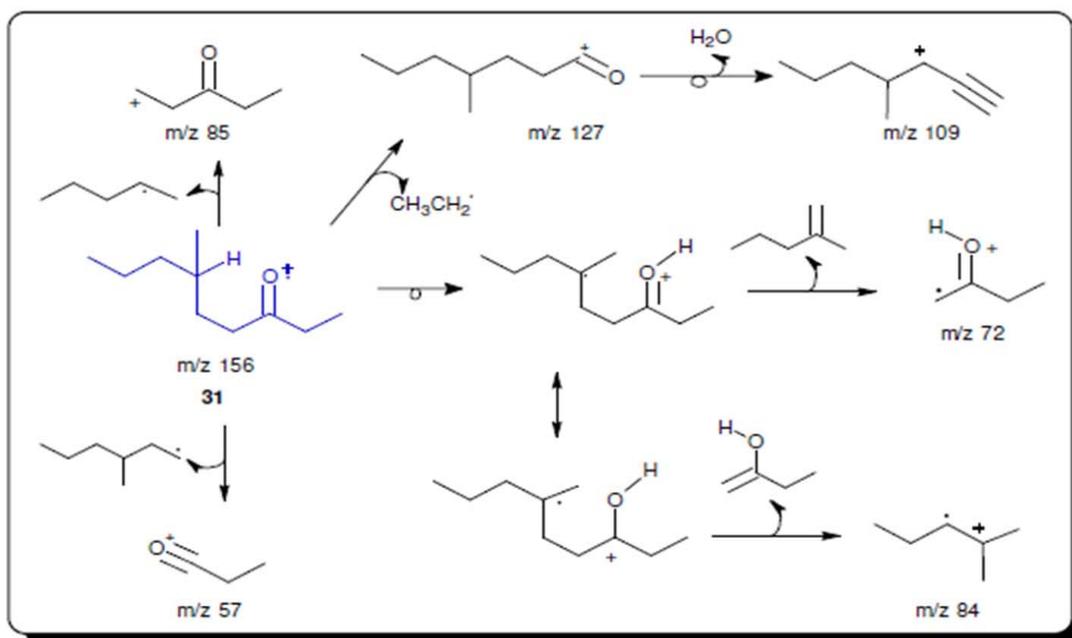


Figura 16 - Fragmentações propostas por IE para a 6-metil-3-nonanona (In: FREITAS, 2009, p. 39)

## **4. UTILIZAÇÃO DE FEROMÔNIO NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS EM CULTURAS BRASILEIRAS**

Os feromônios sexuais são responsáveis pela atração entre os parceiros para o acasalamento e por isso é o principal feromônio usado no controle biológico (VILELA, 1992).

O emprego deste feromônio pode-se dar, basicamente de duas maneiras:

1. Liberando-os na cultura através de pulverizações, provocando o confundimento entre os sexos não deixando que machos e fêmeas se encontrem, minimizando quase que por completo seus descendentes;
2. Colocando-os em armadilhas dotadas de superfícies adesivas, atraindo insetos do sexo oposto deixando-os retidos. Esta é a mais eficiente na detecção e monitoramento de pragas, fornecendo grande contribuição para o controle de pragas agrícolas (VILELA; DELLA LUCIA, 1987;).

Segundo Zarbin, Rodrigues e Lima (2009), uso do feromônio no manejo integrado de pragas tem as seguintes possibilidades: monitoramento, coleta em massa, confusão sexual, as quais são descritas a seguir.

### **4.1 MONITORAMENTO**

Armadilhas com feromônio podem ser utilizadas para detectar tanto a presença quanto a densidade da praga, determinando o nível de dano econômico. O seu objetivo é determinar com máxima precisão o momento de controle e diminuir a utilização desnecessária de inseticida. As armadilhas de feromônio proporcionam um alerta rápido de incidência do inseto e também definem a distribuição do inseto na área e no tempo. Neste tipo de monitoramento a fonte de atração geralmente é um feromônio sexual sintético.

## 4.2 COLETA EM MASSA

Normalmente o feromônio é usado para monitorar a presença e a densidade da praga no cultivo, gerando o menor custo econômico e ambiental possível. Na coleta em massa o feromônio é usado como atrativo do inseto para um recipiente de contenção visando à eliminação ou diminuição do inseto-praga no cultivo. Neste método é utilizado número maior de armadilhas, com o objetivo de capturar o máximo possível de indivíduos.

## 4.3 CONFUSÃO SEXUAL

A confusão sexual também é um método de controle, ele consiste no confundimento ou ainda interrupção do acasalamento, interferindo e impedindo a transmissão de sinais entre os parceiros sexuais, através de uma liberação maior de feromônio sintético na área em que se deseja o controle, evitando o inseto de localizar seu respectivo parceiro, reduzindo desta forma o acasalamento e, conseqüentemente, sua nova geração.

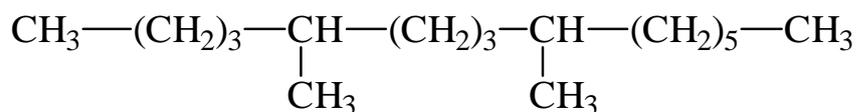
Segundo TIBONI (2007), desde a década de 90, tem ocorrido no Brasil a descoberta de diversos feromônios promissores para o manejo de insetos-praga em muitas culturas, resultando em um grande progresso em programas de monitoramento e controle de insetos com feromônios.

## 4.4 EMPREGO DE FEROMÔNIOS NO CONTROLE DE PRAGAS

Dentre as principais culturas brasileiras serão citadas algumas delas dando enfoque na aplicação e estrutura de cada feromônio isolado e aplicado à agricultura até o momento.

#### 4.4.1 Controle de pragas em cultura de café

Na cultura do café uma das pragas mais importantes é o “bicho mineiro”, *Leucoptera coffeella* (Lepidóptera: Lyonetiidae), cuja molécula de feromônio é identificada como sendo o 5,9-dimetilpentadecano (figura 17). Estima-se que sua origem é africana e seu primeiro registro no Brasil foi a meados de 1951, mas também predomina em alguns países da América central (TUELHER et al, 2003; TIBONI, 2007).



**Figura 17 - Estrutura da molécula do feromônio do bicho mineiro 5,9-dimetilpentadecano (In: <http://www.anvisa.gov.br>, 2012)**

O bicho mineiro vem de uma mariposa de cor branco-prateada e possui menos de sete milímetros. Sua larva (figura 18 A) se alimenta das folhas do cafeeiro destruindo-as em aproximadamente 70% e diminuindo a fotossíntese da planta, ocasionando uma perda de produção de até 50% (TIBONI, 2007).



**A)**



**B)**

**Figura 18 – A) Bicho mineiro em estágio larval (In: <http://www.dowagro.com/br> 2012); B) Bicho mineiro em estágio adulto (In: <https://www.fmcagricola.com.br>, 2012)**

Na figura 18 B foi apresentado o bicho mineiro em estágio adulto e na figura 19 A e 19 B, a folha do cafeeiro no início e estágio avançado da praga.



A)



B)

**Figura 19 – A) Folha do cafeeiro no início da praga (In: <http://www.sindrof.com.br>, 2012); B) em estágio avançado da praga (In: <http://www.sindrof.com.br>, 2012)**

Seu controle biológico ocorre naturalmente pela ação de parasitóides (micro-himenópteros e vespas predadoras) (LUPPI, 2007), ou com o uso de armadilhas de feromônio, modelo Delta, providas com cartão adesivo (MICHHEREFF; MICHHEREFF-FILHO; VILELA, 2007).

#### **4.4.2 Controle de pragas em cultura de mamão**

Nesta cultura foi visada uma praga de interesse econômico devido a grande proporção de seus danos, mais conhecida como “broca do caule do mamoeiro”, *Pseudopiazurus obesus* (Coleóptera: Curculionidae). É uma praga secundária,

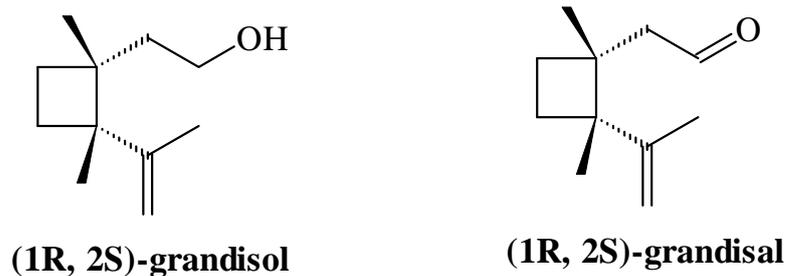
porém, ocorre em altos surtos no nordeste do Brasil (SOUSA; ROSADO-NETO; MOREIRA, 2004; TIBONI, 2007).

