



Interciencia

ISSN: 0378-1844

interciencia@ivic.ve

Asociación Interciencia

Venezuela

Braga Lovatto, Patrícia; Schiedeck, Gustavo; Mello Garcia, Flávio Roberto
A interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico em
agroecossistemas sustentáveis
Interciencia, vol. 37, núm. 9, septiembre, 2012, pp. 657-663
Asociación Interciencia
Caracas, Venezuela

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33925502003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

A INTERAÇÃO CO-EVOLUTIVA ENTRE INSETOS E PLANTAS COMO ESTRATÉGIA AO MANEJO AGRO-ECOLÓGICO EM AGROECOSSISTEMAS SUSTENTÁVEIS

PATRÍCIA BRAGA LOVATTO, GUSTAVO SCHIEDECK
e FLÁVIO ROBERTO MELLO GARCIA

RESUMO

Diante da crise socioambiental e econômica aliada à agricultura convencional, torna-se urgente o desenvolvimento de técnicas que contribuam para a transição produtiva do modelo atual para formas de produção mais sustentáveis. Deste modo, o conhecimento sobre a interação inseto-planta revela-se como uma importante ferramenta para elaboração de mecanismos de manejo a serem aplicados aos sistemas produtivos que privile-

giem a produção orgânica. Assim, o presente trabalho faz uma revisão sobre a defesa das plantas e a sua relação com a herbivoria de insetos, direcionando, a partir das inter-relações co-evolutivas destes organismos, estratégias possíveis de utilização para o manejo de insetos considerados 'pragas' agrícolas em agroecossistemas.



a agricultura convencional passou por uma intensa transformação mundial ao longo dos últimos anos, caracterizando-se por um notável incremento da produtividade. Porém, como contraponto também houve um significativo aumento dos custos de produção aliado a graves prejuízos ambientais (Gliessman, 2000). As práticas convencionais de cultivo, baseadas na redução da biodiversidade local e uso intensivo de agrotóxicos, entre outras, conduziram à instabilidade os agroecossistemas favorecendo que as populações de insetos assumissem o *status* de 'praga' (Altieri, 2001).

Atualmente, inúmeras substâncias de origem sintética, altamente residuais e impactantes ao ambiente, são utilizadas com intuito de controlar as chamadas 'pragas' agrícolas. Por sua vez,

o Brasil é considerado um dos maiores mercados consumidores de agrotóxicos do mundo. Conforme Pelaez *et al.* (2010), entre 2000 e 2008, as vendas mundiais de agrotóxicos aumentaram em 45%, enquanto no Brasil esse aumento foi de 176%. Segundo o mesmo estudo, o crescimento da importação de agrotóxicos no país é 3,9 vezes superior ao crescimento da produção agrícola. As vendas totais de agrotóxicos no Brasil em 2009 movimentaram US\$ 6,6 bilhões (Menten *et al.*, 2011) e cerca de 8 mil toneladas (Anvisa, 2011), o que corresponde a aproximadamente 5,2 litros por habitante.

Nesse contexto, os estilos de agriculturas de base ecológica vêm se estabelecendo como opções produtivas, baseadas nos preceitos da Agroecologia, motivada pela demanda da sociedade em busca de alimentos saudáveis, livres de resí-

duos químicos sintéticos e que respeitem o ambiente durante todo processo de produção (Caporal *et al.*, 2009).

Desta forma, a produção de base ecológica trabalha para restabelecer o equilíbrio do agroecossistema apoiando-se principalmente na melhoria das condições do solo, como a base 'viva' para a nutrição das plantas, e recuperação e/ou manutenção da agrobiodiversidade considerando a importância das interações sistêmicas para a dinâmica produtiva (Lovatto *et al.*, 2010). Integrando-se a essas práticas, o uso de plantas e de seus extratos na agricultura constitui uma das estratégias que, segundo Gomero (1994), poderá romper com o círculo vicioso dos agrotóxicos industrializados e, desta maneira, ajudar a recuperar a estabilidade dos agroecossistemas, reduzindo a dependência de insumos externos. A busca de novos inseticidas,

PALAVRAS-CHAVE / Agricultura Orgânica / Agroecologia / Diversidade Vegetal / Equilíbrio Biológico /

Recebido: 29/09/2011. Modificado: 03/09/2012. Aceito: 10/09/2012.

Patrícia Braga Lovatto. Bióloga, Mestre em Desenvolvimento Regional, Doutora em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPEL), Brasil. Pesquisadora, FAEM, Brasil. Pesquisadora, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil. Endereço: Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPEL. Caixa Postal 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. e-mail: biolovatto@yahoo.com.br

Gustavo Schiedeck. Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Produção Vegetal, Embrapa Clima Temperado – Estação Experimental Cascata, Brasil. Pesquisador. e-mail: gustavo.schiedeck@cpact.embrapa.br

Flávio Roberto Mello Garcia. Biólogo, Mestre e Doutor em Entomologia, Brasil. Pesquisador., Brasil. Professor, UFPel, Brasil. e-mail: flavioirmg@hotmail.com

atraentes e repelentes botânicos, constitui-se, de acordo com Gravena (1999), num campo de pesquisa aberto, amplo e contínuo. A diversidade de substâncias presentes na flora dos diferentes ecossistemas constitui um enorme atrativo na área de manejo de insetos, principalmente levando-se em consideração que apenas uma pequena parcela dessas plantas foi investigada com tal finalidade, fazendo com que seja fundamental o desenvolvimento de linhas de ação voltadas para o aproveitamento de espécies vegetais para o manejo produtivo, aliadas à manutenção do equilíbrio dos ecossistemas naturais (Gravena, 1999; Biermann, 2009; Altieri, 2001).

Segundo os princípios agroecológicos, bem como os elementos constantes na Instrução Normativa Nº 46 de 06/10/2011 correspondente à legislação vigente para produção orgânica no Brasil (MAPA, 2011), o presente trabalho tem como objetivo conduzir à reflexão teórica e prática sobre a interação existente entre insetos e plantas como estratégia para o manejo de insetos considerados prejudiciais nos sistemas produtivos.

