



A importância da comunicação química para os insetos

Magna Santos SILVA¹, Vanessa Hana Gomes LÚCIO¹, Aldenir Feitosa dos SANTOS²

¹Universidade Estadual de Alagoas - Licenciadas em Química; E-mail: meg_inha@yahoo.com.br.

²Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL; Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde – CESMAC; Doutora em Química; E-mail: aldenirfeitosa@gmail.com.

Resumo

A comunicação química é um processo que envolve a transmissão de sinais de um organismo para o outro. Essa comunicação pode em algumas situações conceder vantagens ou desvantagens para o organismo emissor, ou para o organismo receptor, e também é conhecida como comunicação química. Os insetos interagem com o ambiente e outros organismos através desta comunicação, ou seja, através de substâncias químicas que são chamadas de semioquímicos e se subdividem em feromônios e aleloquímicos. Os feromônios são substâncias utilizadas para a comunicação dentro da própria espécie, tendo como os mais importantes os sexuais, de agregação e de trilha. Os aleloquímicos são substâncias de comunicação entre indivíduos de espécie diferentes, as principais classes de aleloquímicos são: alomônio, cairomônio, sinomônio e apneumônio. Devido a necessidade cada vez maior na produção de alimentos o homem trava uma guerra com os insetos que se tornam praga para a agricultura e lançam mão do uso intensivo e muitas vezes abusivo, de agrotóxicos. Visando a preservação do ecossistema, o uso de agrotóxico para o controle de insetos-praga diminuiu consideravelmente, ao tempo em que a pesquisa por formas alternativas para o controle de pragas tem aumentado significativamente, principalmente as que se baseiam no estudo sobre o comportamento dos insetos a fim de encontrar um agente que fosse altamente específico. Diante dessas condições o uso de infoquímicos, principalmente feromônios vem se tornando primordial para o manejo e controle de insetos-praga. Dentro do exposto, o objetivo deste trabalho é reconhecer os diversos tipos de comunicação entre insetos, relatando as substâncias responsáveis pela comunicação e verificar a utilização de substâncias químicas para detecção ou controle de insetos-praga, através de um levantamento bibliográfico realizado em livros, revistas e sítios da internet.

Palavras chave: Comunicação, Infoquímicos, Insetos-praga.

Introdução

A natureza está dotada de vários processos de comunicação e todos os seres vivos desde os mais primitivos aos mais complexos no percurso da evolução necessitam comunicar para sobreviver. O homem primitivo precisava recorrer ao cheiro para realizar determinados atos do cotidiano e ainda hoje algumas tribos africanas localizam os animais que pretendem caçar através do odor que estes liberam (COSTA, 1998).

Os insetos estão entre os seres que mais utilizam os odores para desempenhar atividades durante sua existência, tendo esses um papel determinante na localização de presas, na defesa e na agressividade, na seleção de plantas hospedeiras, na escolha de locais para oviposição, na corte e no acasalamento, na organização das atividades sociais e em diversos outros comportamentos (MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005).

A comunicação química entre os insetos tem um papel determinante no sucesso da espécie tendo em vista que muitos deles apresentam um ciclo de vida bastante curto (ZIMMERMANN, 2005). E comunicação, nada mais é do que, um processo que envolve a transmissão de sinais entre organismos, o qual confere em algumas situações, vantagens apenas para o organismo emissor e seu grupo ou em outras situações, apenas para o organismo receptor ou para ambos os organismos emissores ou recebedores da mensagem (NASCIMENTO; SANT'ANA, 2001).

Os insetos exercem suas relações ecológicas com o ambiente e com os outros organismos de várias maneiras, sendo uma das mais importantes a comunicação por meio de compostos químicos. Estes compostos no indivíduo receptor da mensagem química agem como gatilhos fisiológicos de reações comportamentais específicas. Estas substâncias são chamadas de semioquímicos (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).



A origem semântica da palavra semioquímico está relacionada com a palavra grega *semeion*, que significa sinal, portanto, são designados de semioquímicos (sinais químicos) os compostos utilizados na intermediação de relações entre os seres vivos (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009). O termo semioquímico é amplo referindo-se não somente as substâncias químicas responsáveis pelo fornecimento de informação, como também as toxinas, por esse motivo faz-se mais adequado o uso do termo infoquímicos, quando se quer tratar apenas de substâncias químicas envolvidas no processo de comunicação (VILELA; LUCIA, 2001). Os infoquímicos se subdividem em feromônios e aleloquímicos (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

São inúmeras as possibilidades de uso dos infoquímicos em estratégias de controle de pragas para culturas agrícolas, os maiores avanços estão sempre relacionados ao uso de feromônios sexuais. O uso dessas substâncias, como forma alternativa no controle de pragas, proporciona uma série de vantagens, entre as quais: simplicidade, economia e um menor impacto ambiental (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Este trabalho tem por objetivo reconhecer os diversos tipos de comunicação entre insetos, relatar as substâncias responsáveis pela comunicação e verificar a utilização das mesmas para a detecção ou controle de pragas.

