



Os semioquímicos no controle de pragas e vetores de doenças

Entrevista concedida a
Lucas Tadeu Ferreira

Estudos biológicos comportamentais e químicos para o emprego de semioquímicos em agroecossistemas

Foto: Cláudio Bezerra

Neste início de milênio, o Brasil se encontra com todas as condições para se consagrar como um dos principais pólos mundiais de pesquisa, desenvolvimento e uso de agentes de controle biológico de pragas e de vetores de doenças. A sua rica biodiversidade, sem dúvida, facilita a busca de inimigos naturais que podem ser empregados no controle de plantas daninhas, nematóides, microrganismos, insetos-pragas, e, mais ainda, no controle de insetos-vetores de doenças humanas e de animal.

Tradicionalmente, o controle químico tem sido o principal método de controle desses agentes etiológicos, mas o meio ambiente tem sofrido conseqüências nocivas com a utilização descontrolada dos pesticidas químicos. Em contrapartida, a crescente demanda pela proteção ambiental tem incentivado a busca e a adoção de métodos alternativos de controle e erradicação de pragas e doenças. Assim, a utilização do controle biológico tem-se mostrado promissor pela segurança e eficiência que oferece e, principalmente, por ser alternativa economicamente viável e socialmente desejável.

Neste contexto, o levantamento, coleta, isolamento, identificação, caracterização, seleção de inimigos naturais e sua conservação são práticas imprescindíveis para o desenvolvimento do controle biológico, além, é óbvio, do conhecimento das interações e do comportamento das pragas-alvo e de seus inimigos naturais. Estudos comportamentais de populações de insetos revelaram que, na maioria dos casos, essas interações se dão principalmente através de sinais químicos, ou seja, através dos semioquímicos.

Semioquímicos (feromônios, cairomônios e sinomônios), especialmente feromônios sexuais, têm sido investigados intensivamente por vários pesquisadores da área de controle de pragas nos últimos tempos. Como resultado, excelentes caminhos para o seu emprego foram descobertos e vários programas que os utilizam têm sido implementados. A integração de estudos biológicos comportamentais e químicos para o emprego de semioquímicos em agroecossistemas constitui área de pesquisa conhecida como ecologia química.

Para falar da situação do controle biológico no Brasil e no mundo, mais especificamente do emprego de semioquímicos no controle de pragas e doenças, o pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, MIGUEL BORGES, concedeu entrevista a Lucas Tadeu Ferreira para esta edição da revista BIOTECNOLOGIA Ciência & Desenvolvimento.

Miguel Borges é biólogo, formado pela Universidade Federal de Viçosa, MG; PhD em ecologia química e comportamento de insetos pela University of Southampton, Inglaterra. Tem vasta experiência no estudo de comportamento de insetos e no desenvolvimento de métodos de controle de pragas, no país e no exterior. Trabalha com os percevejos do complexo pragas da soja desde 1989, e suas pesquisas já renderam à Embrapa o pedido de registro de patente para o feromônio sexual do percevejo pequeno da soja, o *Piezodorus guildinii*.

BC&D – Quais são os principais agentes de controle biológico que são utilizados atualmente no Brasil e no exterior e com que finalidade?

Miguel Borges - Tanto no Brasil quanto nos demais países do mundo, os principais agentes de controle biológico utilizados são as bactérias, os vírus, os nematóides entomopatogênicos e os insetos benéficos (parasitóides e predadores). Os semioquímicos (substâncias químicas utilizadas na comunicação entre os organismos vivos) são utilizados no manejo de pragas para auxiliar o controle biológico de pragas.

BC&D – Os semioquímicos são odores exalados pelos organismos vivos?

Miguel Borges – Semioquímicos são substâncias químicas emitidas por plantas, animais e outros organismos, além de haver análogos sintéticos de tais substâncias, que induzem respostas comportamentais ou fisiológicas nos indivíduos da mesma espécie ou de outra. Incluem feromônios e aleloquímicos. Ou seja, os aleloquímicos são semioquímicos produzidos pelos indivíduos de uma espécie que modificam o comportamento dos indivíduos de uma espécie diferente (um efeito interespecífico). Isto inclui os alomônios (beneficia a espécie que emite), os sinomônios (beneficia as duas espécies, i.e., a que emite e a que recebe) e os cairomônios (a espécie receptora é que se beneficia), por exemplo, os parasitóides. Os feromônios são semioquímicos produzidos pelos indivíduos de uma espécie e que modificam o comportamento de outros indivíduos da mesma espécie (isto é, um efeito intraespecífico), por exemplo: feromônios sexuais, de alarme, de agregação, trilhas (utilizadas pelas formigas, por exemplo), entre outros.