A Defesa Natural das Plantas

Dentro de qualquer ecossistema têm-se organismos decompositores, produtores e consumidores interagindo com os fatores abióticos e inter-relacionando-se de forma complexa (Lovatto, 2012). Enquanto alguns grupos desfrutam de grande mobilidade, as plantas, por sua vez, permanecem fixadas ao solo, dedicadas ao seu metabolismo fotossintético. Os vegetais, por não possuírem a capacidade de fuga imediata quando predados pelos consumidores desenvolveram mecanismos de defesa para garantir a sua sobrevivência. Dentre esses mecanismos, Giles *et al.* (2001) citaram a 'fuga' individual com a dispersão da progênie ou propágulos, a associação com outras espécies e a tolerância ou a confrontação com os herbívoros através de adaptações fenotípicas que podem ser morfológicas, químicas ou relacionadas à alocação de recursos.

Os principais compostos produzidos pelas plantas são chamados metabólitos primários e se encontram em todas as células vegetais, sendo necessários para a vida da planta (Raven *et al.*, 2001). Por sua vez, outro grupo de substâncias, os metabólitos secundários não apresentam uma função direta no crescimento e desenvolvimento das plantas. Porém, sua importância reside na estratégia de sobrevivência da planta, protegendo-a contra herbívoros, microorganismos patogênicos, ou, ao contrário, atraindo animais polinizadores ou dispersores de estruturas reprodutivas (Taiz e Zeiger, 2004). Os me-

tabólitos secundários, para defesa contra os insetos, apresentam os efeitos mais importantes relacionados à seleção hospedeira para alimentação (Seffrin, 2006). Na natureza, esses compostos possuem um papel importante, restringindo a palatabilidade dos herbívoros às plantas ou fazendo com que estes as evitem completamente (Raven *et al.*, 2001). Os metabólitos secundários são extremamente diversos e variáveis e desempenham o papel de garantir a sobrevivência do organismo no habitat natural (Mairesse, 2005).

Conforme Dicke *et al.* (2000), podem ocorrer modificações fenotípicas na planta induzidas pelas interações estabelecidas com os herbívoros. A defesa das plantas contra o ataque de insetos ou patógenos são geralmente classificadas como constitutivas ou induzidas. As defesas constitutivas estão sempre presentes na planta, independente do ataque de herbívoros e incluem inibidores de alimentação, toxinas e defesas mecânicas. As defesas induzidas são desencadeadas em resposta ao ataque e incluem a modificação e o acúmulo dos metabólitos secundários da planta (Levin, 1973).

Dentre os mecanismos de defesa induzida destaca-se a síntese de fitoalexinas por plantas em estado de herbivoria intensa, fazendo com que as mesmas sejam concentradas em tecidos onde o ataque é mais severo (Rhoades, 1985). Assim, tecidos com menor probabilidade de ataque, em função do conteúdo de fibras ou dureza, possuem menores níveis de defesas constitutivas e elevados de defesas induzidas.

A quantidade e o tipo de defesa desenvolvida pela planta em seus tecidos ou órgãos estão relacionados com os riscos que a planta enfrenta quando sofre o ataque de um inseto, a importância dos órgãos a proteger e os custos energéticos envolvidos (Rhoades, 1985). Segundo Kogan (1986), citado por Panizzi e Parra (1991), os órgãos de reprodução representam a base da existência da planta e parecem estar melhor protegidos do que as partes vegetativas. Esses compostos tendem a ser sintetizados em células especializadas e em estágios de desenvolvimento distintos, o que muitas vezes dificulta sua extração, purificação e identificação (Balandrim, 1985).

Com relação ao arsenal químico encerrado por algumas plantas, Panizzi e Parra (1991) citam que, de acordo com a hipótese co-evolucionária, através de uma sequência de eventos, mutações e recombinações, as angiospermas produziram algumas substâncias secundárias que alteraram as suas propriedades, como sabor e valor nutritivo, ficando assim livres do ataque de determinados insetos.

Dentre essas substâncias, segundo Saito e Lucchini (1998), são encontrados análogos hormonais de insetos, repelentes e atraentes, toxinas e compostos deterrentes.

Os metabólitos secundários podem ainda ser denominados aleloquímicos, uma palavra proposta para designar substâncias que transmitem mensagens químicas entre diferentes organismos (Panizzi e Parra, 1991). Por possuírem compostos químicos com diferentes funções sobre diversos organismos, algumas espécies de plantas têm sido utilizadas como estratégia ao manejo de insetos. Essas estratégias baseiam-se na introdução de determinadas espécies no ambiente de cultivo, principalmente para atrair inimigos naturais ou repelir insetos indesejados ou ainda para obtenção dos metabólitos secundários que poderão ser utilizados em pulverização para atuar de diferentes formas sobre os insetos (Gallo *et al.*, 2002). Entre as principais e mais estudadas classes de compostos de interesse para o manejo de insetos em agroecossistemas estão os alcalóides, aminas, glicósidos cianogênicos, glicosinolatos, monoterpenos, lactonas, sesquiterpênicos, diterpenóides, saponinas, limonóides, cucurbitacinas, fenóis e flavonóides (Saito e Lucchini, 1998).

Desconstruindo e Reconceituando as 'Pragas' Agrícolas

Conforme a Convenção Internacional para Proteção Vegetal, constitui 'praga' qualquer espécie, estirpe ou biótipo de planta, animal ou agente patogênico que cause injúrias em plantas ou produtos de plantas (Oliveira *et al.*, 2006). Na agricultura, o conceito de inseto-'praga' está diretamente relacionado com os efeitos econômicos produzidos pela sua alimentação nas plantas. De acordo com Gallo *et al.* (2002), o termo 'praga' pode ser também caracterizado no sentido numérico, onde uma determinada população do inseto se evidencia com seus danos, afetando a produção. Isto quer dizer que o fato de serem observados danos nas diferentes partes vegetais não significa que a produção foi ou será afetada. Ao contrário do que acontece na agricultura convencional, onde as 'pragas' causam injúrias ao agroecossistema, na natureza, segundo Brechelt (2004), por causa do efeito recíproco de alguns organismos sobre outros, sob certas condições ambientais específicas, essa situação inexistente, pois os organismos muito raramente elevam suas densidades populacionais muito além de valores médios e, quando ocorre, com o tempo a situação retorna ao estado anterior de equilíbrio.