A história dos insetos

Os insetos são animais invertebrados e fazem parte da classe insecta. Surgiram há milhões de anos. Cientistas afirmam que os primeiros surgiram há cerca de 500 milhões de anos. Sendo conhecidas um milhão de espécies de um total de 2,5 milhões, que provavelmente ocorrem (ALVES, 1998), entre elas, podemos destacar: borboletas, moscas, traças, abelhas, vespas, besouros, formigas e muitas outras. Os insetos constituem o maior grupo animal da face da terra (BORROR; DELONG, 1969).

Esses animais desempenham importante papel ecológico, pois atuam como polinizadores, herbívoros, decompositores, predadores e parasitóides. Além disso, os insetos causaram e vêm causando um certo impacto nas culturas humanas por sua variedade quase infinita de cores, formas, tamanhos, modos de vida e também pelos sons que produzem (COSTA NETO, 2000).

A importância dos insetos vai muito além de suas relações com os homens, eles cumprem papéis chave e são essenciais dentro da maioria dos ecossistemas terrestres.

São responsáveis por boa parte da ciclagem de nutrientes, degradando serrapilheira, madeira e matéria orgânica em decomposição, são responsáveis por grande parte da polinização e da dispersão de sementes de várias plantas, são fundamentais nas cadeias alimentares ajudando na manutenção da composição e estrutura de comunidades de plantas e animais através da transmissão de doenças ou pela predação e parasitismo (CERETO, 2008). Também possui uma importância econômica graças a produção de cera, mel, seda, sendo ainda em alguns países utilizados como fonte de alimento (NUNES, 2005).

Comunicação química entre insetos

A palavra comunicar vem do latim *communicare* com a significação de “por em comum”. Comunicação é convivência, agrupamento caracterizado por forte coesão, baseada no consenso espontâneo dos indivíduos. Portanto, através da compreensão, seu grande objetivo é o entendimento entre os indivíduos. A comunicação pode ser considerada o processo social básico, primário, porque é ela que torna possível a própria vida em sociedade. Vida em sociedade significa intercâmbio. E todo intercâmbio entre os seres vivos só se realiza por meio da comunicação (PENTEADO, 1973).

Os seres vivos como constituintes de um mesmo ecossistema possuem de forma inerente a necessidade de efetuar a comunicação intraespecífica ou interespecífica. De forma geral a comunicação é realizada através de estímulos, ópticos, auditivos e táteis, porém existem indivíduos que fazem o uso de substâncias químicas para transmissão da informação, como por exemplo, as formigas. A comunicação por odores é particularmente importante para os insetos, classe composta por mais da metade de todas as espécies já catalogadas sobre o planeta. (WENDLER, 2006).



Os insetos exercem a comunicação com outros organismos através da detecção e emissão de compostos químicos, é a partir desses compostos que os insetos encontram parceiros para o acasalamento, alimento ou presa, escolhem local de oviposição, se defendem contra predadores e organizam suas comunidades, no caso dos insetos sociais, os compostos utilizados na intermediação de relações entre seres vivos são denominados semioquímicos (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Os insetos sociais possuem mecanismos bem desenvolvidos de comunicação química, sendo os receptores olfativos amplamente utilizados nesse processo, assim os hidrocarbonetos presentes na cutícula constituem o grupo de compostos químicos de importância fundamental para a sinalização intra e inter-colonial (FERREIRA-CALIMAN *et al.*, 2007).

Classificação geral dos infoquímicos

Os infoquímicos são substâncias químicas que participam das interações entre os seres vivos evocando respostas comportamentais ou fisiológicas nos organismos receptores. Dependendo da ação que provoca, intraespecífica ou interespecífica, são classificadas respectivamente como feromônios ou aleloquímicos (HENRIQUES, 2003) (Figura 1).

A palavra feromônio foi utilizada pelos cientistas Peter Karlson e Adolf Butenandt, por volta de 1959 a partir do grego antigo *féro*, que significa transportar e *órmon*, que significa excitar. Portanto, o termo indica que se trata de substâncias que provocam excitação ou estímulo (VILELA; LUCIA, 2001).

Os feromônios ou feromonas são substâncias químicas que, captadas por animais de uma mesma espécie (intra-específica), permitem o reconhecimento mútuo dos indivíduos. Os feromônios excretados são capazes de suscitar reações específicas de tipo fisiológico ou comportamental em outros membros que estejam em um determinado raio do espaço físico ocupado pelo excretor. Existem diversos tipos de feromônios, tais como: sexuais, de trilha e de agregação (VILELA; LUCIA, 2001).

Os feromônios são únicos para cada inseto, cada espécie possui seu próprio código de comunicação baseado nas diferenças estruturais dos compostos, ou na proporção desses compostos. Isto é necessário para que na natureza não haja reprodução ou outro tipo de interação entre indivíduos de espécies distintas (BARALDI; CORRÊA, 2004).