BC&D – Que vantagens concretas esses produtos oferecem em relação aos agroquímicos no controle de pragas e doenças?

Miguel Borges - O controle biológico é específico e não causa desequilíbrio ecológico; é seguro e não intoxica e nem polui o meio ambiente. O controle biológico aumenta a sustentabilidade dos sistemas agrícolas por reduzir o fluxo de insumos. Acredito que podemos ilustrar a importância do controle biológico com o seguinte fato: nos últimos anos tem sido registrada grande incidência de doenças e até mesmo a morte de pessoas causadas pela ingestão de alimentos *in natura* (frutas e vegetais) contaminados por microrganismos, além do número elevado de pessoas intoxicadas por resíduos de pesticidas químicos.

BC&D - Que microrganismos letais são esses, o que eles produzem, e por que provocam a morte de pessoas?

Miguel Borges – Um exemplo do que foi anteriormente mencionado refere-se a registros de ocorrência nos Estados Unidos, e os principais agentes identificados foram as bactérias do tipo *Salmonella*, *Escherichia coli* (*E. coli* 0157:H7), *Shigella* e *Bacillus cereus*. Outros parasitas, tais como *Cryptosporidium* e *Cyclospora* e viroses, como o da hepatite A. Estes agentes produzem toxinas que provocam diferentes reações nos seres humanos, como o caso da *E. coli* 0157:H7, que, se não tratada, pode provocar até hemorragia interna, culminando com a decomposição de órgãos, e ocasionando a morte de pessoas.

BC&D – Como se dá a busca e a identificação de agentes de controle biológico?

Miguel Borges - Ele se inicia com a coleta ou o intercâmbio dos inimigos naturais, passando pelas fases de identificação, caracterização e armazenamento dos recursos genéticos em bancos ou coleções devidamente catalogados. A fase seguinte é a identificação do potencial de uso desses recursos (valoração) e envolve a prospecção de agentes potenciais para pragas-alvo e a avaliação pré-tecnológica desse material. Estudos de especificidade, eficácia, além do desenvolvimento de novos sistemas de produção em escala piloto, pré-

formulação, tecnologia de aplicação e impacto da tecnologia nos agroecossistemas são exigidos para uma correta avaliação do potencial técnico e econômico do candidato ao agente de controle biológico. A partir desse estágio, após a proteção intelectual dos processos envolvidos, o agente de controle biológico deve entrar na fase de desenvolvimento tecnológico quando são feitos estudos de produção em escala (scale up), formulação comercial do produto,



validação da tecnologia em nível de produtor e transferência ou comercialização da tecnologia. Para o sucesso de um programa de controle biológico, como estamos lidando com organismos vivos -, é importante que sejam conhecidos os mecanismos que regulam as interações bióticas (patógeno/hospedeiro, inseto praga/inimigo natural, planta hospedeira/praga) e abióticas (fatores climáticos/inimigos naturais). Este trabalho exige equipe multidisciplinar de pesquisa, envolvendo profissionais das áreas de microbiologia, virologia, fitopatologia, ecologia, biologia molecular, bioquímica e entomologia.

BC&D – De que forma se dá a identificação dos feromônios e semioquímicos e como eles podem ser utilizados no controle biológico?

Miguel Borges - A identificação de semioquímicos dá-se através do estudo comportamental dos insetos em relação aos compostos voláteis emitidos por um