O conceito de 'praga' é, portanto, artificial, pois se encontra diretamente atrelado às condições ambientais

forçadas pelo ser humano e condicionadas às formas de manejo utilizadas. Para Gliessman (2000), as 'pragas' constituem sinais de alerta, uma forma que a natureza tem de mostrar ao homem que o manejo adotado está incorreto e ocasionando desequilíbrios. Assim, de acordo com Kuenen (1960), as 'pragas', em especial os insetos, não devem ser encaradas como calamidades acidentais, mas, pelo contrário, devem ser consideradas como consequências fundamentais e inevitáveis das práticas agrícolas e das transformações efetuadas pelo homem nos habitats naturais. Nesse sentido, Ilharco (1992), referindo-se ao equilíbrio biológico de afídeos, defende que até mesmo estes, os quais normalmente são apontados como 'pragas' em vários cultivos, desempenham uma função útil para própria planta. De acordo com o autor, admite-se que pequenas populações de afídeos possam beneficiar as plantas, especialmente as com grande desenvolvimento vegetativo. Para Garcia (2008), as 'pragas' são criadas pelo homem, posto que espécies que ocorrem em baixas densidades populacionais em ecossistemas naturais podem atingir elevadas densidades nas condições antrópicas dos agroecossistemas através da disponibilidade de algum fator que propicie crescimento positivo dos níveis populacionais. Além disso, para este mesmo autor, os agroecossistemas são ecossistemas simplificados pelo homem, pois são estáveis e homogêneos, surgem e desaparecem de forma abrupta, apresentam sincronismo fenológico associado a espécies r-estrategistas, o que favorece o surgimento das 'pragas'.

Utilizando uma escala de importância, Brechelt (2004) cita os fatores envolvidos na origem das 'pragas' nos agroecossistemas convencionais, sendo eles: a monocultura, o uso inadequado dos agrotóxicos, a utilização de técnicas de manejo inadequadas, o armazenamento impróprio, o comércio que favorece a disseminação, o melhoramento genético que desprivilegia a rusticidade das plantas e a introdução de espécies de plantas e insetos exóticos.

Um exemplo interessante, citado por Panizzi e Parra (1991), situado nas origens históricas da palavra 'praga', é o caso do bicho-da-seda, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). Anterior às 'pragas' bíblicas do Egito e muito antes da era cristã, o bicho-da-seda era pronunciado pelos chineses como uma 'praga' destruidora das amoreiras (*Morus alba* e *Morus nigra*). Assim, a história do bicho-da-seda demonstra a conotação econômica do termo, pois pouco tempo após a sua condição negativa descobriu-se o importante papel econômico de sua existência, uma vez que produzia naturalmente algo

muito mais valioso que as amoras. Este exemplo demonstra que na Agroecologia é preciso que as áreas do conhecimento se desenvolvam sobre novos pressupostos. É preciso considerar a propriedade agrícola como um sistema aberto e dinâmico e organizar o conhecimento fitossanitário sob a hipótese de que a interação inseto-planta-microorganismo-homem pode conduzir a resultados benéficos na saúde do agroecossistema (Lovatto, 2012). Para este conceito que envolve uma quebra paradigmática, é fundamental pensar que o processo evolutivo não pode ser generalizado sob a esfera da competição, mas que a interação positiva entre as espécies é um fator importante e fundamental na evolução e que deve ser levado em conta para tomada de decisões dentro da esfera sistêmica (Garcia, 2001; Lovatto, 2012).

Lewontin (2000), distanciando-se da interpretação da evolução como uma série de adaptações passivas, amplamente difundida na biologia, assume o processo evolutivo como uma construção ativa, na qual ambiente e organismos interagem e transformam-se reciprocamente, caracterizando o que se define como co-evolução.

Nesse sentido, o princípio da cooperação, que deve ser inserido dentro de uma nova racionalidade no *modus vivendi* do ser humano (Abdalla, 2002) e a teoria da endossimbiose sequencial como processo dominante na co-evolução dos seres vivos (Margulis, 2001) podem se constituir como referências de mudança paradigmática nas ciências relacionadas à fitossanidade. Assim, segundo a teoria de sistemas determinados estruturalmente por Maturana (2001), há sempre uma condição de complementaridade estrutural entre o sistema e o meio, sem o qual não existe o sistema.

Com relação a estes aspectos, ressalta-se que a natureza e a quantidade de recursos disponíveis para as plantas constituem características fundamentais relacionadas à variação nas taxas de herbivoria. Nesse contexto, a teoria da trofobiose proposta por Chaboussou (1987) defende que os insetos herbívoros alimentam-se preferencialmente de plantas estressadas ou com alterações fisiológicas que lhes conferem benefícios, demonstrando junto com outros autores como Altieri e Nicholls (1999), Gliessman (2000), Primavera (1994) e Andow (1991), que o manejo adequado do solo e a diversificação do sistema produtivo constituem elementos chave para a prevenção dos até então denominados insetos 'pragas'. Howard (2007) referindo-se a forma como a pesquisa agrônoma é privilegiada, alerta que os problemas causados pelas 'pragas' não vêm sendo estudados como um todo, mas têm sido

divorciados da prática, desmaterializados, segmentados e confinados a especialistas dedicados a um determinado fragmento da ciência. Segundo enfatiza o autor, devemos encarar a agricultura como uma arte. O pesquisador precisa ser um agricultor e um cientista, mantendo sempre em mente todos os fatores envolvidos.

Biodiversidade, Interações e suas Implicações no Manejo Agroecológico de Insetos

Em contraponto ao dado que 'eleva' o consumo brasileiro no *ranking* dos agroquímicos sintéticos, o Brasil é também o país com a maior diversidade genética vegetal do mundo, contando com mais de 55.000 espécies catalogadas, de um total estimado entre 350.000 e 550.000 (Simões *et al.*, 2007), característica que deve servir de estímulo para o desenvolvimento de pesquisas que visem a configuração de novas alternativas de manejo baseadas na flora regional, promotoras da preservação da cultura e da natureza através de soluções locais, acessíveis e viáveis (Lovatto, 2012).