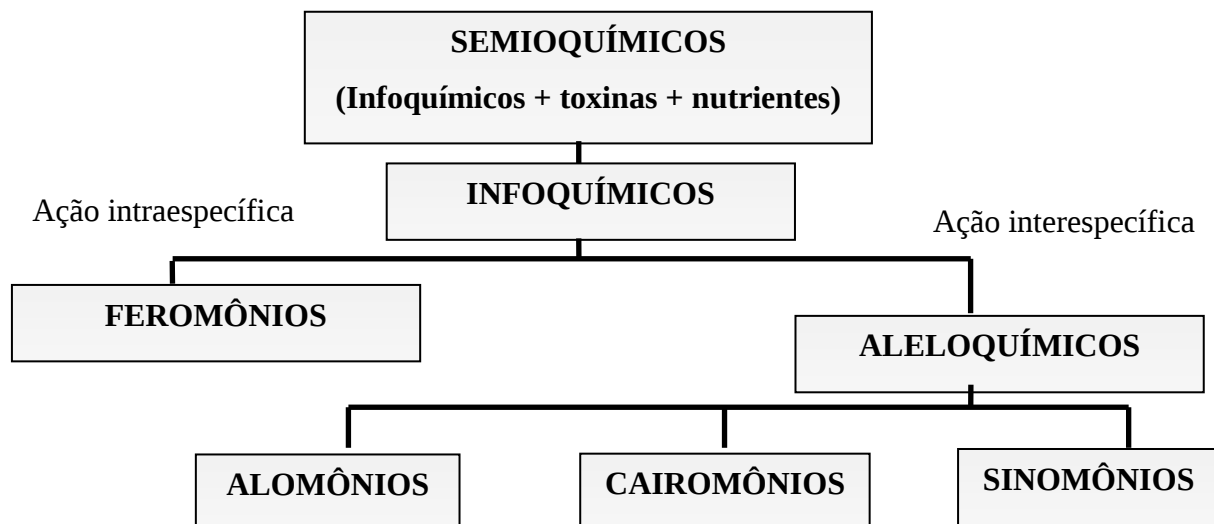


Figura 1: Fluxograma de classificação dos semioquímicos (HENRIQUES, 2003).

Substância utilizada para comunicação interespecífica

A palavra aleloquímico tem origem do grego *allelon*, que significa de um a outro. Os aleloquímicos são mediadores de interações entre indivíduos de espécies diferentes, possui uma ação interespecífica e exercem papel fundamental em todas as comunidades. Relações aleloquímicas podem ser organizadas de acordo com o benefício (VILELA; LUCIA, 2001).



Os aleloquímicos são classificados em quatro grupos: alomônios, cairomônios, sinomônios e apneumônios.

Alomônios são sinais químicos que favorecem apenas o indivíduo emissor do sinal químico. Um exemplo de alomônio é o cupim *Mastotermes darwiniens* (Figura 2) cujo alomônio é a *p*-benzoquinona é o principal componente da secreção de defesa produzida pela glândula frontal (VILELA; LUCIA, 2001) (Figura 3).



Figura 2: *Mastotermes darwiniens* e *p*-benzoquinona.
Fonte: OZANIMALS, 2010.

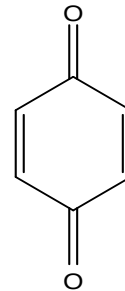


Figura 3: *p*-benzoquinona. Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.

Cairomônios são substâncias mensageiras químicas que concedem vantagens para o organismo receptor, evocando no receptor uma resposta favorável ao organismo. Um exemplo é o α -pineno (figura 4), emitido por algumas plantas como: pinheiro, eucalipto e alecrim, que atua como cairomônio em *Dendroctonus sp* (Coleóptera: Scolytidae).

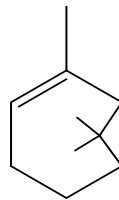


Figura 4: α -pineno. Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.

Sinomônios são substâncias que favorecem tanto a espécie emissora quanto espécie receptora do sinal. São exemplos o E- β -ocimeno (figura 5), principal constituinte no extrato de flores do pau-brasil e o isotiocianato de alila (figura 6), um constituinte volátil das crucíferas, demonstrados na figura 5, que atrai *Diaretiella rapae* (figura 7), um parasitóide de crucíferas (VILELA; LUCIA, 2001).

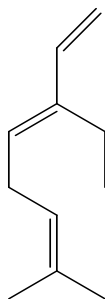


Figura 5: E- β -ocimeno. Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.

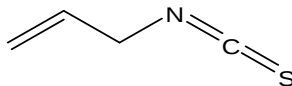


Figura 6: isotiocianato de alila.
Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.



Figura 7: *Diaretiella rapae*.
Fonte: PARASITOIDS, 2010.

Apneumônios são substâncias químicas liberadas por um hospedeiro não vivo que atraem parasitóides. Um exemplo é o parasitóide *Venturia canescens* (figura 8) que é atraído pelo odor da farinha de aveia, onde se encontra seu hospedeiro *Plodia interpunctella* (figura 9) (WENDLER, 2006).



Figura 8: *Venturia canescens*.
Fonte: FAUVERGUE, 2010.



Figura 9: *Plodia interpunctella*.
Fonte: FAUVERGUE, 2010.

Feromônios

O maior problema encontrado para a identificação de feromônios está no fato desses materiais biologicamente ativos serem produzidos pelos organismos em quantidades extremamente baixas, no meio de uma grande quantidade de compostos inativos, porém quimicamente semelhantes (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999).