As fêmeas ovipositam no caule do mamoeiro (Figura 20) onde, após a eclosão, as larvas penetram no interior do caule transformando-se em pupas e obstruindo a fenda por onde passa a seiva, e devido ao acúmulo de larvas nessa região acaba por acarretar a morte da planta (FARIAS; ALMEIDA, 1992; MOREIRA; ZARBIN, 2009).



**Figura 20 - Caule afetado pela praga da broca do caule do mamoeiro (In:<http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br>, 2012)**

O feromônio desta espécie é composto por uma mistura de compostos: grandisal: 1-metil-2-(1-metiletenil)ciclobutanoacetaldeído (1S,2R) (composto majoritário, cerca de 77,7%); grandisol: cis-1-metil-2-(1-metiletenil)ciclobutanoetanol (13,4%) (figura 21); e papaianol (8,96%) (ZARBIN et al, 2007).



**Figura 21 – Estrutura dos feromônios grandisal e grandisol (In: ZARBIN et al, 2007, p. 1051)**

A broca-do-mamoeiro possui muitos predadores naturais, responsáveis pela regulação natural de suas populações, principalmente no estágio larval, contribuindo para o equilíbrio populacional desta praga em muitos agroecossistemas (MOREIRA et al., 2004; MOREIRA; ZARBIN, 2009). Dentre eles, os himenópteros parasitóides são os mais significativos, com destaque para *Cervullus piranga* (Hymenoptera: Braconidae) (PENTEADO DIAS et al., 2007; MOREIRA; ZARBIN, 2009).

#### **4.4.3 Controle de pragas em cultura de maçã**

A maçã é uma das principais culturas do Brasil principalmente pelo seu clima temperado. Sua maior praga é “mariposa oriental” *Grapholita molesta* (Lepidóptera: Tortricidae) (figura 22 B).



A)

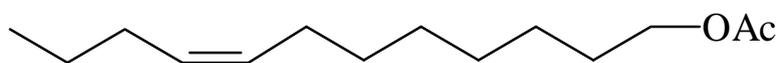


B)

**Figura 22 – A) Mariposa grapholita molesta em estágio larval (In: <http://provenatnews.blogspot.com.br>, 2012); B) mariposa adulta (In: [http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Grapholita\\_molesta](http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Grapholita_molesta), 2012.**

Após eclosão as larvas vão para as extremidades da planta, onde penetram e se alimentam, saindo somente na fase de empupamento, por isso o estágio larval (figura 22 A) é o período em que a praga ataca realmente a planta (TIBONI, 2007).

O feromônio desta espécie foi identificado como sendo uma mistura de três componentes: o componente principal Acetato de (Z)-8-dodecadienila (Z8-12Ac), e os componentes secundários Acetato de (E)-8-dodecadienila (E8-12Ac) e (Z)-8-Dodecen-1-ol (Z8-12OH). A molécula do feromônio extraído da mariposa oriental é a cis-8-dodecenilacetato (figura 23), utilizado para fazer o monitoramento.



**Figura 23 - Estrutura do feromônio cis-8-dodecenilacetato (In: <http://www.biologico.sp.gov.br>, 2012)**

#### 4.4.4 Controle de pragas em cultura de banana

A banana é a fruta mais consumida *in natura* no mundo e seu cultivo se concentra nos países de clima tropical, portanto exige temperatura elevada e boa disponibilidade de água durante seu desenvolvimento (ALVES et al.,1999; FREITAS et al.,2008).

A principal praga da banana é o moleque da banana, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera, Curculionidae), suas larvas (figura 24 A) se alimentam do rizoma formando galerias e interrompendo a seiva causando o apodrecimento da planta (figura 24 B). Essa praga chega a reduzir 30% da produção (ARLEU & SILVEIRA-NETO, 1984; MENDONÇA et al, 1999).



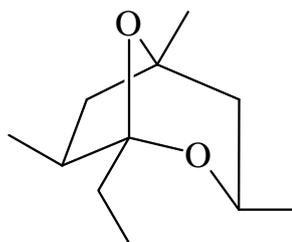
A)

B)

**Figura 24 – A) Estágio larval do moleque da banana (In: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>, 2012); B) dano causado pela praga (In: [http://www.floresalud.es/galeria\\_bichos/picudo\\_platanera\\_3.html](http://www.floresalud.es/galeria_bichos/picudo_platanera_3.html), 2012).**

Seu feromônio foi identificado por volta de 1993. Estudos comprovaram que esse feromônio é emitido via intestino posterior e seria ativo para ambos os sexos. Depois de ser decifrada a estrutura e o feromônio foi isolado, a substância foi denominada

sordidina (figura 25). Após longos estudos sobre suas atividades biológicas, conseguiu-se uma produção em massa de uma mistura de estereoisômeros desse feromônio, e ficou comprovada a ação sobre a captura de machos e fêmeas em campo (MESQUITA, 2003).



**Figura 25 - Estrutura do feromônio sordidina, 1-etil-3,5,7-trimetil-2,8-dioxabicyclo[3.2.1]octano (In: Ambrogi, 2009, p.22)**

#### **4.4.5 Controle de pragas em cultura de cana-de açúcar**

A cana-de-açúcar é uma das mais importantes culturas do Brasil, primeiro porque o Brasil é um polo agroindustrial na área sucroalcooleira e segundo, porque a demanda de biocombustível está em alta, principalmente com a preocupação do desenvolvimento sustentável (BARROS, 2012).

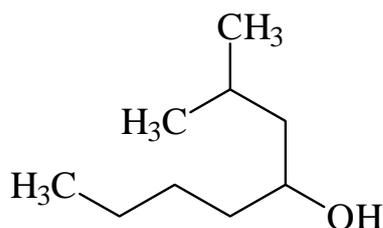
Existe um número considerável de pragas da cana-de-açúcar e dentre elas o *Sphenophorus levis* Vaurie, praga importante e limitante da cultura (DINARDO-MIRANDA et al 2006; GIRÓN-PEREZ et al.,2009). O dano principal é causado pelas larvas na base das plantas, devido à construção de galerias (figura 26) à medida que se desenvolvem, causando a morte das touceiras.



**Figura 26 - Cana atacada pela praga *Sphenophorus levis* (In:<http://www.biologico.sp.gov.br>, 2012)**

O feromônio sexual do macho de *S. levis* foi sintetizado recentemente, como ferramenta auxiliar no controle de adultos. Estima-se que misturado a determinadas substâncias inseticidas, o feromônio sexual potencialize a atratividade das iscas no campo, diminuindo os níveis populacionais da praga (ZARBIN et al 2003; GIRÓN-PÉREZ et al.,2009).

Após várias análises comparativas de gás cromatográfico de voláteis no ar produzidas por machos e fêmeas de bicudo da cana *Sphenophorus levis*, mostrou um composto macho-específico e os dados coletados identificaram a estrutura do feromônio como 2-metiloctan-4-ol (figura 27) (ZARBIN et al., 2003).



**Figura 27 - Estrutura do feromônio 2-metiloctan-4-ol (In: <http://www.chemsynthesis.com>, 2012)**

#### **4.4.6 Controle de pragas em cultura de pêssego**

A cultura do pessegueiro ocupa uma área de 23.300 hectares no Brasil (SIDRA, 2002), sendo os Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Minas Gerais os maiores produtores (MARODIN; SARTORI, 2000; SIDRA, 2002; ARIOLI; CARVALHO; BOTTON, 2005).