Para Altieri e Nicholls (1999), a construção de um sistema com alta diversidade funcional em agroecossistemas requer um planejamento prévio, denominado de desenho. As funções ecológicas do ecossistema são baseadas na sua biodiversidade e, para reconstruí-las nos sistemas artificiais, um importante passo é o correto manejo da vegetação dentro da área cultivada e nas suas imediações. De acordo com Gliessman (2000), as monoculturas em larga escala representam ambientes inóspitos, nos quais a biodiversidade é quase completamente eliminada, juntamente com os seus serviços de regulação de populações de insetos. A resiliência fica comprometida devido à reduzida diversidade funcional e estrutural. Ainda assim, e mesmo em monocultivos simplificados, deve-se considerar que quanto menores os níveis de perturbações, especialmente no que se refere ao uso de agrotóxicos, mais prontamente a heterogeneidade das comunidades se estabelecerá. Segundo Altieri e Nicholls (1999), a incorporação de elementos de diversidade ao sistema é fundamental para o desenho de agroecossistemas que favoreçam processos ecológicos vitais para a sustentabilidade.

Conforme Brechelt (2004), muitos dos insetos indesejados nos cultivos são monófagos, ou seja, são específicos de um gênero vegetal ou até de uma só espécie. O cultivo de uma planta ou o cultivo contínuo desta mesma planta cria as condições de vida para a multiplicação acelerada e desequilibrada de alguns insetos. Por outro lado, certas combinações de diferentes

cultivos reduzem drasticamente os perigos de infestação. Os cultivos associados favorecem as populações de organismos benéficos e servem como barreira para dificultar a chegada do organismo nocivo até seu hospedeiro. A presença de outras plantas das quais o inseto não pode se alimentar diminui a possibilidade destes localizarem a sua planta hospedeira (Hanzen, 1983). Segundo Root (1973), citado por Garcia (2001), a concentração de recursos representada pelas monoculturas favorece a explosão populacional de determinadas espécies e a diversidade implica na consolidação dos inimigos naturais que manteriam as populações de ‘pragas’ sob controle. De acordo com Garcia (2001), durante muito tempo argumentou-se que sistemas complexos, com maior número de espécies são mais estáveis, referindo-se principalmente a espécies indesejadas do cultivo, que não sofreriam explosões populacionais e, portanto, não causariam desequilíbrios. Segundo a autora, a partir de análises sobre as teorias que envolvem diversidade/estabilidade, o que explica a ausência de explosões populacionais de ‘pragas’ em sistemas mais diversos é a possibilidade de variação da importância relativa das espécies em substituição de atores principais nas diferentes funções e interações no agroecossistema. Desta forma, uma trama de relações tróficas mais complexas confere ao sistema um dinamismo intrínseco que garante a estabilidade funcional e impede a monopolização dos recursos por uma ou poucas espécies.

Conforme Primavesi (1994), as plantas não-hospedeiras exalam compostos voláteis repelentes ou mascaram os odores atraentes aos insetos nocivos das plantas cultivadas, fazendo com que os policultivos atraiam menos insetos migrantes que os monocultivos. O manejo agroecológico utiliza este princípio, diversificando as espécies vegetais ou implantando barreiras com plantas cultivadas de porte diferente da cultura principal. O plantio e a manutenção, ao longo das lavouras, de plantas nativas ou forrageiras rústicas que atraem os insetos nocivos podem ser importantes para manter altas as populações de seus inimigos naturais, reduzindo a infestação no cultivo principal (Jones e Sullivan, 1981).

Dentre as perspectivas de utilização de plantas repelentes no Brasil, Martins *et al.* (1998) citaram a catinga-de-mulata (*Tanacetum vulgare* L.) como repelente de formigas; a capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) e o cravo-de-defunto (*Tagetes* sp) como repelentes de nematóides e a hortelã (*Mentha* sp) como repelente de algumas espécies de lepidópteros e formigas quando inseridas entre os cultivos de interesse. Ainda, foram consideradas repelentes o nabo forrageiro, *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* (Brassicaceae), por dimi-

nuir a densidade populacional de tripses em cultivos de cebola (Driutti, 1998), a arruda como repelente de lepidópteros e pulgões quando cultivada em bordadura com hortaliças (Burg e Mayer, 1999; Carvalho *et al.*, 2009) entre outras espécies, como a losna (*Artemisia absinthum*), alho (*Allium sativum*) e alfavaca (*Ocimum basilicum*) citadas como repelentes de pulgões, vaquinhas e borboletas quando cultivadas entre os plantas (Abreu *et al.*, 1998; Burg e Mayer, 1999).

Na perspectiva da atratividade, a utilização do Taiuiá (*Cayaponia tayuya*) é recomendada em consórcios por atrair vaquinhas (*Diabrotica speciosa*) afastando-as dos cultivos de interesse (Sanches e Ishimura, 2001) e ao coentro (*Coriandrum sativum*) é conferido o efeito atrativo sob coccinelídeos predadores, servindo como ferramenta para regulação das populações de afídeos nos cultivos (Rezen-de *et al.*, 2010).

Conforme Amudavi *et al.* (2008), na África do Sul a ação repelente e atrativa têm sido utilizada em conjunto no sistema denominado ‘empurrar-puxa’, que consiste no consórcio de plantas repelentes aos insetos em consórcio com o cultivo (empurra) e de espécies atraentes aos insetos no entorno das áreas (puxa). As espécies repelentes mais comuns são o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e uma espécie de desmódio (*Desmodium uncinatum*). O capim-napiê (*Pennisetum purpureum*) e o sorgo (*Sorghum vulgare* var. *sudanense*) são as espécies mais utilizadas para atração dos insetos. O sistema, além de manter a população de insetos em equilíbrio, inibe as plantas invasoras através dos mecanismos de fixação de nitrogênio, competição por água e nutrientes, sombreamento e alelopatia.

No tocante às alternativas de manejo ora apresentadas, para Garcia (2001), um dos grandes desafios da Agroecologia é trabalhar com a produção e socialização de conhecimentos sobre a relevância das interações positivas, as quais podem ser favorecidas em sistemas de média e alta complexidade e heterogeneidade onde podem ser estudadas e modeladas, fornecendo subsídios a sua aplicabilidade no manejo adequado dos agroecossistemas.