A grande maioria dos feromônios atualmente conhecida foi identificada em estudos com mariposas e borboletas. Os atraentes sexuais de longa distância têm sido mais utilizados em função do seu potencial no uso de Programa de Manejo Integrado de pragas (VILELA; LUCIA, 2001).

O primeiro feromônio de inseto foi isolado e identificado em 1959 por um pesquisador alemão chamado Butenandt, tendo sido o resultado de mais de 20 anos de pesquisas. O inseto empregado foi a mariposa do bicho-da-seda *Bombyx mori*, e o feromônio sexual dessa espécie, é conhecida como bombicol. Esse trabalho despertou grande interesse, não apenas por ser o pioneiro, mas também pela simplicidade da estrutura química atribuída ao feromônio (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

As pesquisas com infoquímicos realizadas em todo o mundo já contemplaram estudos com 103 dos 447 insetos-praga do agronegócio brasileiro, o que representa 23% do total de espécies. Entre as 10 espécies mais importantes, *Spodoptera frugiperda*, *Elasmopalpus lignosellus*, *Spodoptera eridania*, *Mocis latipes*, *Agrotis ipsilon*, *Corcyra cephalonica*, *Plodia interpunctella*, *Procornitermes triacifer*, *Diabrotica speciosa*, *Acromyrmex landolti*, 90% já tiveram algum infoquímico identificado, sendo o cupim *Procornitermes triacifer* a única espécie ainda não estudada (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Nos trabalhos realizados posteriormente foi possível analisar que a maioria dos feromônios sexuais possuíam estruturas igualmente simples (ZARBIN; FERREIRA; LEAL, 1999).

Produção de feromônios

Os corpos dos insetos são verdadeiras máquinas produtoras de substâncias químicas das quais muitas são infoquímicos. Os feromônios são geralmente produzidos por modificações glandulares das células epidérmicas no tegumento, as quais podem se localizar em qualquer parte do corpo do inseto. Algumas estruturas produtoras de feromônios serão citadas para uma melhor compreensão desse trabalho, dentre elas estão membranas intersegmentares modificadas, são geralmente restritas à produção de atraentes sexuais, principalmente nas fêmeas da ordem Lepidoptera e em algumas espécies de Mecoptera e Coleoptera (VILELA; LUCIA, 2001).

Outras estruturas são as células desprovidas de duto, que são restritas às glândulas produtoras de feromônios sexuais em fêmeas Lepidopterans e o odor de agregação em fêmeas do besouro *Trogoderma granarium*. Os tegrinos abdominais modificados são glândulas representadas por um adensamento não pareado da epiderme e não são reversíveis, em todas as espécies produzem feromônios de trilha, cuja composição química é na maioria desconhecida. As glândulas com reservatórios revestidos por cutículas, os compostos originados dessa estrutura podem funcionar como feromônio de trilha, de alarme, sexual ou reguladores de casta. Essas são algumas formas de produção de feromônios comuns a diversos tipos de insetos (VILELA; LUCIA, 2001).



Emprego de feromônios na agricultura

A origem das pragas é mais antiga do que a civilização humana, mas a presença danosa decorreu do desequilíbrio ecológico provocado pelo próprio homem. Acúmulo inadequado de alimentos, lixo, ausência de predadores naturais e a falta de higiene e educação das pessoas é que levam ao descontrole, inexistente nas condições naturais (NETO, 1995).

Desde que o homem trocou o extrativismo pelo cultivo de plantas com finalidade de produzir alimentos em maior quantidade, ele trava uma guerra com os insetos. Uma espécie de inseto torna-se praga agrícola porque sua população cresce sem limites, este crescimento desenfreado, ou sem fatores limitantes, é basicamente decorrente de três componentes: oferta de alimento, alta taxa reprodutiva e ausência de inimigos naturais (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

A crescente preocupação em preservar o ecossistema tem exigido da comunidade científica a busca por novos métodos de controle de insetos-praga. O uso indiscriminado de agrotóxicos, além de causar danos ao meio ambiente e organismos não-alvos, tem causado problemas relacionados à resistência dos insetos aos princípios ativos destes produtos (MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005).

Entretanto, uso inadequado dos praguicidas químicos, como a falhas nas técnicas de aplicação, falta de seleção criteriosa dos princípios ativos, usos de concentrações dos produtos acima ou abaixo do recomendado, acabou gerando vários efeitos colaterais (NETO, 1995).

A solução ideal no combate aos insetos seria o desenvolvimento de agentes altamente específicos que viessem a atacar apenas as espécies nocivas, não permitissem o desenvolvimento de resistência e não colocassem em risco a preservação do meio ambiente. Ante essas condições, os feromônios ocupam lugar de destaque. Por serem substâncias naturais que regulam comportamentos essenciais para a sobrevivência da espécie, é pouquíssimo provável que os insetos possam vir a desenvolver algum tipo de resistência a eles, à semelhança do que ocorre com agrotóxicos tradicionais. Por outro lado, a possibilidade de haver danos ambientais estaria completamente descartada (FERREIRA; ZARBIN, 1998).