dos sexos para atrair o sexo oposto para o acasalamento (no caso dos feromônios sexuais). A técnica consiste em coletar esses compostos voláteis, tanto por extração da glândula produtora desses compostos quanto por captura desses compostos voláteis, no momento em que estão sendo liberados pelos insetos, comportamento que denominamos de “chamamento”. Resumindo, nós precisamos: determinar o sexo produtor de feromônio, no caso de insetos, determinar se há produção máxima em determinados períodos, isto é, durante o dia ou durante a noite. O passo seguinte é fazer a extração e a concentração; para isso, a escolha da técnica depende do inseto a ser estudado, do número disponível deles, e do tipo de sistema de feromônio (isto é, sexual, trilha, alarme, oviposição etc.), podendo ser ou extração por solvente ou extração por aeração. Daí em diante, teremos que contar com o apoio dos colegas químicos para os outros passos do processo envolvendo a separação e o fracionamento através da utilização de cromatografia gasosa, que é usada pela sua rapidez, resolução, sensibilidade, precisão quantitativa e simplicidade. A identificação dá-se através da utilização da cromatografia gasosa acoplada a um espectômetro de massa, que produz dados do espectro de massa de cada componente, separadamente. Os dados podem ser coletados e estocados em um computador, permitindo uma análise detalhada e o “computer matching” de um composto desconhecido com um espectro de massa num banco de dados, isto é, peso molecular, fragmentos de íons, composição elementar de um íon molecular. Atualmente pode-se contar também com o auxílio da eletrofisiologia, com a utilização da técnica do eletroantenograma, para determinar com mais precisão respostas olfativas dos insetos a determinados compostos. A sua utilização como agente de controle biológico no manejo de pragas pode ser através de armadilhas da seguinte forma: 1) como feromônio sexual e cairomônios para monitoramento, com o objetivo de detecção; estimar a densidade; determinar a fenologia; e amostrar resistência a inseticidas. 2) Ou ainda: feromônio sexual para a técnica do confundimento; feromônio e cairomônio para captura massal em armadilhas; augmentação de inimigos naturais com aleloquímicos; feromônios epideítico antiagregação; feromônios para melhorar a polinização; feromônio de alarme

para dispersar populações; e alomônios de plantas como inibidores de alimentação.

BC&D – A biodiversidade brasileira pode contribuir de alguma forma para potencializar a identificação e o emprego de feromônios e semioquímicos?

Miguel Borges – Perfeitamente. Se partirmos do princípio de que temos uma invejável diversidade de plantas e insetos, é concebível que venhamos a ter um banco de semioquímicos com potencial para controlar diversas pragas agrícolas, fazer manejo de insetos benéficos, além de compostos secundários de plantas, que poderão favorecer o surgimento de novos inseticidas botânicos. Os semioquímicos (alomônios) podem também oferecer uma grande contribuição ao controle ecológico de insetos-praga por se constituírem de substâncias (ou metabólitos secundários) com atividade inseticida e com as características de um produto natural, ou como instrumento para a compreensão de mecanismos de resistência de plantas a pragas.

BC&D - Atualmente, em que culturas se utiliza semioquímicos para o controle biológico, no Brasil e no exterior?

Miguel Borges – Atualmente, no Brasil, já temos vários feromônios registrados no Ministério da Agricultura para uso em diversas culturas. Podemos citar, a título de exemplo, o feromônio para o besouro da cana-de-açúcar, *Migdolus frianus*, e do besouro das palmáceas, *Rhynchophorus palmarum*, entre outros atraentes como o da mosca-das-frutas etc. No exterior, a ênfase em utilização de feromônios tem sido dada à fruticultura, principalmente na Europa. Nos EUA, atualmente estão sendo utilizados em culturas de algodão, de frutas e de castanhas, e na produção de hortaliças, como, por exemplo, de tomates, na Califórnia.

BC&D – Aliás, como estão as pesquisas visando ao emprego dessa técnica dos semioquímicos no nosso País?

Miguel Borges - As pesquisas com semioquímicos no Brasil têm sido avançadas pelo esforço de parcerias multidisciplinares e na colaboração dos setores público e privado, ou seja, das universidades, associações de produtores, cooperativas etc. e, muitas vezes,

inclui colaboração internacional; o que tem surtido efeito a fim de que, em curto espaço de tempo, seja colocado à disposição no mercado um novo composto para controle de pragas. Como exemplo, podemos citar o feromônio do bicho furão, praga dos pomares cítricos, que teve o seu feromônio identificado e formulado no Japão, numa parceria de setores privado (Fundecitrus), público (universidades brasileiras) e internacional “Fuji Flavours” - Japão.

“Os semioquímicos podem oferecer grande contribuição ao controle ecológico de insetos-praga por se constituírem de substâncias com atividade inseticida com as características de um produto natural”

BC&D – É possível a aplicação compartilhada de semioquímicos com os produtos agrotóxicos na lavoura?