Estratégias de Manejo Utilizando Plantas

Segundo proposto por Gliessman (2000) pode-se distinguir três níveis fundamentais no processo de transição agroecológica. O primeiro diz respeito ao incremento da eficiência das práticas convencionais para reduzir o uso de insumos externos. O segundo se refere à substituição de insumos e práticas convencionais por práticas alternativas. O terceiro e mais

complexo nível de transição é representado pelo redesenho dos agroecossistemas, para que estes funcionem com base em um novo conjunto de processos ecológicos. Desta forma, a aplicação de produtos de origem vegetal nos cultivos constitui uma alternativa ao primeiro e segundo níveis de transição, enquanto que o plantio em consórcio ou intercalado está vinculado aos três níveis de transição, uma vez que pode ser utilizado tanto para minimizar a utilização das práticas convencionais, como para redesenhar o sistema produtivo a partir da agrobiodiversidade, influenciando positivamente as inter-relações existentes.

Não obstante, no que diz respeito à utilização de plantas para o manejo de insetos, também é necessário esclarecer que, do ponto de vista agroecológico, nenhum método funciona de forma isolada, bem como não existe um modelo pronto, haja vista as especificidades de cada agroecossistema. Desta forma, para o manejo de insetos na produção orgânica, o sistema produtivo deve ser visto como um todo interligado, onde os elementos interagem com a qualidade, produtividade e integridade do cultivo. Gliessman (2000) salientou que a melhor maneira de prevenir ou controlar danos nos cultivos é através do manejo orgânico do solo e da adoção de práticas conjuntas que propiciem à planta um desenvolvimento íntegro, pois a enfermidade, inseto ou microorganismo não passa de um indicador biológico referindo-se a um sistema produtivo inadequado. Zambolim *et al.* (2000) ressaltaram a importância do conhecimento dos agentes bióticos, seu comportamento na planta e efeitos dos fatores ambientais na interação inseto-planta para o sucesso das estratégias utilizadas.

Com relação à técnica de utilização de extratos e óleos essenciais de plantas, ressalta-se que os derivados botânicos podem causar diversos efeitos sobre os insetos, tais como repelência, inibição de oviposição e da alimentação, alterações no sistema hormonal, causando distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases (Roel, 2001). Estes produtos podem penetrar no organismo por ingestão, através do aparelho digestivo, por contato, atravessando o tegumento e através das vias respiratórias (Gallo *et al.*, 2002). Porém, conforme ressaltaram Brunherotto e Vendramim (2001), a mortalidade dos insetos por inseticidas botânicos é apenas um dos efeitos e nem sempre deve ser o objetivo final, sendo que o ideal é reduzir ou, se possível, impedir a oviposição e a alimentação do inseto e, conseqüentemente, o seu crescimento populacional. Assim, quando uma substância apenas repele o inseto indesejado, a capacidade de que exerça efeito letal sobre organismos não-alvo será menor e a estabi-

TABELA I
SÍNTESE DE ALGUNS TRABALHOS ENVOLVENDO BIOATIVIDADE VEGETAL SOBRE INSETOS

Referência	Família botânica	Espécie vegetal	Modo de exposição	Inseto alvo	Ação verificada
Salles e Rech (1999)	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Torta líquida	<i>Anastrepha fraterculus</i>	Redução da postura, desenvolvimento larval e pupal do inseto
		<i>Melia azedarach</i>	Pó seco diluído		
Sanches e Ishimura (2001)	Cucurbitaceae	<i>Cayaponia tayuya</i>	Sementes como isca	<i>Diabrotica speciosa</i>	Atratividade ao inseto
Grando <i>et al.</i> (2003)	Apocynaceae	<i>Alamanda cathartica</i>	Extrato aquoso	<i>Unaspis citri</i>	Mortalidade do inseto
Mazzonetto e Vendramim (2003)	Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i>	Pó seco	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	Repelência
Fazolin <i>et al.</i> (2005)	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Óleo essencial	<i>Cerotoma tingomarianus</i>	Mortalidade e distúrbios fisiológicos
Sausen <i>et al.</i> (2007)	Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i>	Extrato aquoso das folhas secas	<i>Ascia monuste orseis</i>	Mortalidade de adultos
	Meliaceae	<i>M. azedarach</i>	Extratos aquosos de frutos e folhas secas		
Bleicher <i>et al.</i> (2007)	Meliaceae	<i>A. indica</i>	Extratos aquosos de folhas e sementes	<i>Bemisia tabaci</i> biótipo B	Mortalidade de ninfas
Baldin <i>et al.</i> (2007)	Lamiaceae	<i>Mentha pulegium</i>	Extratos aquosos de folhas	<i>B. tabaci</i> biótipo B	Mortalidade de ninfas
	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Extratos aquosos de folhas e ramos		
Venzon <i>et al.</i> (2007)	Meliaceae	<i>A. indica</i>	Produto comercial – óleo de sementes	<i>Myzus persicae</i>	Diminuição do crescimento populacional
				<i>Eriopsis connexa</i>	Efeitos letais e subletais
Lovatto <i>et al.</i> (2009)	Solanaceae	<i>Solanum fastigiatum</i> var. <i>acicularium</i>	Extrato aquoso de folhas frescas	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Diminuição populacional em campo
Carvalho <i>et al.</i> (2009)	Rutaceae	<i>R. graveolens</i>	Consórcio	<i>Neoleocinoides elegantalis</i> <i>Spodoptera</i> sp.	Repelência
Smaniotto <i>et al.</i> (2010)	Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i>	Extrato bruto	<i>A. obtectus</i>	Mortalidade do inseto
Migliorini <i>et al.</i> (2010)	Fabaceae	<i>Ateleia glazioviana</i>	Extrato aquoso de folhas	<i>Diabrotica speciosa</i>	Mortalidade do inseto
	Meliaceae	<i>M. azedarach</i>			
Resende <i>et al.</i> (2010)	Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i>	Consórcio	<i>Eriopsis connexa</i>	Aumento populacional

lidade do agroecossistema será mais dificilmente comprometida.

A baixa toxicidade aos mamíferos, observada para a maioria das plantas estudadas, a ausência de fitotoxicidade nas dosagens recomendadas e o baixo custo, se disponíveis e processadas na propriedade rural, tornam a alternativa acessível e viável de ser incorporada aos sistemas de produção agrícola familiar. Sem dúvida, para investigação e escolha desta tecnologia deve-se optar por espécies regionais, verificar as características ecológicas, fitoquímicas e tóxicas das plantas e avaliar os efeitos sobre os insetos de interesse, bem como efeito sobre os inimigos naturais que irão constituir a chave para o equilíbrio das populações indesejadas a longo prazo.