O uso de infoquímicos, principalmente os feromônios, está se tornando uma importante ferramenta para a implementação de alternativas para o monitoramento e controle de insetos-praga (MOREIRA; ZARBIN; CORACINI, 2005).

Para a agricultura, são os feromônios sexuais que têm maior interesse para o controle das populações de insetos, em especial no caso de pragas que agredem as lavouras. Uma vez identificado o feromônio sexual e possibilitada a sua produção sintética, ele pode servir de isca, nas lavouras, para atrair e capturar insetos em armadilhas previamente preparadas (QUADROS, 1998).

Feromônios sexuais são mensageiros químicos produzidos por um sexo para atração do sexo oposto com propósito de reprodução. Estes compostos estão entre as substâncias fisiologicamente mais ativas hoje conhecidas, por causarem respostas quando usadas em concentrações extremamente baixas (VILELA, 2007).

Existem diferentes possibilidades de utilização dos feromônios na agricultura, levando-se em consideração, o inseto alvo, a cultura e as características químicas e físicas dos compostos químicos envolvidos. Um feromônio pode ser empregado simplesmente para auxiliar ou otimizar outras estratégias de controle, ou ainda, em alguns casos, como uma medida de controle propriamente dita. De modo geral, os principais métodos para aplicação de feromônios sexuais são: monitoramento, coleta massal, e confusão sexual (VILELA, 2007).

Monitoramento

O monitoramento consiste num acompanhamento regular da população de um inseto-praga, por meio de armadilhas contendo o feromônio sintético ou o sexo emissor aprisionado em gaiolas numa área conhecida. A partir desse sistema, é possível indicar ou não a presença da praga nessa área e quando presente, em que níveis populacionais, facilitando a adoção de medidas de controle, a fim de se evitar ou reduzir os seus danos. A utilização desta estratégia torna o controle da praga mais econômico e efetivo, racionalizando as pulverizações e preservando os inimigos naturais no agroecossistema. Como exemplos de pragas controladas por monitoramento temos: bicho-do-fumo - *Laciderma serricorne*, bicudo do



algodoeiro - *Anthonomus grandis*, traça-da-batatinha - *Phthrimaea operculella*, moleque da bananeira - *Cosmopolitus sordidus*, mariposa ocidental - *Grapholita molesta*, dentre outros (VILELA, 2007).

Coleta massal

A coleta massal é um método de controle, no qual se utiliza o feromônio sintético em um grande número de armadilhas, com o intuito de se capturar o maior número possível do inseto-praga alvo, seletivamente, de forma a suprimir sua população para mantê-la abaixo do nível econômico (VILELA, 2007).

O uso mais freqüente de feromônio é para determinar a presença e a densidade da praga no cultivo, para que a intervenção seja precisa e com o menor custo econômico e ambiental possível. Com o resultado tem-se a diminuição do uso de produtos químicos, e em alguns casos, a necessidade do produto químico é totalmente eliminada (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Um grande benefício da coleta massal refere-se, principalmente, aos insetos-pragas que utilizam feromônio de agregação, considerando-se que neste caso, são atraídos além de machos, as fêmeas. Com isso, é possível reduzir boa parte dos descendentes que seriam produzidos, tem-se como exemplos de pragas controladas por este método: broca-do-olho-do-coqueiro - *Rhynchophorus palmarum* e a da cana-de-açúcar - *Migdolus fryanus* (VILELA, 2007).

Confusão sexual

O conceito da confusão sexual, confundimento ou ainda interrupção de acasalamento, baseia-se na interferência ou impedimento da transmissão de sinais entre os parceiros sexuais. Isto tem sido obtido com a liberação de uma quantidade maior de feromônio sintético na área em que se deseja o controle, para diminuir ou impedir os insetos de localizar seu respectivo parceiro e, dessa forma, reduzir o acasalamento e, conseqüentemente, sua nova geração (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

A quantidade de feromônio a ser utilizada para a confusão sexual é dependente do inseto-praga, das características físico-químicas do feromônio, e do estado fenológico da cultura na época de sua utilização. Dentre as situações mais favoráveis ao emprego da confusão sexual no manejo de pragas encontram-se (VILELA, 2007):

- Aquelas espécies de inseto-praga que podem ser controladas em baixas densidades populacionais;
- As que possuem um ciclo de vida protegido dos tratamentos por inseticidas convencionais;
- Aquelas nas quais as áreas tratadas por confusão sexual não possam ser reinfestadas pela postura de fêmeas imigrantes.

O mais consagrado exemplo, tanto histórico como prático, tem sido o controle de populações da Lagarta rosada - *Pectinophora gossypiella*, uma das mais importantes pragas do algodoeiro (VILELA, 2007).