A cultura destaca-se por sua importância econômica e social, sendo uma alternativa para diversificação da matriz produtiva, fluxo da mão-de-obra familiar e geração de renda às pequenas propriedades (SIDRA 2002; PROTAS; MADAIL 2003; ARIOLI; CARVALHO; BOTTON, 2005)

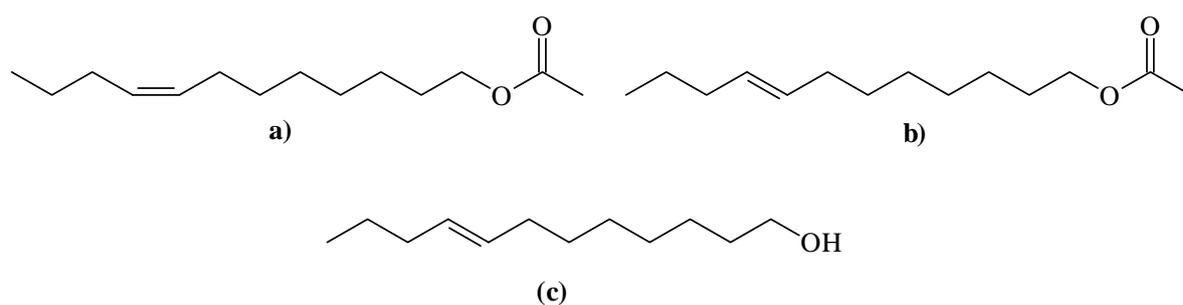
Uma das piores pragas da cultura do pêssego é a Mariposa Oriental *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) (figura 28), provocando perdas na produção de 3 a 5% na cultura, além dos ataques diretos dos ponteiros e dos frutos. A abertura provocada pela alimentação da lagarta nos frutos se torna porta de entrada para a podridão parda causada pelo fungo *Molinia Fruticola*, adicionando perdas durante o armazenamento dos frutos para consumo in natura (BOTTON et al., 2001; ARIOLI; CARVALHO; BOTTON, 2005).



**Figura 28 - Mariposa grapholita molesta adulta** (In:[http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Grapholita\\_molesta](http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Grapholita_molesta), 2012)

O monitoramento da mariposa é feito com o uso de armadilhas contendo feromônio sexual sintético, instaladas no início da brotação, até a colheita, sendo coletado semanalmente para fazer a contagem populacional (ARIOLI; CARVALHO; BOTTON, 2005).

O feromônio dessa espécie é composto por três estruturas: o Acetato de (Z)-8-dodecadienila (Z8-12Ac), e os componentes secundários Acetato de (E)-8-dodecadienila (E8-12Ac) e (Z)-8-Dodecen-1-ol (Z8-12OH) (figura 29) (ARIOLI, CARVALHO, BOTTON, 2005).



**Figura 29 - Estruturas do feromônio: a) Acetato de (Z)-8-dodecadienila (Z8-12Ac), e os componentes secundários b) Acetato de (E)-8-dodecadienila (E8-12Ac) e c) (Z)-8-Dodecen-1-ol (Z8-12OH)** (In:[http://www.sedq.es/es/productos/componentes\\_feromonales.php](http://www.sedq.es/es/productos/componentes_feromonales.php), 2012)

#### 4.4.7 Controle de pragas em cultura de tomate

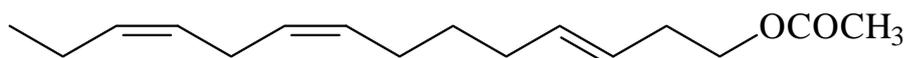
O tomate é uma das culturas mais comuns do mundo, sendo uma fonte importante de vitaminas e uma cultura comercial importante para pequenos agricultores e agricultores comerciais de escala média (NAIKA et al., 2006).

A praga que mais incide na cultura do tomate, é a traça do tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), devido ao nível de infestação das folhas, ramos terminais e frutos (figura 30) com grande redução da produção destinada ao comércio e indústria (BENVENGA; FERNANDES; GRAVERA, 2007).



**Figura 30 – Danos causados pela praga no fruto (In:<http://horticularidades.blogspot.com.br>, 2012)**

O método de controle usado é o manejo integrado de pragas que utiliza o feromônio sexual da fêmea da tuta absoluta na armadilha do tipo “CICA-R” que demonstrou ter alta eficiência (VILELA; FERRARA; PIKANÇO, 1995; GUEDES; DEQUECH; RIBEIRO, 1996), o feromônio usado é o (3E, 8Z,11Z ) acetato de -3,8,11-tetradecatrien-1-il (figura 31).



**Figura 31 - Estrutura do feromônio sexual da fêmea da tuta absoluta (In:<http://www.sciencedirect.com>, 2012)**

#### 4.4.8 Controle de pragas em cultura de caqui

O caqui é um fruto delicado e degustado basicamente “*in natura*”. Possui boas quantidades de vitaminas A, B e C, sendo esta cultura uma excelente opção na diversificação de propriedades frutícolas, sendo um fruto de grande aceitação popular e por ser uma planta bastante rústica, vigorosa e produtiva (PIO, 2012). A lagarta-das-fruteiras *Argyrotaenia spheropa* (Lepidoptera: Tortricidae) (figuras 32 A e 32 B) é uma praga importante na cultura do caquizeiro trazendo prejuízos significativos aos produtores de frutas no Brasil (MANFREFI-COIMBRA; GARCIA; BOTTON. 2001; BAVARESCO et al., 2005). A lagarta-das-fruteiras foi o inseto de maior constância, presente em 85% dos pomares da região de Bento Gonçalves, (BOTTON; BAVARESCO; GARCIA, 2003; LOUSADA et al., 2012).



**A)**



**B)**

**Figura 32 – A) Inseto lagarta-das-fruteiras em estágio larval (In: <http://www.todafruta.com.br>, 2012); B) em estágio adulto (In: <http://www.todafruta.com.br>, 2012).**

O feromônio sexual da lagarta-das-fruteiras é formado por quatro componentes: (Z)-11-tetradecenal-(Z)11-14:Al; (Z)-11,13-tetradecadienal-(Z)11,13-14:Al; (Z)-11-acetato de tetradecenila - (Z)11-14:Ac; e (Z)-11,13-acetato de tetradecenila (Z)11,13-14:Ac, os quais são secretados na proporção de 1:4:10:40 (NUÑEZ et al., 2002; BAVARESCO et al., 2005), que foi usado para capturar os machos da lagarta com o auxílio de armadilhas Delta, com diferentes formulações e doses do feromônio.

#### **4.4.9 Controle de pragas em cultura de côco**

A cultura do coqueiro é extremamente fundamental para a economia dos Estados do Nordeste do Brasil, sendo o fruto comercializado *in natura* e para indústrias de alimentos que produzem o leite de côco e/ou côco ralado como principais produtos. Os insetos-praga restringem a sua exploração, pois são os responsáveis pela baixa produtividade da cultura (FONTES; FERREIRA; SIQUEIRA, 2002).

A Broca-do-olho-do-coqueiro ou bicudo *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1764 (Coleoptera: Curculionidae), é uma das principais pragas da cultura do côco na Venezuela, México, Brasil e áreas do Caribe (NAVARRO et al., 2002).

As larvas (figura 33 A) de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) fazem galerias no meristema apical da planta. Os machos de *R. palmarum* alimentam-se e liberam o feromônio de agregação, atraindo machos e fêmeas, uma população de 30 larvas é suficiente para matar uma planta adulta (DUARTE et al., 2003).

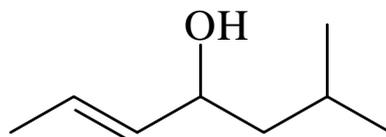


A)

B)

**Figura 33 – A) Inseto Broca-do-olho-do-coqueiro em estágio larval (In: <http://www.glenbiotech.es/en/pagina/el-picudo-rojo/>); B) Broca-do-olho-do-coqueiro em estágio adulto (In: NAVARRO et al., 2002, p. 33).**

O inseto adulto (figura 33 B) é um besouro de cor negra, cabeça pequena e alongada pra frente em forma de rostro, costuma se alimentar durante o dia, as larvas são de coloração branca e apresentam metamorfose completa (NAVARRO et al., 2002). O feromônio utilizado para combater essa praga é o Rincoforol (6-Metil-2-hepten-4-ol) (figura 34), feromônio de agregação da Broca-do-olho do coqueiro, que foi isolado e identificado em 1981 por Rochat e colaboradores, onde foram usadas as técnicas de aeração e eletroantenografia (NAVARRO et al., 2002).



**Figura 34 - Estrutura do feromônio rincoforol (In: NAVARRO et al., 2002, p. 33)**

#### 4. 4.10 Controle de pragas em cultura de repolho

O repolho é uma cultura cujo plantio ocorre o ano todo, possui várias folhas que formam uma “cabeça”, sua produção normalmente varia entre 30 e 60 toneladas por cabeça de hectare (OLIVEIRA, 2007).

A traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* L.) (figura 35 A e 35 B) destaca-se como uma das pragas de maior expressão econômica no cultivo de repolho, no Brasil e em várias outras regiões do mundo (TALEKAR; SHELTON, 1993; CASTELO BRANCO; VILAS BÔAS; FRANÇA, 1996). As larvas da traça causam furos nas cabeças reduzindo o valor do produto, sua ocorrência pode durar o ano todo e só diminui em tempo chuvoso (BRANCO; FRANÇA; VILAS BOAS, 1997).