No que se refere à atualidade, de acordo com levantamento sobre as pesquisas recentes que vêm sendo realizadas no Brasil em busca de plantas úteis ao manejo de insetos agrícolas indesejados, verifica-se que dentre as famílias botânicas mais estudadas estão: Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Asteraceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Piperaceae, Rutaceae, Sapotaceae e Solanaceae.

Nesse sentido, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos com êxito, demonstrando a ação das plantas processadas em condições de laboratório, casa de vegetação e campo, bem como seu efeito quando simplesmente inseridas entre os cultivos de interesse (Tabela I). A bioatividade verificada nestes trabalhos descreve desde os efeitos prejudiciais até

os efeitos de atração que as plantas ou seus subprodutos causam sobre insetos prejudiciais ou organismos benéficos.

No uso prático dos derivados botânicos ou fito-protetores, é importante salientar que, conforme a legislação vigente para produção orgânica no Brasil, é permitido o uso de substâncias repelentes e inseticidas provenientes de plantas bioativas desde que seja descrita a composição e condições de uso e que existam estudos que comprovem a ausência de danos à saúde humana (Mapa, 2011). Isso sugere que, as pesquisas no tema devem avançar para que a técnica possa cada vez mais compor as alternativas à produção agroecológica a serviço do bem estar humano e ambiental, utilizando-se dos conhecimentos gerados a partir dos processos co-evolutivos onde a

cooperação ocupa um nível mais alto e fundamental de ser compreendido pelo ser humano para geração de tecnologias adequadas à reversão da condição atual de insustentabilidade dos sistemas de produção convencionais.

Considerações Finais

A interação constitui um processo de co-evolução entre plantas, insetos e microorganismos que vem se desenvolvendo por milhões de anos, garantindo a vida no ecossistema terrestre. Os compostos químicos das plantas, atraentes, estimulantes de alimentação, repelentes, deterrentes, fontes de hormônios, feromônios e caïromônios, são envolvidos em diversos processos metabólicos e comportamentais, especialmente nos insetos. É pertinente, portanto, que a diversidade vegetal aliada a outros métodos seja utilizada com o propósito de manejo de insetos em sistemas de produção sustentáveis. Para tanto, é fundamental o desenvolvimento de pesquisas que investiguem e aperfeiçoem esta técnica e que a mesma seja efetivamente levada aos agricultores através de programas de extensão voltados à sustentabilidade.

No tocante aos resultados obtidos com as plantas, estes devem ser verificados em nível de campo, observando o impacto ambiental sobre inimigos naturais, bem como as relações das técnicas propostas com as comunidades rurais e a saúde do homem e do ambiente. Nesse contexto, torna-se imprescindível que os trabalhos sejam conduzidos sob a ótica da agrobiodiversidade, levando em conta todos os seus componentes intrínsecos e a qualidade de vida como característica soberana aos demais interesses envolvidos. Particularmente em países como o Brasil, pelo potencial em biodiversidade que apresenta, se os conceitos agroecológicos não forem rapidamente incorporados à formação dos profissionais da área agrícola e compartilhados com os agricultores, os efeitos da degradação dos recursos naturais, fundamentais para o funcionamento dos agroecossistemas, se farão sentir cada vez mais fortes, repercutindo principalmente em, exclusão social pelo endividamento dos agricultores, baixa eficiência econômica do uso de recursos e perda exponencial da qualidade dos alimentos.