Miguel Borges - Com certeza, e, inclusive, essa é mais uma forma de emprego dos semioquímicos na agricultura e bastante utilizada principalmente em pomares de maçãs no sul do Brasil. Essa é uma técnica conhecida como “atrai e mata” e já é comercializada e bastante empregada no resto do mundo. Além disso, a técnica de utilização de semioquímicos pode ser empregada para concentrar as pragas em uma determinada área da cultura e eliminá-las com pequenas quantidades de inseticidas químicos, contribuindo, dessa maneira, para uma aplicação mais racional de inseticidas, ou seja, reduzindo consideravelmente a quantidade aplicada.

BC&D – Esta técnica de controle biológico pelo emprego dos semioquímicos pode ser utilizada no combate de mosquitos vetores da dengue e da febre amarela, por exemplo?

Miguel Borges - Os semioquímicos, além de bem conhecidos na área de sanidade vegetal, podem ser aplicados também nas áreas de saúde humana e animal. Como exemplos, poderemos

citar trabalhos em colaboração com o objetivo de se implementar essa área de pesquisa para o controle do mosquito *Aedes aegypti*, viabilização do controle biológico da mosca-do-chifre, controle de carrapatos por feromônio, entre outros.

BC&D - Estendendo esta pergunta, fale mais sobre o emprego de semioquímicos na saúde humana e animal. Quem está desenvolvendo esta tecnologia atualmente e quais são essas colaborações?

Miguel Borges - As pesquisas de semioquímicos na área da saúde humana e animal atualmente têm sido desenvolvidas fora do âmbito da Embrapa, muito embora a Embrapa tenha contribuído e estimulado esses eventos. Por exemplo, em 1998, foi organizado um workshop intitulado “Controle biológico e feromônio de insetos no âmbito do agronegócio”, que contou com a participação de técnicos e pesquisadores do Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, CNPq, Embrapa e as Universidades (Viçosa, São Carlos, ESALQ, Universidade de Alagoas) e do setor produtivo privado com interesse no assunto. A partir desse workshop foi criada uma plataforma de projetos na qual podem ser obtidos, no site <http://www.ferobio.ufv.br>, as instituições envolvidas e os temas específicos.

BC&D – Como o senhor situa o Brasil em relação aos demais países no domínio das técnicas do controle biológico e, em especial, dos feromônios?

Miguel Borges - O Brasil pode ser colocado à frente de vários países em alguns aspectos do controle biológico de pragas. Uma das razões para tal se deve ao fato de que os insetos são desafios maiores em países tropicais; outra razão seria o fato de que o controle biológico demanda trabalho intensivo e a mão-de-obra no Brasil é mais barata que nos países desenvolvidos. Em relação ao domínio da técnica, especialmente com feromônios, podemos colocar que o Brasil já tem alguns exemplos para o resto do mundo quando consideramos a produção integrada de maçãs com a aplicação de feromônios no manejo de pragas como seu carro chefe. Ou seja, no domínio da técnica de utilização, podemos nos situar de igual para igual com os países desenvolvidos, embora a maioria dos casos de

sucesso tenha sido conseguido em parcerias e colaborações interdisciplinares, incluindo instituições internacionais.

BC&D - Além da Embrapa, que outro órgão, no Brasil, está desenvolvendo pesquisas com feromônios para controle de pragas e vetores de doenças?

Miguel Borges – Difícil responder exatamente a essa questão, uma vez que posso esquecer nomes de algumas instituições que trabalham com feromônios. Entretanto, poderia mencionar a Universidade Federal de Viçosa, Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de Alagoas, Universidade Federal do Paraná e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Importante mencionar que a grande maioria das pesquisas são realizadas em parceria, pois requerem equipes multidisciplinares e muitas vezes multiinstitucionais. Outra vez, para melhor responder a essa pergunta, volto a recomendar como fonte de consulta o site <http://www.ferobio.ufv.br>, com o intuito de me redimir de alguma instituição não mencionada.

BC&D – O senhor poderia descrever sucintamente que pesquisas está desenvolvendo com feromônios na EMBRAPA e quais são as suas parcerias?