Pragas controladas por feromônios no algodoeiro

Pectinophora gossypiella - Lagarta rosada

Pectinophora gossypiella, figura 10, é uma praga que na fase adulta apresenta hábitos noturnos. A fêmea põe ovos de preferência nas maçãs novas, sendo que, após a eclosão as larvas perfuram e penetram nas maçãs atingindo as sementes e também as fibras (SILVA *et al.*, 1997). É possível controlá-la utilizando o feromônio sexual sintético gossyplure (figura 11). Esse produto é formulado em tubos capilares e distribuído no campo, o que provocara a confusão dos machos e evitará o acasalamento da espécie (GALLO *et al.*, 2002).



Figura 10: *Pectinophora gossypiella*.
Fonte: VIA, 2010

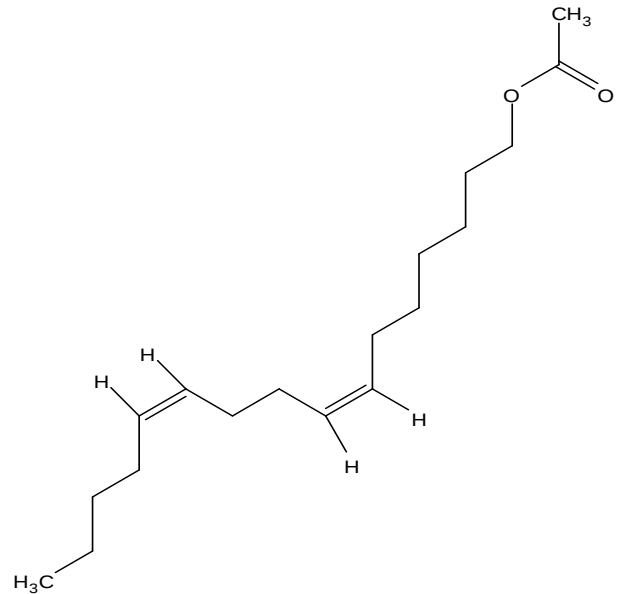


Figura 11: Gossylure. Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.

Anthonomus grandis – Bicudo

Os danos causados pelo bicudo, figura 12, aparece na época da maturação, causando amarelecimento e queda dos botões florais, destruindo as fibras e sementes. Utiliza-se o feromônio *grandlure*, figura 13, por meio do tubo mata-bicudo, com atrativos alimentares, coloração atrativa (amarela) e um dispersor de feromônio (GALLO *et al.*, 2002).



Figura 12: *Anthonomus grandis*.
Fonte: BICUDO, 2010.

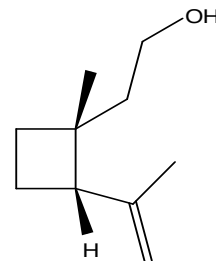


Figura 13: Glandlure.
Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.

Pragas controladas por feromônios na bananeira

Cosmopolites sordidus - Broca ou moleque da bananeira

É um besouro preto, figura 14, que mede cerca de 11 mm de comprimento e 5 mm de largura. Durante o dia, os adultos são encontrados em ambientes úmidos e sombreados. Os danos são causados pelas larvas, as quais constroem galerias no rizoma, debilitando as plantas e tornando-as mais sensíveis ao tombamento. Plantas infestadas normalmente apresentam desenvolvimento limitado, amarelecimento com posterior secamento das folhas, redução no peso do cacho e morte da gema apical. E o feromônio sexual utilizado é o sordidina, (figura 15) esse é colocado em uma armadilha e usa-se água mais detergente ou sabão (GALLO *et al.*, 2002).



Figura 14: *Cosmopolites sordidus*.
Fonte: FITO, 2010.

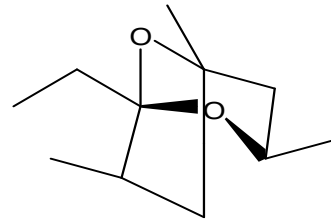


Figura 15: Sordidina.
Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.

Pragas controladas por feromônios na cana-de-açúcar

Metamasius hemipterus - Broca-da-cana-de-açúcar

É uma das principais pragas da cana-de-açúcar, também conhecido como besouro-rajado-da-cana, figura 16. O inseto tem hábitos subterrâneos, vivendo em solos profundos, bem drenados. Os machos são ativos e voam, ao passo que as fêmeas não voam, pois tem as asas atrofiadas. Os feromônios (figura 17) de agregação são usados para monitoramento, empregados em armadilhas (GALLO *et al.*, 2002).



Figura 16: *Metamasius hemipterus*.
Fonte: ENTNEMDEPT, 2010.

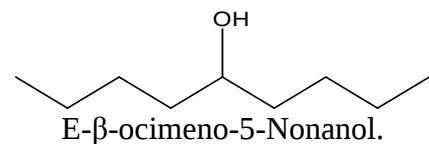
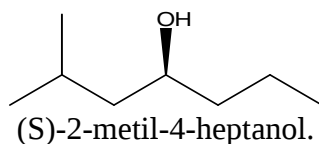
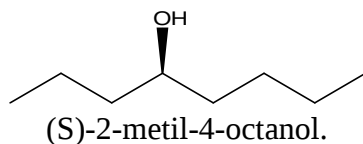


Figura 17. Feromônios de agregação de *M. hemipterus*.
Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.