REFERÊNCIAS

- Abdalla M (2002) *O Princípio da Cooperação; em Busca de uma Nova Racionalidade*. Paulus. São Paulo, Brasil. 147 pp.
- Abreu Junior H (1998) *Práticas Alternativas de Controle de Pragas e Doenças na Agricultura*. EMOPI. Campinas, Brasil. 115 pp.
- Altieri M (2001) *Agroecologia: a Dinâmica Produtiva da Agricultura Sustentável*. 3ª ed. Editorial UFRGS. Porto Alegre, Brasil. 120 pp.
- Altieri MA, Nicholls C (1999) *Agroecologia: Teoría y Aplicaciones para una Agricultura Sustentable*. Alameda. University of California. EEUU. 257 pp.
- Amudavi D, Khan Z, Pickett J (2008) Disseminando a estratégia 'empurra-puxa'. *Agriculturas* 5: 11-14.
- Andow DA (1991) Vegetational diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 561-586.
- Anvisa (2011) *Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. Relatório de Atividades 2010*. Gerência Geral de Toxicologia. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília, Brasil. 26 pp.
- Balandrim MF, Klocke JA, Wurtele ES, Bollinger WH (1985) Natural plant chemical: sources of industrial and medicinal materials. *Science* 228: 1154-1160.
- Baldin ELL, Vendramim JD, Lourenção AL (2007) Interaction between resistant tomato genotypes and plant extracts on *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B. *Sci. Agric.* 64: 476-481.
- Biermann ACS (2009) *Bioatividade de Inseticidas Botânicos sobre Ascia monuste orseis (Lepidoptera:Pieridae)*. Tese. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. 150 pp.
- Bleicher E, Gonçalves MEC, Silva LD (2007) Efeito de derivados de Nim aplicados por pulverização sobre a mosca-branca em meloeiro. *Hort. Bras.* 25: 110-113.
- Brechelt A (2004) *Manejo Ecológico de Pragas e Doenças*. Rede de Ação em Praguicidas e suas Alternativas para a América Latina (RAP-AL). Fundação Agricultura e Meio Ambiente (FAMA). Santiago de Chile, Chile. 33 pp.
- Brunherotto R, Vendramim JD (2001) Bioatividade de extratos aquosos de *Mellia azedarach L.* sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro. *Neotrop. Entomol.* 30: 455-459.
- Burg IC, Mayer PH (1999) *Manual de Alternativas Ecológicas para Prevenção e Controle de Pragas e Doenças: (Caldas, Biofertilizantes, Fitoterapia Animal, Formicidas e Defensivos Naturais)*. 7ª ed.:Assesoar/Cooperigauçu. Francisco Beltrão, Brasil. 153 pp.
- Caporal FR, Costabeber JA, Paulus G (2009) *Agroecologia: uma Ciência do Campo da complexidade*. MDS/Embrapa. Brasília, Brasil. 111 pp.
- Carvalho LM, Nunes NUC, de Oliveira IR, Leal MSA (2009) Produtividade do tomateiro em cultivo solteiro e consorciado com espécies aromáticas e medicinais. *Hort. Bras.* 27: 458-464.
- Chaboussou F (1987) *Plantas Doentes pelo Uso de Agrotóxico (A Teoria da Trofobiose)*. LePM. Porto Alegre, Brasil. 253 pp.
- Dicke M, Shutte CJ, Dijkman H (2000) Change is behavioral response to herbivore-induced plant volatiles in predatory mite population. *J. Chem. Ecol.* 26: 1497-1514.
- Driutti AA (1998) Control biológico natural de trips, *Thrips tabaci* Lindeman 1888 (Thysanoptera:Thripidae) por sírfidos predadores em cultivo de cebolla (Allim cepa L.) por el cultivo de bordaduras y/o entrelineas. www.unne.edu.ar/cyt/2000/6_biologicas/b_pdf/b_038.pdf (Cons. 01/09/2012).
- Fazolin M, Estrela JLV, Catani V, Lima MS, Alcício MR (2005) Toxicidade do óleo de *Piper aduncum L.* a adultos de *Ceratomyia tingomarianus* Bechné (Coleoptera: Chrysomelidae). *Neotrop. Entomol.* 34: 485-489.
- Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Baptista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C (2002) *Entomologia Agrícola*: FEALQ. Piracicaba< Brasil. 920 pp.
- Garcia FRM (2008) *Zoologia Agrícola: Manejo Ecológico de Pragas*. 3ª ed. Rigel. Porto Alegre, Brasil. 256 pp.
- Garcia MA (2001) Ecologia aplicada a agroecossistemas como base para a sustentabilidade. *Inf. Agropec.* 22: 30-38.
- Giles KL, Stockland R, Madden RD, Payton ME, Dillwith JW (2001) Preimaginal survival and development of *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) reared on *Acyrtosiphon pisum*: effects of host plants. *Env. Entomol.* 30: 961-971.
- Gliessman SR (2000) *Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável*. Editorial UFRGS. Porto Alegre, Brasil. 653 pp.
- Gomero OL (Ed.) (1994) *Plantas para Proteger Cultivos*. Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos. Lima, Perú. 239 pp.
- Grando A, Krombauer ME, Garcia FRM, Magro JD, Priebe JP (2003) Eficiência de extratos vegetais no controle de *Unaspis citri* (Comstock, 1883) (Hemiptera, Diaspididae) em laboratório e campo. *Acta Amb. Catari.* 2: 24-34.
- Gravena S (1999) Controle biológico de insetos e ácaros no manejo de pragas. Em Cruz BPB, Batista A, Leite LG (Orgs.) *Anais II Ciclo de Palestras sobre Controle Biológico de Pragas*. Fundação Cargill. Campinas, Brasil. pp. 42-59.
- Hanzen DH (1983) Food webs: who eats what, why, how, and with what effects in a tropical forest? Em Goolley FB (Ed.) *Tropical Rainforest Ecosystems: Structure and Function*. Elsevier. Amsterdam, Holanda. 224 pp.
- Howard AS (2007) *Um Testamento Agrícola*. Expressão Popular. São Paulo, Brasil. 360 pp.
- Ilharco FA (1992) *Equilíbrio Biológico de Afídeos*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, Portugal. 303 pp.
- Jones WA, Sullivan MJ (1981) Overwintering habits, spring emergence patterns and winter mortality of some South Carolina Hemiptera. *Env. Entomol.* 10: 409-414.
- Kuenen DJ (1960) The ecological effects of chemical and biological control of in desirable plants and insects. General introduction. Relatório 8ª Reunião Técnica U.I.C.N. R. T. 8/ IIR.G. Varsóvia-Cracóvia, Polónia. 6 pp.
- Levin D (1973) The role of trichomes in plant defense. *Quart. Rev. Biol.* 48: 3-15.
- Lewontin R (2000) *The Triple Helix: Gene, Organism, and Environment*. Harvard University Press. Cambridge, MA, EEUU. 160 pp.
- Lovatto P (2012) *As Plantas Bioativas como Estratégia à Transição Agroecológica na Agricultura Familiar*. Tese. Universidade Federal de Pelotas. Brasil. 392 pp.
- Lovatto PB, Voos JG, Dalla Colleta V, Stroecken E, Staub J, Lobo E (2009) Desempenho de extratos aquosos de *Solanum fastigiatum* var. *acicularium* Dunal. (Solanaceae) no controle de *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Homoptera: Aphididae). *Rev. Bras. Agroecol.* 5: 20-34.
- Lovatto P, Mauch CR, Lobo E. (2010) Manejo e controle alternativo de insetos e doenças na produção orgânica de hortaliças: estratégias tecnológicas para sustentabilidade agrícola familiar. *Cad. Pesq. Sér. Biol.* 22: 31-59.
- Mairesse LAS (2005) *Avaliação da Bioatividade de Extratos de Espécies Vegetais, En-*