A)



B)

**Figura 35 – A) Inseto traça-das-crucíferas em estágio larval (In:<http://www.infoagro.com>, 2012); B) em estágio adulto (In:[http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Plutella\\_maculipennis](http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Plutella_maculipennis), 2012).**

O feromônio sexual da fêmea de *P. xylostella* foi identificado por Chow et al. (1974). Atualmente, as formulações do feromônio sexual sintético, utilizadas comercialmente para monitoramento, são constituídas por misturas binárias ou terciárias do (Z),11-hexadecenal (Z11-16:Ald), mais o acetato de (Z),11-hexadecenila (Z11-16:Ac) e o

(Z)-11-hexadecenol (Z11-16:OH), que pode variar de acordo com a região de ocorrência da espécie (TALEKAR; SHELTON, 1993; BRANCO; FRANÇA; VILAS BOAS, 1997).

As armadilhas são colocadas a 30 centímetros do solo arranjadas em duas linhas transversais, os insetos são contados e retirados de 8 em 8 horas somando 48 horas no total (BRANCO; FRANÇA; VILAS BOAS, 1997).

#### 4. 4.11 Controle de pragas em cultura de soja

A cultura da soja atingiu 129 anos de presença no Brasil em 2011. Sua exploração iniciou-se no sul do país e hoje já é encontrada em vários ambientes, retratado pelo avanço do cultivo em áreas de Cerrado (FREITAS, 2011). Dentre os principais insetos-praga que atacam a cultura da soja os percevejos, as espécies *E. heros* e *P. guildinii* obtiveram um aumento populacional nos últimos anos. Estas espécies causam danos desde a formação das vagens até o final do desenvolvimento das sementes (PIRES et al., 2006).

A substância 2,6,10-trimetiltridecanoato de metila foi dita como o principal componente do feromônio sexual de *E. heros*, seguido dos ésteres 2,6,10-trimetildodecanoato de metila e 2(E),4(Z)-decadienoato de metila (figura 36) (ALDRICH et al. 1994; PIRES et al., 2006).

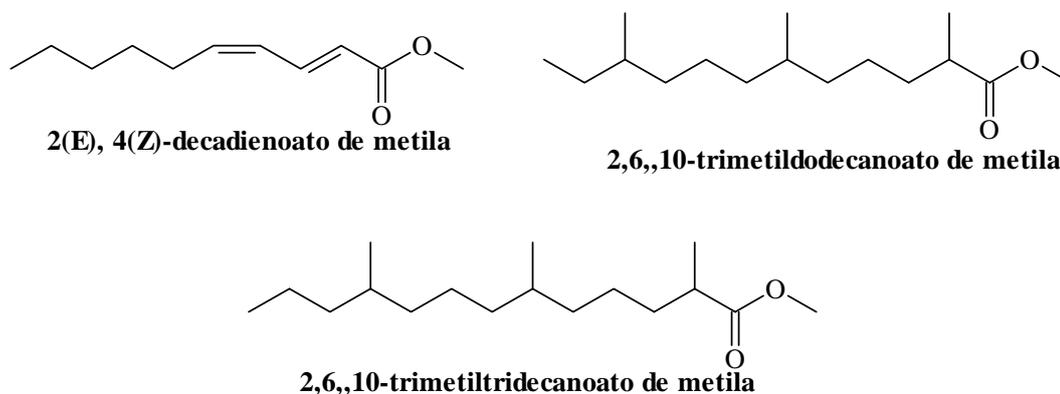


Figura 36 - Estruturas do feromônio sexual do percevejo (In: <http://www.scielo.br>, 2012)

Para o controle de monitoramento foi utilizado armadilhas com iscas do feromônio sexual, e após algumas horas então avaliariam a contagem e a retirada dos insetos presos (ZARBIN et al., 2000; PIRES et al., 2006).

#### **4. 4.12 Controle de pragas em produtos armazenados**

A grande perda em produtos armazenados, ocasionado pelo ataque de insetos-praga na pós-colheita, chegam a 15% e o custo para a proteção destes produtos contra estas infestações são altas (MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005). No Brasil, as perdas chegam a atingir 10% de toda a produção, estando associado ao ataque de insetos, os fungos e ácaros nos armazéns, silos e depósitos agroindustriais durante o armazenamento (LORINI, 2001; MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005).

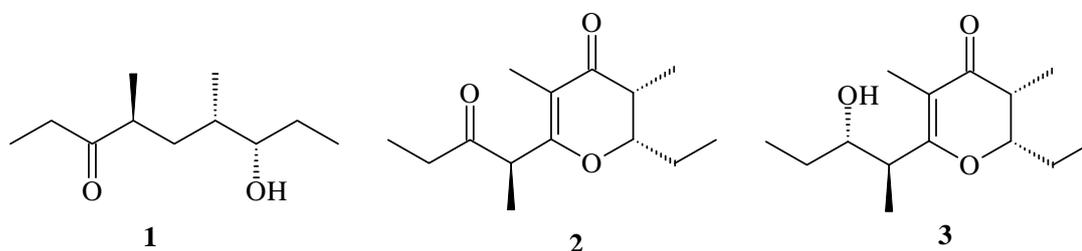
As pragas de produtos armazenados são evidenciadas por dois tipos de feromônios, com os quais se comunicam: feromônio de agregação e feromônio sexual (BURKHOLDER, 1982; MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005). Serão demonstrados alguns deles diferenciando o feromônio específico:

##### **4.4.12.1 *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae)**

Sua principal ocorrência é em tabaco armazenado, bem como em fábricas de processamento de alimentos e em alimentos de animais em “pet-shops”. As fêmeas liberam o feromônio sexual e somente os machos são atraídos. O principal componente feromonal foi identificado por Chuman et al. (1985) como sendo a (4S,6S,7S)-7-hidroxi-4,6-dimetil-3-nonanona (1) (figura 37), serricornina (CHUMAN et al., 1985; MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005).

Esta espécie sintetiza também a (2S,3R,1'R)-2,3-diidro-2-etil-3,5-dimetil-6-(1'-metil-2-oxobutil)-4H-piran-4-ona (2), serricorona, e a (2S,3R,1'S,2'S)-2,3-diidro-2-etil-3,5-

dimetil-6-(1'-metil-2'-hidroxibutil)-4H-piran-4-ona (3), serricorola (figura 37), os quais provocam nos insetos machos comportamentos de agregação e de acasalamento (CHUMAN et al., 1985; MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005).

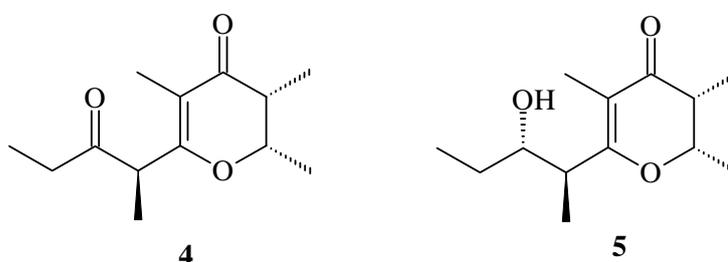


**Figura 37 - Estrutura dos feromônios serricornina-1- serricorona-2- serricorola-3 (In: MOREIRA, ZARBIN, CORACINI,2005, p. 473)**

#### 4.4.12.2 *Stegobium paniceum* (Coleoptera: Anobiidae)

Incide em moinhos de grãos, em locais de armazenamento de alimentos e de temperos. As fêmeas liberam o feromônio sexual e somente os machos da espécie são atraídos. Elas tornam-se atrativas para os machos com 4 a 5 dias de idade, com um período máximo de atratividade atingido uma semana após a emergência (BARRATT, 1974; MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005).

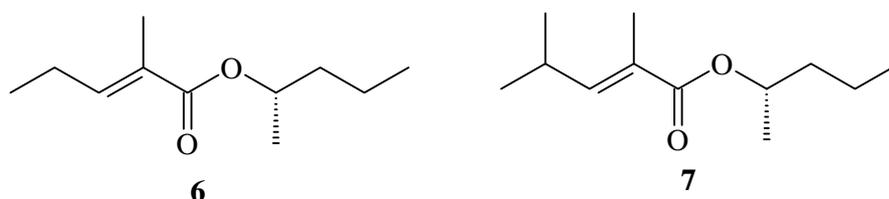
Os respectivos feromônios liberados pelas fêmeas são o (2S,3R,1'R)-2,3-diidro-2,3,5-trimetil-6-(1'-metil-2-oxobutil)-4H-piran-4-ona (4), estegobinona e o (2S,3R,1'S,2'S)-2,3-diidro-2,3,5-trimetil-6-(2'-hidroxi-1'-metilbutil)-4H-piran-4-ona (5), estegobiol (figura 38) (KODAMA, 1987; MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005).