Pragas controladas por feromônios nos citros

Ecdytolopha aurantian - Bicho furão

O bicho furão, figura 18, adulto é uma pequena mariposa. A postura é feita nos frutos, sendo um ovo por fruto, após alguns dias nascem às lagartas, que atacam tanto as frutas maduras (preferência) como as verdes. Para se transformar em pupa, ela abandona o fruto, penetrando no solo, até se tornar adulto (mariposa) (GALLO *et al.*, 2002). Para a utilização do feromônio como uma ferramenta segura e útil no manejo do bicho-furão foram necessários estudos quanto aos aspectos biológicos como o acasalamento da espécie que é mediado por um feromônio sexual emitido pelas fêmeas para a atração dos machos, sendo a proporção sexual de um macho para cada fêmea, permitindo assim a viabilidade do monitoramento via armadilha com feromônio (BENVENGA; GRAVENA, 2010).



Figura 18: *Ecdytolopha aurantian*.
Fonte: TODA, 2010.

Pragas controladas por feromônios nos cereais (milho, trigo, arroz e outros)

Os insetos do gênero *Sitophilus*, vulgarmente conhecidos como gorgulhos e também como brocas, são considerados pragas de importância econômica, pois apresentam grande potencial de reprodução. A postura de ovos é feita nos grãos, onde posteriormente eclodem as larvas, que se desenvolvem, e saem deste para empupar e se transformar em adultos. Os autores brasileiros tem confundido o *S. zeamais*, (figura 19) com o *S. orysae*, (figura 20) que tem a maior capacidade de vôo, onde o feromônio utilizado para sua atração é o de agregação: (4S, 5R)-5-hidroxi-4-metil-3-heptanona (figura 21). Entretanto o *S. granarius* (figura 22), não voa e não ocorre no Brasil o feromônio de agregação utilizado para sua atração é o (2R, 3S)-2-metil-3-hidroxipentanoato de 1-etilpropila (figura 23). A identificação segura só pode ser feita em laboratório, através da genitália dos referidos insetos (TECNIGRAM, 2010).



Figura 19: *Sitophilus zeamais*.
Fonte: DAVESGARDEN, 2010.



Figura 20: *Sitophilus orysae*.
Fonte: RENTOKIL, 2010.

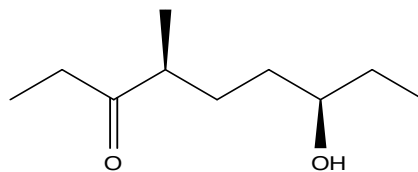


Figura 21: (4S, 5R)-5-hidroxi-4-metil-3-heptanona.
Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.



Figura 22: *Sitophilus granarius*.
Fonte: BENGT, 2010.

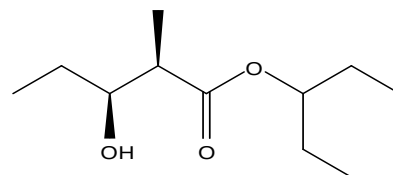


Figura 23: (2R, 3S)-2-metil-3-hidroxipentanoato de 1-etilpropila.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2010.

Conclusão

Através desta pesquisa foi possível reconhecer os tipos de comunicação química existentes, bem como constatar a importância desta para os insetos, identificando as substâncias utilizadas para esta comunicação. Foi possível também relacionar o uso dos infoquímicos, principalmente os feromônios, no controle e detecção de insetos-pragas.

O uso indiscriminado de agrotóxicos ao longo dos anos tem provocado vários efeitos colaterais, pelo acúmulo de resíduos de seus componentes químicos. Ainda que os agrotóxicos cumpram um papel de protegerem as culturas agrícolas de pragas, doenças e plantas invasoras, o seu uso excessivo tem causado danos irreversíveis à saúde humana e ao meio ambiente, pois contaminam os solos, as águas e os alimentos produzidos.

O uso de feromônios vem se tornando primordial para esse controle, visando sua alta especificidade, não apresentando nenhum efeito deletério para as espécies que não são objeto de controle e observando que nenhum resíduo químico é depositado no meio ambiente ou no alimento produzido. Tal aspecto só vem salientar a importância do uso dos infoquímicos para uma agricultura sustentável e não poluidora.

Referências bibliográficas

- ALVES, S. B. **Patologia e controle microbiano: Vantagens e desvantagens**. Controle microbiano de insetos. 2ª Ed. Fealq, Piracicaba, 1998.
- BARALDI, P. T.; CORRÊA, A. G. **O emprego de fermento de pão na síntese de feromônios**. Química nova, V.27, N.3, p.421-431, 2004.
- BENGT, A.; CRISTOFFER, F. Disponível em: <http://www.fsoe.se/nyhet/nyhet20.htm>. Acessado em 03 de maio de 2010.
- BENVENGA, S. R.; GRAVENA, S. **Feromônio no manejo ecológico do bicho furão**. Disponível em: www.agrofit.com.br. Acessado em 07 de abril de 2010.
- BICUDO DO ALGODOEIRO: MG institui Grupo de Trabalho para controle da praga. Disponível em: www.portaldoagronegocio.com.br. Acessado em 07 de abril de 2010.
- BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard blucher, 1969.
- CERETO, C. E. **Formigas em restingas na região da lagoa pequena, Florianópolis, Sc: levantamento taxonômico e aspectos ecológicos**. Tese de conclusão de curso, UFSC, 2008.
- COSTA NETO, E. M. **Introdução a etnoentomologia: considerações metodológicas para o estudo de casos**. UEFS, Feira de Santana, 2000.
- COSTA, A. **Feromonas**. Revista portuguesa de farmácia, V.38, N.1, 1998.
- DAVESGARDEN. Disponível em <http://davesgarden.com/guides/bf/showimage/93/>. Acessado em 07 de maio de 2010.
- ENTNEMDEPT. Disponível em: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/orn/silky_cane_weevil_fig1.htm. Acessado em 03 de maio de 2010.