- quanto *Excipientes de Aleloquímicos*. Tese. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. 329 pp.
- Mapa (2011) *Instrução Normativa Mapa nº 46 DE 06/10/2011*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. www.legisweb.com.br/legislacao/?legislacao=581034 (Cons. 20/12/2011).
- Margulis L (2001) *O Planeta Simbiótico; uma Nova Perspectiva de Evolução*. Trad. Laura Neves. Rocco. Rio de Janeiro, Brasil. 137 pp.
- Martins ER, Castro DM, Castellani DC, Dias JE (1998) *Plantas Mediciniais*. Editora UFV. Viçosa, Brasil. 220 pp.
- Maturana H (2001) *Cognição, Ciência e Vida Cotidiana*. Editorial UFMG. Brasil. 203 pp.
- Mazzonetto F, Vendramim JD (2003) Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. *Neotrop. Entomol.* 32: 145-149.
- Menten JOM, Sampaio IA, Moreira H, Flôres D, Mentem M (2011) O setor de defensivos agrícolas no Brasil. www.sindag.com.br/upload/OSetordeDefensivosagricolasnoBrasil.doc (Cons. 05/2011).
- Migliorini P, Lutinski JA, Garcia FRM (2010) Eficácia de extratos vegetais no controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), em laboratório. *Biotemas* 23: 83-89.
- Oliveira MRV, Oliveira MRV, Návia D, Valois ACC, Batista MF, Martins OM, Tenente RCV, Michereff Filho M, Marques ASAA, Mendes MAS (2006) *Segurança Biológica para o Agronegócio e Meio Ambiente*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. CD ROM. Brasília, Brasil. 293 pp.
- Panizzi AR, Parra JRP (1991) *Ecologia Nutricional de Insetos e suas Implicações no Manejo de Pragas*. Manole. São Paulo, Brasil. 359 pp.
- Peláez V, Melo M, Hofmann R, Hamerschmidt P, Medeiros G, Matsushita A, Teodorovicz T, Moreira F, Welinski J, Hermida C (2010) *Monitoramento do Mercado de Agrotóxicos*. Departamento de Economia. UFPR. Brasil. 80 pp.
- Primavesi A (1994) *Manejo Ecológico de Pragas e Doenças: Técnicas Alternativas para a Produção Agropecuária e Defesa do Meio Ambiente*. Nobel. São Paulo, Brasil. 137 pp.
- Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE (2001) *Biologia Vegetal*. 6ª ed. Koogan. Rio de Janeiro, Brasil. 928 pp.
- Resende ALS, Viana AJS, Oliveira RJ, Aguiar-Menezes EL, Ribeiro RLD, Ricci MSF, Guerra JGM (2010) Consórcio couve-coentro em cultivo orgânico e sua influência nas populações de joaninhas. *Hort. Bras.* 28: 41-46.
- Rhoades DF (1985) Offensive-defensive interactions between herbivores and plants: their relevance in herbivore population dynamics and ecological theory. *Am. Nat.* 125: 205-238.
- Roel AR (2001) Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o Desenvolvimento Rural Sustentável. *Rev. Int. Desenvolv. Loc.* 1: 43-50.
- Saito ML, Lucchini F (1998) *Substâncias Obtidas de Plantas e a Procura por Praguicidas Eficazes e Seguros ao Meio Ambiente*. Série Documentos Nº 12. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, Brasil. 46 pp.
- Salles L, Rech N (1999) Efeito de extratos de nim (*Azadirachta indica*) e Cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (wied.) (Diptera: Tephritidae). *Rev. Bras. Agrociênc.* 5: 225-227.
- Sanches MA, Ishimura I (2001) Atratividade de sementes de Taiuá (*Cayaponia tayaya* Vell.) (Cucurbitaceae) a *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), em acelga (*Beta vulgaris* L. var *cicla* L., Chenopodiaceae) na estação experimental do Instituto Agronômico São Roque, SP. *Arq. Inst. Biol.* 68: 97-101.
- Sausen, CD, Ribeiro LP, Ferreira F, Rigo DS, Câmara C, Sturza V, Soares DSB (2007) Ação de plantas inseticidas sobre oviposição e eclosão de larvas de *Eriopsis connexa* (Col.:Coccinellidae). *Rev. Bras. Agroecol.* 2: 1247-1250.
- Seffrin, RCAS (2006) *Bioatividade de Extratos Vegetais sobre Diabrotica speciosa (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)*. Tese. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil. 83 pp.
- Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR (2007) *Farmacognosia da Planta ao Medicamento*. 3ª ed. UFRGS/UFSC. Porto Alegre/Florianópolis, Brasil. pp. 467-497.
- Smanioto LF, Moura MF, Denardin RB, Garcia FRM (2010) Bioatividade da *Cabralea canjerana* (Meliaceae) no controle de adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) em laboratório. *Biotemas* 23: 31-35.
- Taiz L, Zeiger E (2004) *Fisiologia Vegetal*. 3ª ed. Artmed. Porto Alegre, Brasil. 719 pp.
- Venzon M, Rosado MC, Pallini A, Fialho A, Pereira CJ (2007) Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopsis connexa*. *Pesq. Agropec. Bras.* 42: 627-631.
- Zambolim L, Vale FXR, Costa H (2000) *Controle de Doenças de Plantas-Hortaliças*. Vol. 1, Editora UFV. Viçosa, Brasil. 444 pp.

THE INTERACTION OF CO-EVOLUTION BETWEEN INSECTS AND PLANTS AS A STRATEGY FOR AGRO-ECOLOGICAL MANAGEMENT IN SUSTAINABLE AGRO ECOSYSTEMS

Patrícia Braga Lovatto, Gustavo Schiedeck and Flávio Roberto Mello Garcia

SUMMARY

Given the social, environmental and economic crisis, combined with conventional agriculture, it is urgent to develop technologies that contribute to the productive transition from the current model to more sustainable forms of production. Thereby, knowledge of insect-plant interactions becomes an important tool for the development of management forms to be

applied to production systems that emphasize organic production. Thus, the present paper reviews plant defense mechanisms and their relationship to insect herbivores, emphasizing the co-evolutionary interrelations of these organisms and the possible strategies for the management of insects considered as 'plagues' in agricultural agro ecosystems.

LAS INTERACCIONES CO-EVOLUTIVAS ENTRE INSECTOS Y PLANTAS COMO UNA ESTRATEGIA PARA EL MANEJO AGRO-ECOLÓGICO EN AGROECOSISTEMAS SOSTENIBLES

Patrícia Braga Lovatto, Gustavo Schiedeck y Flávio Roberto Mello Garcia

RESUMEN

Ante la crisis social, ambiental y económica, combinada con la agricultura convencional, es urgente el desarrollo de tecnologías que contribuyan a la transición productiva del modelo actual hacia formas más sostenibles de producción. El conocimiento de la interacción planta-insecto se revela como una herramienta importante para el desarrollo de mecanismos de gestión que se aplicará a los sistemas de producción que hacen

hincapié en la producción orgánica. Así, el presente trabajo es una revisión de las defensas de las plantas y su relación con la herbivoría de insectos, enfatizando, a partir de las interrelaciones co-evolutivas de estos organismos, las posibles estrategias a utilizar para el manejo de insectos considerados como 'plagas' agrícolas en agroecosistemas.