**Figura 38 - Estruturas dos feromônios estegobinona-4-, estegobiol-5 (In: MOREIRA, ZARBIN, CORACINI,2005, p. 473)**

#### 4.4.12.3 *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae)

No Brasil é a principal praga de armazenagem do trigo, porém se alimentam também de cevada, triticales, arroz e aveia. Os componentes (E)-2-metil-2-pentenoato de 1-metilbutila (6), dominicalure, e (E)-2,4-dimetil-2-pentenoato de 1-metilbutila (7), dominicalure 2 (figura 57) são os constituintes do feromônio de agregação para ambos os sexos desta espécie, sendo ambos são efetivos individualmente ou em várias combinações. Em testes em campo, os isômeros naturais (S) exibiram atividade duas vezes maior que os respectivos enantiômeros (figura 39) (WILLIAMS et al., 1981; MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005).



**Figura 39 - Estrutura dos feromônios dominicalure 1 (6) e dominicalure 2 (7)**  
(In: MOREIRA, ZARBIN, CORACINI, 2005, p. 473)

#### 4.4.12.4 *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae)

É uma das principais pragas do feijão. Os machos desta espécie produzem um feromônio que atrai apenas as fêmeas virgens, as quais aparentemente, não produzem feromônio sexual. A estrutura química deste feromônio foi determinada como sendo o (R, E)-2,4,5-tetradecatrienoato de metila (figura 40) (HORLER, 1970; MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005).

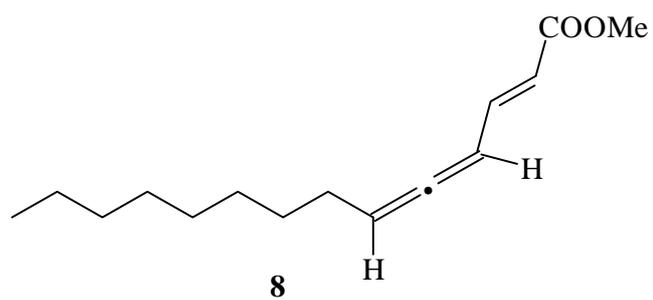


Figura 40 - Estrutura do feromônio (R, E)-2,4,5-tetradecatrienoato de metila (In: MOREIRA, ZARBIN, CORACINI, 2005, p. 474)

## 5. FEROMÔNIO NO ENSINO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS E PROPRIEDADES FÍSICAS DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Apesar de a Química Orgânica estar presente no nosso cotidiano e estar intrinsecamente relacionada com a vida, existe muita dificuldade por parte dos professores do ensino médio em contextualizar os conteúdos curriculares referentes a esta disciplina em sala de aula (PAZINATO et al., 2012). Além disso, no modelo tradicional de ensino os aprendizes são meros ouvintes que memorizam conteúdos. Isto porque neste tipo de ensino o conhecimento é tratado como um conjunto de informações que são transmitidas pelos professores aos estudantes, os quais assumem ação passiva (OLIVEIRA; GOUVEIRA; QUADROS, 2009).

Estas informações impostas pelos professores, em sua maioria, não têm relação com os conhecimentos prévios construídos pelos estudantes ao longo de sua vida, dificultando a aprendizagem, uma vez que não há relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele está aprendendo (GUIMARÃES, 2009).

Uma alternativa para uma aprendizagem mais significativa seria o emprego da experimentação no ensino de química, pois as atividades experimentais estimulam o interesse dos alunos em sala de aula, apresentando um caráter lúdico, essencialmente ligado aos sentidos, permitindo um maior envolvimento dos alunos no tema em estudo (PAZINATO et al., 2012; JÚNIOR, 2008).

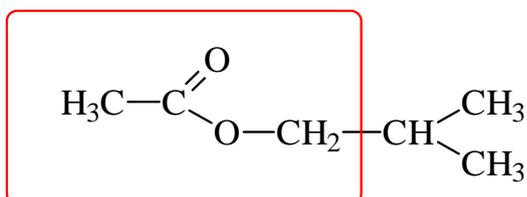
Outra alternativa seria encontrar uma temática que estabeleça ligações entre os conteúdos a serem ministrados e a vida cotidiana dos alunos. Através desta temática uma abordagem contextualizada de vários conteúdos do ensino médio podem ser realizadas (PAZINATO et al., 2012).

Através da temática feromônios é possível, por exemplo, abordar conteúdos como funções orgânicas e propriedades físicas dos compostos orgânicos, empregando exemplos presentes no cotidiano dos alunos. O estudo de funções orgânicas através desta temática é possível devido às várias funções orgânicas presentes nos feromônios de insetos.

Neste foco os feromônios atuam como um eixo de estudos de química orgânica e este estudo pode ser iniciado definindo que “os feromônios são substâncias químicas usadas na comunicação entre indivíduos de mesma espécie” (QUADROS, 1998, p.8) e que são muito empregados na agricultura no controle de pragas. Depois é possível abordar que a mensagem química destes feromônios tem objetivo de promover respostas comportamentais tais como alarme, agregação, defesa, sexual, de trilha, entre outros, destacando que o feromônio sexual é o tipo empregado no controle de pragas na agricultura (FERREIRA E ZARBIN, 1998).

O estudo das funções orgânicas a partir de feromônios poderia ser iniciado fazendo-se algumas indagações aos alunos, tais como: por que ao ser picado por uma abelha logo várias outras aparecem para também picarem?

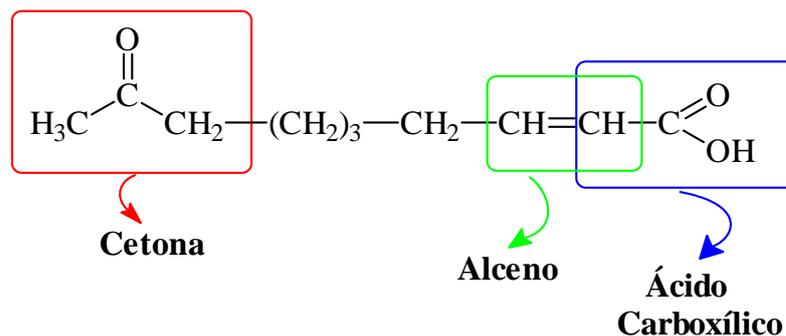
A partir daí pode-se explicar que a abelha libera uma substância volátil que é um feromônio de alarme, o qual serve de sinal para que um ataque coletivo ocorra (QUADROS, 1998). Depois ao apresentar a estrutura do feromônio de alarme, o acetato de isoamila (figura 41), o estudo de funções orgânicas pode ser iniciado.



**Figura 41 – Feromônio de alarme da *Apis mellifera*, o acetato de isoamila (In: QUADROS, 1998, p. 9)**

A partir da estrutura pode-se apresentar e conceituar aos alunos a função orgânica éster, a qual está em destaque.

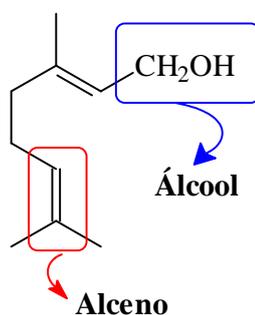
Em seguida pode-se apresentar a estrutura de outro feromônio da *Apis mellifera* que atrofia o sexo das operárias, o ácido-(E)-9-oxo-decen-2-óico (figura 42).



**Figura 42 – Feromônio da *Appis mellifera* que atrofia o sexo das operárias (In: QUADROS, 1998, p. 9)**

Este feromônio apresenta em sua estrutura química várias funções orgânicas como cetona, ácido carboxílico e alceno, as quais podem ser demonstradas aos alunos.

A *Appis mellifera* apresenta também, um feromônio de trilha, o geraniol (figura 43), que contém em sua estrutura, além da função alceno, a função álcool.



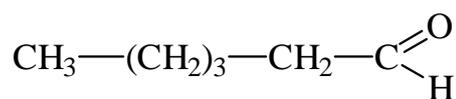
**Figura 43 – Estrutura do geraniol, feromônio de trilha da *Appis mellifera* (In: Quadros, 1998, p. 9)**

Outras funções orgânicas podem ser exploradas empregando feromônios presentes em outro inseto também muito presente no cotidiano dos estudantes, a formiga. O undecano (figura 44), feromônio de trilha das formigas de jardim, pertence à função orgânica alceno (figura 44), já o hexanal, feromônio de alarme pertence à função aldeído.