Miguel Borges - A Embrapa está desenvolvendo pesquisas de semioquímicos envolvendo pragas de diversas culturas, tais como: percevejos da soja, traça das crucíferas, pragas de coqueiro, pragas do milho, pragas das fruteiras, entre outras. Nossas parcerias são o setor privado, associação de produtores, cooperativas, extensionistas, universidades, e instituições internacionais. No momento, a Embrapa está discutindo, internamente, com seus próprios técnicos este tema, com o objetivo básico de levantar as oportunidades e os desafios que devem ser superados para que um Núcleo de Gestão Tecnológica em Ecologia Química Aplicada (ciência que estuda a comunicação química entre as espécies) possa ser estabelecido no âmbito da Embrapa. Como resultado, e se implementado, espera-se que com a criação de um grupo gestor em Ecologia Química Aplicada os projetos futuros a serem desenvolvidos no âmbito da Embrapa possam, antes de tudo, realizar estudos de semioquímicos tanto no nível básico, onde os mecanismos natu-

rais são compreendidos, quanto no nível aplicado, onde a manipulação do comportamento da praga é efetuado, como também disponibilizar em rede esses estudos, com vistas a agilizar o desenvolvimento de tecnologia basea-

“O Brasil pode ser colocado à frente de vários países em alguns aspectos do controle biológico de pragas”

da em semioquímicos, e, por último, realizar estudos a longo prazo, no contexto da ecologia química, relacionando à produção agrícola e seus efeitos no sistema consumidor-cultura-praga.

BC&D – Os resultados dessas pesquisas podem ser objeto de patentes?

Miguel Borges – Certamente, e, inclusive, já existe por parte da Embrapa processo de registro de patente para o feromônio do percevejo pequeno da soja o *Piezodorus guildinii*, como exemplo.

“Acredito que os semioquímicos possam auxiliar com a técnica de manejo de risco ou mesmo da segurança biológica de organismos geneticamente modificados”

BC&D - O Brasil terá que pagar – ou já está pagando - royalties pelo emprego de semioquímicos desenvolvidos no exterior?

Miguel Borges - Com toda a certeza, os produtos desenvolvidos no exterior e comercializados no Brasil já trazem embutido o que as firmas comerciais pagam pela patente do produto no exterior.

BC&D – Hoje, qual é a situação dos produtos biológicos em termos de mer-

cado mundial?

Miguel Borges - Em termos de mercado de biopesticidas, ou seja, bactérias, vírus, inseticidas botânicos, nematóides entomopatogênicos, insetos benéficos etc., os semioquímicos correspondem a 30% do mercado de produtos biológicos e é, provavelmente, o terceiro em importância depois de Bactérias e Inseticidas Botânicos. O mercado potencial da Indústria de semioquímicos hoje, no mundo, apenas para as técnicas de monitoramento e controle, está estimado em mais de US\$ 80 milhões, com uma distribuição mais ou menos equitativa, um terço deste valor para a América do Norte (Canadá, México e EUA); outro terço para a Europa, Norte da África e Oriente Médio; e Ásia, Leste Europeu, e o resto do mundo (América do Sul, África do Sul, Austrália e Nova Zelândia), o último terço.

BC&D – Por último, o senhor poderia comentar se existe possibilidade de os semioquímicos poderem interagir de alguma forma com os organismos geneticamente modificados - OGMs?

Miguel Borges - Acredito que os semioquímicos possam auxiliar na técnica de manejo de risco ou mesmo da segurança biológica de organismos geneticamente modificados. Por exemplo, a técnica do confundimento aplicada nessas culturas pode evitar que os insetos se encontrem e, dessa forma, pode impedir o acasalamento em culturas geneticamente modificadas e, conseqüentemente, evitar ou atrasar o aparecimento de resistência das pragas dessa cultura; - as plantas sintetizam e liberam compostos químicos em resposta à atividade de alimentação dos insetos fitófagos, induzindo respostas seletivas a pragas e à atração de insetos benéficos (interação tritrófica). Fica a questão: podem as alterações genéticas induzidas nas plantas modificar ou alterar esse processo? E os efeitos alelopáticos para outras plantas? Quais seriam as conseqüências desse processo?

Com as técnicas de ecologia química, teremos condições de fornecer respostas a esses possíveis efeitos “colaterais” que estão sendo atribuídos aos OGMs.

Acredito que os estudos de ecologia química, além de poder auxiliar nessas respostas, possam contribuir para o estabelecimento de técnicas de manejo de pragas, inclusive dos OGMs. 