- FAUVERGUE, X. Disponível em: www2.sophia.inra.fr/research/research.html. Acessado em 07 de abril de 2010.
- FERREIRA-CALIMAN, M. J. F.; CABRAL, G. C. P.; MATEUS, S.; TURATTI, I. C. C.; NASCIMENTO, F. S.; ZUCCHI, R. **Composição Química da Epicutícula de Operárias de *Melipona marginata* (Hymenoptera, Apinae, Meliponini)**. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu – MG, 2007.
- FERREIRA, J. T. B.; ZARBIN, P. H. G. **Amor ao primeiro odor**. *Química Nova na Escola*, N. 7, 1998.
- FITO. Disponível em: www.revistarural.com.br/.../rev118_bananas.htm. Acessado em 08 de abril de 2010.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. V. 10, Piracicaba-SP, Ed. FEALQ, 2002.
- HENRIQUES, C. M. P. **Instrução normativa conjunta ANVISA/IBAMA/mapa para regulamentação de produtos semioquímicos**. Anvisa, 2003.
- MOREIRA, M. A. B.; ZARBIN, P. H. G.; CORACINI, M. D. A. **Feromônios associados aos coleópteros-praga de produtos armazenados**, *Química Nova*, v. 28, N. 3, 472-477, 2005.
- NASCIMENTO, R. R.; SANT'ANA, A. E. G. In VILELA, E. F.; LUCIA, T. M. C. D. **Feromônios de Insetos – Biologia, Química e Aplicação**. 2ª ed. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2001
- NETO, C. C. **Manual de biologia e controle de insetos domésticos**. São Paulo: Ciba Geygy, 1995, 65p.
- NUNES, A. L. **A entomofauna do parque ambiental de Bélem-PA. – Projeto**, Governo do estado do Pará 2005.
- OZANIMALS. Disponível em: www.ozanimals.com/darwiniensis.html. Acessado em 06 de fevereiro de 2010.
- PARASITIDS. Disponível em: www.aphidweb.com/bioagentlist.htm. Acessado em 07 de abril de 2010.
- PENTEADO, J. R. Whitaker. **Comunicação humana**. São Paulo. Pioneira, 1973.
- QUADROS, A. L. **Os feromônios e o ensino de química** . , *Química Nova na escola*, N. 7, 1998.
- RENTOKIL. Disponível em: <http://www.rentokil.pt/guias-para-pragas/insectos-e-aranhas/insectos-dos-produtos-armazenados/gorgulho-dos-graos/index.html>. Acessado em 03 de maio de 2010.
- SILVA, A. L. S.; NASCIMENTO, I. M.; MACEDO, L. B.; PEREIRA, R. V. **Ensaio de campo visando ao controle da lagarta rosada do algodoeiro (*pectinopora gossypiella*)**. *Anais ESC. Agron. Ed.vet.*27(2): 9-12, 1997.
- TECNIGRAM. Disponível em: <http://www.tecnigram.com.br/html/sitophilusorysaezeamis.htm>. Acessado em 06 de maio de 2010.
- TODA FRUTA. Disponível em: www.todafruta.com.br. Acessado em 03 de maio de 2010.
- VIA RURAL. Disponível em: <http://br.viarural.com>. Acessado em 05 de abril de 2010.
- VILELA, E. F.; LUCIA, T. M. C. D. **Introdução aos semioquímicos e Terminologia-Biologia, Química e Aplicação**. 2ª Ed. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2001.
- VILELA, E. F. **Workshop tecnológico sobre pragas da cana-de-açúcar**. Piracicaba-SP, 2007.
- WENDLER, E. P. **Síntese e avaliação de infoquímicos de Diabrotica SSP. (coleóptera chrysomelidae)**. Dissertação de mestrado UFPR, 2006.
- ZARBIN, P. H. G.; FERREIRA, J. T. B.; LEAL, W. S. **Metodologias gerais empregadas no isolamento e identificação estrutural de feromônios de insetos**. *Química Nova*, V. 22, N. 1, 1999.



ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C. M.; LIMA, E. R. **Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil.** *Quimica Nova*, V. 32, N. 3, 722-731, 2009.

ZIMMERMAM, A. **Aplicação de resolução enzimática na síntese estéreos seletiva de feromônios de agregação de insetos-praga de palmáceas.** Dissertação de mestrado. UFPR, 2005.