**Undecano**

**A**



**Hexanal**

**B**

**Figura 44 –A) Feromônio de trilha das formigas de jardim; B) Feromônio de alarme da formiga ao pressentir perigo de morte (In: Quadros, 1998, p. 9).**

Uma vez introduzido o conteúdo pela temática feromônios, todas as outras funções orgânicas podem ser ensinadas com os estudantes.

A partir desta temática aprendizagens relacionadas a outros conteúdos como nomenclatura e solubilidade dos compostos orgânicos, dentre outros, podem ser trabalhados. Por exemplo, a formiga de jardim, conforme já mencionado, tem como feromônio de trilha um alcano (o undecano) (figura 44) que pode ser encontrado inclusive em dias de chuva (QUADOS, 1998). A partir desta observação o conteúdo solubilidade pode ser explorado, explicando que o alcano por ser formado apenas por carbono e hidrogênio, os quais apresentam pouca diferença de eletronegatividade, é um composto apolar. Já a água, com grande diferença de eletronegatividade entre os elementos constituintes, é uma substância polar. Como semelhante dissolve semelhante, a água da chuva por ser polar não consegue solubilizar o feromônio de trilha, ou seja, este é insolúvel em água, não havendo interação entre as substâncias, podendo o feromônio ser encontrado mesmo em dias de chuva.

Outro exemplo que poderia ser abordado para explorar o mesmo conteúdo seria o geraniol (figura 43), feromônio de trilha da *Apis mellifera*. As abelhas em dia de chuva e ventania encontram dificuldade para retornar à colméia e muitas abelhas acabam morrendo, uma vez que a trilha se desfaz (QUADOS, 1998). A partir desta observação é possível discutir com os alunos o porquê que agora a água da chuva solubiliza o feromônio. Em sua estrutura o geraniol apresenta a função orgânica álcool que contém o grupo hidroxila (OH), o qual por apresentar elementos com grande diferença de eletronegatividade é polar e pode interagir com a água, que

também é polar, através de ligações de hidrogênio. Esta interação pode explicar porque a trilha se desfaz com a chuva, reforçando o fato de que semelhante dissolve semelhante.

Assim, aborda-se a química de uma forma que a mesma está relacionada à biologia e ao comportamento dos animais, podendo depois ser estudado na disciplina de biologia a organização das abelhas em uma colmeia. Pode-se também enfatizar que o controle de pragas na agricultura através do emprego de feromônios causa menor impacto ambiental, mostrando que o tema apresenta interdisciplinaridade e não apenas a química pode ser explorada, mas também outras áreas do conhecimento.

## 6. CONCLUSÃO

Através da análise e estudo sobre os feromônios e acompanhamento do manejo integrado de pragas é possível identificar o método a ser aplicado para o controle de pragas de cada cultura. Este controle implica primeiramente identificação e isolamento do feromônio de determinada praga para posterior utilização, diminuindo o uso de inseticidas e defensivos agrícolas.

Muita pesquisa tem sido feita sobre os feromônios, mas ainda há muito pra progredir. O Brasil é um país com uma diversidade muito grande de culturas e desde a década de 90 o uso de diversos tipos de feromônios no manejo integrado de pragas tem sido efetivo, contribuindo para o progresso dos programas de monitoramento e controle de insetos com feromônio. Contudo, o que realmente se deve salientar é que o progresso desse estudo toma um rumo de uma importante magnitude, pois o desenvolvimento sustentável é o principal foco juntamente com a saúde e o meio ambiente. Neste contexto, em um futuro próximo apenas o controle biológico será o suficiente para o domínio total dos insetos e não mais os inseticidas, demonstrando mais uma vez que o estudo das ciências químicas, físicas e biológicas tem um papel fundamental para o desenvolvimento do ser humano como profissional e como cidadão.

## REFERÊNCIAS

ALDRICH, J. R.; OLIVER, J. E.; LUSBY, W. R.; KOCHANSKY, J. P.; BORGES, M.. Identification of male-specific volatiles from Nearctic and Neotropical stink bgs (Heteropetra: Pentatomidae). **Journal of Chemical Ecology**. v. 20, nº.5, 1994, p. 1103-1111.

ALVES, E. J.; OLIVEIRA, M. A.; DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, S. L. Exigências climáticas. In: **A cultura da bananeira: Aspectos técnicos, sócio-econômicos e agroindustriais**. 2ª.ed. Brasília: Embrapa SPI, 1999. Cap.5, p.85-105.

ARIOLI, Cristiano João; CARVALHO Geraldo Andrade; BOTTON Marcos. Flutuação Populacional de *Grafolita molesta* (Busck) com armadilhas de feromônio sexual na cultura do pessegueiro em Bento Gonçalves, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v.35, nº.1, 2005, p. 1-5.

ARLEU, R. J. e SILVEIRA-NETO, S. 1984. Broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824)(Coleoptera: Curculionidae). **Turruialba**,v. 34, 1984, p.359-367.

BARALDI, Patrícia T.; CORRÊA, Arlene G.. O emprego de Fermento de Pão, *Saccharomyces cerevisiae*, na Síntese de Feromônios, **Química Nova**, v. 27, nº. 3, 2004, p. 421-431.

BARRATT, B. I. P.; BULL. Timing of production of a sex pheromone by females of *Stegobium paniceum* (L.) (Coleoptera, Anobiidae) and factors affecting male response, **Bulletin of Entomological Research**,v.64, n.04, 1974, p.621-628.

BARROS, Pedro Paulo da Silva, **Cultivo da Cana-de-Açúcar**. Agronomia, FTB, Brasília, DF, Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAARdQAC/cultivo-cana-acucar>>. Acesso em 28 de jul. de 2012.

BAVARESCO, Alvimar; NUÑEZ, Saturnino; MAURO S. GARCIA, Mauro S.; BOTTON, Marcos; SANT'ANA, Josué, Atração de Machos da Lagarta-das-Fruteiras *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) aos Componentes do

Feromônio Sexual Sintético na Cultura do Caquizeiro. **Neotropical Entomology**, v.34, nº. 4, 2005, p. 619-625.

BENVENGA, Sergio Roberto; FERNANDES, Odair Aparecido; GRAVENA, Santin. Tomada de decisão de controle da traça-do-tomateiro através de armadilhas com feromônio sexual. **Horticultura Brasileira**, v.25, 2007, p.164-169.

BOTTON, M. et al. **Monitoramento da mariposa *Grapholita molesta* (Busck, 1916) na cultura do pessegueiro**. Bento Gonçalves: Embrapa – CNPUV, 2001. 4p. (Embrapa – CNPUV. Comunicado Técnico,38).

BOTTON, M.; BAVARESCO, A.; GARCIA, M.S. Ocorrência de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) danificando pêssegos na Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, v.32, nº. 3, jul. 2003, p.503-505.

BRANCO, Marina Castelo; FRANÇA, Felix H.; VILLAS BOAS, Geni L. Traça-das-Crucíferas *Plutela xilostela*. In: **Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças 4**. Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças, Embrapa, Brasília, DF, 1997, 4p.

BURKHOLDER, W. E.; Biologia reprodutiva e comunicação entre armazenamento de grão e besouros armazém, **J. Geórgia Entomol. Soc.** v. 17, 1982, p. 1-10

CASTELO BRANCO, M.; VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, F.H. Nível de dano de traça-das-crucíferas em repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, nº. 2, 1996, p.154-157.

CHUMAN, T.; MOCHIZUKI, K.; MORI, M.; KOHNO, M.; KATO, K.; NOGUCHI, M.; Lasioderma química, feromônio sexual do besouro cigarro (*Lasioderma serricorne* F.), **Journal of Chemical Ecology** . v. 11, nº. 4, 1985, p. 417-434.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; CABRAL, S. B.; VALÉRIO, W.; GONCALVES, R. D.; BELTRAME, J. A. Eficiência de inseticidas aplicados em soqueiras de cana-de-açúcar no controle de *Sphenophorus levis*. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, v. 24, 2006, p. 38-41.

Disponível em: < <http://provenatnews.blogspot.com.br>>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananeiraIrrigada/pragas.htm>>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: [http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Grapholita\\_molesta/](http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Grapholita_molesta/)>. Acesso em 28 Jul. de 2012.

Disponível em: [http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Plutella\\_maculipennis/](http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Plutella_maculipennis/)>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/83\\_01re\\_2.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/83_01re_2.htm)>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: [http://www.biologico.sp.gov.br/artigos\\_ok.php?id\\_artigo=43#](http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=43#)>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: [http://www.biologico.sp.gov.br/artigos\\_ok.php?id\\_artigo=39#](http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=39#)>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/artigo.php?op=6&i=7&si=82&ar=2282>>. Acesso em: 28 Jul. de 2012

Disponível em: <http://www.chemsynthesis.com/base/chemical-structure-37738.html>>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: <http://www.dowagro.com/br/lorsban/pragas/bichomineiro.htm>>. Acesso em: 27 Jul. de 2012.

Disponível em: [http://www.floresalud.es/galeria\\_bichos/picudo\\_platanera\\_3.html](http://www.floresalud.es/galeria_bichos/picudo_platanera_3.html)>. Acesso em: 28 Jul. de 2012

Disponível em: [http://www.fmcagricola.com.br/conteudo/produtos/Leucoptera%2520coffeella\\_0228\\_2\\_2012](http://www.fmcagricola.com.br/conteudo/produtos/Leucoptera%2520coffeella_0228_2_2012)>. Acesso em: 27 Jul. de 2012.

Disponível em: <http://www.glenbiotech.es/en/pagina/el-picudo-rojo/>>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: <[http://www.infoagro.com/hortalizas/palomilla\\_dorso\\_diamante.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/palomilla_dorso_diamante.htm)>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2008000500001&script=sci\\_arttext#tab02](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2008000500001&script=sci_arttext#tab02)>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968089696000077>>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: <[http://www.sedq.es/es/productos/componentes\\_feromonales.php](http://www.sedq.es/es/productos/componentes_feromonales.php)>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: <[http://www.sedq.es/es/productos/componentes\\_feromonales.php](http://www.sedq.es/es/productos/componentes_feromonales.php)>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: <<http://www.sindrof.com.br/cafe-prevencao-e-melhor-medida-contra-pragas/>>. Acesso em: 27 Jul. de 2012.

Disponível em: <<http://www.sindrof.com.br/cafe-prevencao-e-melhor-medida-contra-pragas/>>. Acesso em: 27 Jul. de 2012.

Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=12092>>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=12092>>. Acesso em: 28 Jul. de 2012.

DUARTE, Adriana Guimarães; LIMA, Ivanildo Soares de; NAVARRO, Daniela Maria do Amaral Ferraz; SANT'ANA, Antonio Euzébio Goulart. CAPTURA DE *Rhynchophorus palmarum* L. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM ARMADILHAS ISCADAS COM O FEROMÔNIO DE AGREGAÇÃO E COMPOSTOS VOLÁTEIS DE FRUTOS DO ABACAXI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, nº.1, 2003, p.81-84.

FARIAS, A. R. N.; ALMEIDA, O. A. **Ocorrência de Pseudopiazurus obesus em Cruz das Almas, Bahia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 1992. (Mamão em Foco, 49).

FERREIRA, José Tércio e ZARBIN, Paulo H. G. Amor ao Primeiro Odor, **Química Nova na Escola**, nº 7, maio, 1998, p. 3-6.

FONTES, Humberto Rollemberg; FERREIRA, Joana Maria Santos; SIQUEIRA, Luiz Alberto, Sistema de Produção para a cultura do coqueiro. In: **Sistemas de Produção 1**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa, Aracaju, SE, 2002, 65p.

FREITAS, Johnnatan Duarte de. **Síntese de Feromônios de Curculionídeos de Interesse Econômico**. 2009. 214 p. Tese (Pós-Graduação) – Instituto de Química e Biotecnologia – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, Maceió, 2009.

FREITAS, Marcio Martins de Campos de. Acultura da soja na Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, nº. 12, 2011, 12p.

FREITAS, Wallisson da Silva; RAMOS Marcio M.; COSTA, Sidnei L. da. Demanda de Irrigação da Cultura da Banana na bacia do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, nº. 4,2008, p.343-349.

GIRÓN-PÉREZ, Katherine; NAKANO Octávio; ODA-SOUZA melissa; SILVA, Amanda C. Atração de Adultos de Sphenophorus levis Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) a Fragmentos Vegetais em Diferentes Estados de Conservação, **Neotropical Entomology**, v.38, n.6, 2009, p.842-846.

GUEDES, Jerson Vanderlei Carús; DEQUECH, Sonia Tereza Bastos; RIBEIRO, Ana Lúcia de Paula, Eficiência de Armadilhas na Captura da traça-do-tomateiro (scrobipalpuloides absoluta (Meyrick,1917)), com utilização de feromônio sexual, em estufa plástica. **Ciência Rural**, v. 26, nº. 1, 1996, p.143-145.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa, **Química Nova na Escola**, v. 31, nº 3, agosto, 2009, p. 198-202.

Haji F. N. P.; PARRA J. R. P.; SILVA J. P.; BATISTA J. G. S. Biologia da traça-do-tomateiro em condições de laboratório. **Pesq. Agropec. Bras.** V. 23, 1988. p.107-110.

HORLER, D. F.; (-) Methyl n-tetradeca-trans-2,4,5-trienoate, an allenic ester produced by the male Dried Bean beetle, *Acanthoscelides obtectus*(Say), **J. Chem. Soc.** v. 6, 1970, p.859-862.

JÚNIOR, Wilmo E. Francisco. Uma Abordagem Problematizadora para o Ensino de Interações Intermoleculares e Conceitos Afins, **Química Nova na Escola**, nº 29, Agosto, 2008, p. 20-23.

KODAMA, H.; ONO, M.; KOHNO, M.; OHNISHI, A.; STEGOBIOL, A NEW SEX PHEROMONE COMPONENT OF DRUGSTORE BEETLE (*Stegobium paniceum* L.), **J. Chem. Ecol.** v. 13, nº. 8, 1987, p.1871-1879.

KOSHIHARA, T.; YAMANDA, H. Attractant activity of the female sex pheromone of diamondback moth, *Plutella xylostella* L. and analogue. **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 24, nº. 1, 1980, p.6-12.

LORINI, I.; Manual Técnico para o Manejo Integrado de Pragas de Grãos Armazenados. In: **Manual Técnico para o Manejo Integrado de Pragas de Grãos De Cereais Armazenados**. Passo Fundo, RS. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2001, 80p.

LOUSADA, R. S.; CAMARGO, E.S.; NEVES, M. B. das; GIORGI, F.; MANFREDI-COIMBRA, S.; GARCIA, M.S. **COMPORTAMENTO REPRODUTIVO DE *Argyrotaenia sphaleropa* MEYRICK (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) EM LABORATÓRIO**. Laboratório de biologia de insetos, DFS, FAEM/UFPeI, Disponível em: [www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CA\\_00494.rtf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CA_00494.rtf). Acesso em 28 de julho de 2012.

LUPPI, Alixandre Sanquetta Laporti. **Manejo da Broca e Bicho Mineiro**. Engenharia Agrônômica-UFES-Espirito Santo. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABZP0AH/manejo-broca-bicho-mineiro>>. Acesso em: 28 de julho de 2012.

MANFREDI-COIMBRA, S., M.S. GARCIA; M. BOTTON. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Neotrop. Entomol.** V.30, 2001. p. 553-557.

MARODIN, G. A. B.; SARTORI, I. A. Situação das frutas de caroço no Brasil e no mundo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTAS DE CAROÇO PÊSSEGOS,

NECTARINAS E AMEIXAS,1.,2000, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: UFGRS, 200,. p. 7-16.

MENDONÇA, Fernando A. C. de; VILELA, Evaldo F.; EIRAS, Álvaro E.; SANT'ANA, Antônio E. G. Resposta de *Cosmopolites sordidus* (Germar)(Coleoptera Curculionidae) aos voláteis da planta hospedeira e de adultos coespecíficos em olfatômetro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, n.2,1999, p.123-128.

MESQUITA, Antônio Lindenberg M. importância e Métodos de Controle do "Moleque" ou Broca-do-Rizoma-da-Bananeira. In: **Circular Técnica**. Departamento de Agroindústria Tropical, Embrapa, Fortaleza,CE, 2003, 5p.

MICHEREFF, Mirian F.F; MICHEREFF-FILHO, Miguel; VILELA, Evaldo F. **Comportamento de acasalamento do bicho-mineiro-do-cafeeiro, Leucoptera coffeella (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)**. Depto. Biologia Animal, Univ. Federal de Viçosa, Minas Gerais; Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF. v.36, n.3, May/June, 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2007000300005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2007000300005&script=sci_arttext). Acesso em 28 Jul. de 2012.

MOREIRA, Marcos Antônio Barbosa; ZARBIN, Paulo Henrique Gorgatti. Comportamento de Oviposição de *Cervellus piranga* (Hymenoptera: Branconidae) em Larvas de Broca do Mamoeiro *Pseudopiazurus obesus* MARSHALL, 1922 (Coleoptera Curculionidae). In: **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros, Embrapa, Aracaju,SE, 2009,17p.

MOREIRA, Marcos Antônio Barbosa; ZARBIN, Paulo Henrique Gorgatti; CORACINI, Miryan Denise Araújo. Feromônios Associados aos Coleópteros-Praga de Produtos Armazenados. **Química Nova**, v. 28, nº. 3, 2005, p. 472-477.

NAIKA, Shankara; JEUDE, Joep Van Lidt de; GOFFAU, Marja de; HILNMI, Martin; DAM, Barbara Van. **Cultura do Tomate**. 1 ed. Tradução de Rob Barnhoorn. Wageningen: Digi Graf. 2006.

NAVARRO, Daniela Maria do Amaral Ferraz; MURTA, Maria Márcia; DUARTE, Adriana Guimarães; LIMA, Ivanildo Soares de; NASCIMENTO, Ruth Rufino do; SANT'ANA, Antônio Euzébio Goulart. ASPECTOS PRÁTICOS RELACIONADOS AO USO DO RINCOFOROL, O FEROMÔNIO DE AGREGAÇÃO DA BROCA-DO-OLHO-DO-COQUEIRO RHYNCHOPHORUS PALMARUM L. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) NO CONTROLE DE PRAGAS DO COQUEIRO. ANÁLISE DE SUA EFICIÊNCIA EM CAMPO. **Química Nova**,v.25, n.1, 2002, p. 32-36.

NUÑEZ, S., J. J. de VLIEGER, J. J. RODRIGUEZ, C.J. PERSOONS; I. SCATONI. Sex pheromone of South American tortricid moth *Argyrotaenia spheropa*. **J. Chem. Ecol.** V. 28, 2002, p. 425-432.

OLIVEIRA, Alessandra C., **Cultura do Repolho**. *Jornal Agrícola*, Disponível em: <<http://jornalagricola.wordpress.com/2007/07/10/cultura-do-repolho/>>. Acesso em: 28 jul. DE 2012.

OLIVEIRA, Sheila Rodrigues; GOUVEIA, Viviane de Paula; QUADROS, Ana Luiza. Uma Reflexão sobre Aprendizagem Escolar e o Uso do Conceito de Solubilidade/Miscibilidade em Situações do Cotidiano: Concepção dos Estudantes, **Química Nova na Escola**, v. 31, nº 1, fevereiro, 2009, p. 23-30.

PAZINATO, Maurícius S.; BRALBANTE, Hugo T. S.; BRALBANTE, Mara E. F.; TREVISAN, Marcele C.; SILVA, Giovanna S. Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas através da Temática Medicamentos, **Química Nova na Escola**, v. 34, nº 1, 2012, p. 21-25.

PENTEADO DIAS, A. M.; MOREIRA, M. A. B.; ZARBIN, P. H. G. Uma nova espécie de *Cervellus Szépligeti* (hymenoptera, Braconidae, Braconinae), com notas biológicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 51, n.1, 2007.

PIO, Rafael. **A Cultura do Caquizeiro**. Universidade de São Paulo, USP. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/36739616/A-cultura-do-caqui>. Acesso em: 28 jul. de 2012.

PIRES, Carmen S.S.; SUJII, Edison R.; SCHMIDT, Francisco G.V.; ZARBIN, Paulo H. G.; ALMEIDA, João R. M. de; BORGES, Miguel, Potencial de uso de armadilhas iscadas com o feromônio sexual do percevejo marrom, *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae), para o monitoramento populacional de percevejos praga da soja. In: **Manejo Integrado de Pragas e Agroecologia**, Recursos Genéticos e Biotecnologia, Embrapa, Brasília, DF, 2006, 77p.

PROTAS, J. F. da S.; MADAIL, J. C. M. Características econômicas e sociais da produção de pêssego no Rio Grande do Sul. In GARRIDO, L. T.; BOTTON, M. (Ed). **Sistema de produção de pêssego de mesa na região da serra Gaúcha**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegoMesaRegiaoSerraGaucha/pragas.htm>.

QUADROS, Ana Luiza de. Os Feromônios e o Ensino de Química, **Química Nova na Escola**, nº 7, maio, 1998, p. 7-10.

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Apresenta Informações estatísticas**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 28 Jul. de 2012.

SOUSA, W.O., ROSADO-NETO, G.H., MOREIRA, M.A.B. Description of the larva and pupa of the papaw borer weevil *Pseudopiazurus papayanus* (Marshall) (Coleoptera, Curculionidae, Piazurini). **Revista of Brazilian Entomology**, v.48, 3, p.331-334, 2004.

TALEKAR, N.S.; SHELTON, A.M. Biology, ecology and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.38, 1993, p. 275-301.

TIBONI, Aline. **Utilização de Vidros Porosos como Armazenadores e Liberadores de Feromônios de Insetos visando Controle de Pragas no Brasil**. 2007. 106p. Dissertação (Pós-Graduação) – Departamento de Química – Universidade Federal do Paraná, Paraná, Curitiba, 2007.

TUELHER, E.S., OLIVEIRA, E.E., GUEDES, R.N.C., MAGALHÃES, C.M. Ocorrência do bicho-mineiro do cafeeiro (*Leucoptera Coffella*) influenciada pelo período estacial e pela altitude. **Acta Scientiarum: Agronomy**. v. 25, n. 1, p. 119-124, 2003.

VILELA, E. F.; FERRARA, F. A. A.; PICANÇO, M. C., et al. Eficiência de Captura da traça-do-tomateiro *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick) empregando o feromônio sexual sintético em tomateiro estaqueado. I. Efeito de diferentes tipos de armadilhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA. 1995, Caxambu, M. G. **Resumos...** Caxambu, SEB. 1995. 809 p. 613.

VILELA, Edivaldo F. Adoção de Feromônios no Manejo Integrado de Pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 27, S/N, Abril, 1992, 315-318.

VILELA, Edivaldo F.; DELLA LUCIA, T.M.C. **Feromônios de Insetos-biologia, química e emprego do manejo de pragas**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1987. 160p.

WILLIAMS, H. J.; SILVESTEREIN, R. M.; W.; KHORRAMSHAHI, A.; BURKHOLDER, W. E.; Dominicalure 1 and 2 Components of Aggregation Pheromone from Male Lesser Grain Borer *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae), **J. Chem. Soc.** v.7, n°. 4, 1981, p.759-780.

ZARBIN, P. H. G.; RECKZIEGEL, A.; PLASS, E.; BORGES, M.; FRANCKE, W. Synthesis and biological activity of methyl 2,6,10-trimethyldodecanoate and methyl 2,6,10-trimethyltridecanoate; male-produced sexual pheromones of stink bugs *Euschistus heros* and *Piezodorus guildinii*. **Journal of Chemical Ecology**. v. 26, n°.12, 2000, p. 2737-2746.

ZARBIN, Paulo H. G.; ARRIGONI, Enrico De Beni; RECKZIEGEL, Aurélia; MOREIRA, Jardel A.; BARALD, Patrícia T.; VIEIRA, Paulo C. Identificação de macho-específico composto quirál a partir da cana Weevil *Sphenophorus levis*. **Journal of Chemical Ecology**, V. 29, N. 2, February 2003, p. 377-386.

ZARBIN, Paulo Henrique Gorgatti; FERREIRA, J. Tércio B.; LEAL, W. S., Metodologias Gerais Empregadas no Isolamento e Identificação Estrutural de Feromônio de Insetos, **Química Nova**, v. 22, n° 2, 1999, p. 263–268.

ZARBIN, Paulo Henrique Gorgatti; RODRIGUES, Mauro A. C. M., LIMA, Eraldo R.. Feromônios de Insetos: Tecnologia e Desafios para uma Agricultura Competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n°. 3, 2009, p. 722–731.

ZARBIN, P. H. G.; MOREIRA, M. A. B.; HAFTMANN, J.; FRANCKE, W.; OLIVEIRA, A. R. M. Male-Specific Volatiles Released by the Brazilian Papaya Weevil, *Pseudopiazurus obesus*: Partial Identification and Evidence of an Aggregation Pheromone, **Jornal Brazilian Chem. Soc.**, v. 18, n°. 5, 2007, p. 1048-1053.