

Prospecção de Diferentes Espécies de Plantas com Ação de Bioinseticidas na Agricultura de Mato Grosso do Sul

Prospecting of Different Species of Plants with Biopesticides Action in the Agriculture of Mato Grosso do Sul

Volmir Rabaioli^{a*}; Cristiano Pereira da Silva^a

^aCentro Universitário Anhanguera de Campo Grande, MS, Brasil.

*E-mail: rabaiole@hotmail.com

Resumo

O estado do Mato Grosso do Sul se destaca no cenário do agronegócio brasileiro, com grande importância para as variedades de milho e soja que têm alcançado sucessivos aumentos de produtividade. Contudo, algumas pragas nocivas estão afetando essas culturas, o que justifica a intensificação de estudos e pesquisas para solução desse problema. Com esse intuito, o presente estudo traz uma abordagem tecnológica das ciências bioquímicas e da biologia molecular, fundamentados nos efeitos fisiológicos e gênicos obtidos por meio de isolamentos de biomoléculas. Os impactos positivos desses estudos podem contribuir para a melhoria dos resultados para os produtores rurais, além da sustentabilidade alimentar de toda a humanidade, bem como na diminuição dos impactos ambientais causados pela agricultura.

Palavras-chave: Milho. Soja. Bioinseticidas.

Abstract

The state of Mato Grosso do Sul stands out in the Brazilian agribusiness setting, with great importance for the varieties of corn and soybeans that have achieved successive increases in productivity. However, some harmful pests are affecting these crops, which justifies the intensification of studies and research to solve this problem. To that purpose, this study brings a technological approach of biochemical sciences and molecular biology, based on physiological and genetic effects obtained through isolation of biomolecules. The positive impacts of these studies can contribute to improving outcomes for farmers and feeding sustainability of all humanity, as well as reducing environmental impacts caused by agriculture

Keywords: Corn. Soybeans. Biopesticides.

1 Introdução

As grandes culturas, também conhecidas como culturas anuais no estado de Mato Grosso do Sul, a cada ano vêm crescendo e batendo recordes de produtividade, eficácia em planejamento e excelência em qualidade, principalmente a cultura do milho (*Zea mays* L.) e da soja (*Glycine max*), ambos considerados o terceiro produto agrícola do mundo, de ampla distribuição mundial, tanto na produção quanto no consumo (VALICENTE; TUELHER, 2009; ZURE *et al.*, 2011). As culturas do milho e da soja possuem alto potencial de produtividade, no entanto, a cada ano a safra está sendo afetada diretamente pelo ataque de insetos desde o plantio até a armazenagem (CRUZ; OLIVEIRA; VASCONCELOS, 1996; MENDES *et al.*, 2011).

A lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), é uma das espécies mais nocivas nas regiões tropicais das Américas, por sua ampla distribuição geográfica e sua incidência durante todo o ano (POGUE, 2002; WAQUIL; BOREGAS; MENDES, 2008). No Brasil a *S. frugiperda* é a principal praga da cultura do milho, ocasionando perdas na produção de 38,7% até 45,7% (WILLIAMS; DAVIS, 1990). Ela ataca preferencialmente o “cartucho” da planta, consumindo grande

parte das folhas antes destas se abrirem. Quando o ataque ocorre nos primeiros estágios da cultura provoca a morte das plantas, reduzindo o *stand* inicial (LIMA *et al.*, 2008).

O controle químico da *lagarta-do-cartucho* deve ser efetuado quando constatados 20% de plantas atacadas. Na safrinha, o nível de controle é efetuado quando 10% das plantas apresentam o cartucho com sintoma de ataque (CRUZ; FIGUEIREDO; MATOSO, 1999). O emprego de estratégias de manejo integrado deve ser inserido nos programas de controle da *S. frugiperda*, com a finalidade de obtenção de resultados econômicos e ecológicos favoráveis (FARINELLI; FORNASIERI FILHO, 2006).

Diante do exposto, este artigo tem o propósito de conhecer e determinar a composição química e o potencial de bioinseticidas de diferentes espécies de plantas do cerrado sul-mato-grossense.

2 Desenvolvimento

Diversos estudos em Biotecnologia, Bioquímica e Biologia Molecular têm tentado, nos últimos anos, atuar em controles alternativos e que envolvam inovações e tecnologias voltadas para um tipo de controle gênico ou alelopático, buscando como referências o aprimoramento das tecnologias da engenharia

genética e da química dos produtos naturais, conhecida como fotoquímica e fitopatologia (BARBOSA *et al.*, 2011). O método de controle químico, além de selecionar populações resistentes do inseto, provoca desequilíbrio ecológico, efeitos prejudiciais ao homem e outros animais, além do seu alto custo fazendo-se, portanto, necessária à busca de alternativas que minimizem os efeitos negativos dos inseticidas sintéticos sobre o meio ambiente (DALVI *et al.*, 2011).

Como alternativas ao controle de pragas, estão sendo estudadas, atualmente, várias outras técnicas, nas quais se inclui o uso de substâncias de origem vegetal e o uso de inseticidas biológicos, preparados com agentes entomopatogênicos, por serem seletivos, por terem baixa toxicidade ao homem, animais e eficiência contra várias espécies de pragas (SILVA; BESERRA; DANTAS, 2008). Estudos com extratos de plantas ou óleos de plantas com potencial inseticida vêm cada vez mais se destacando na indústria de defensivos, uma vez que estes apresentam atividade inseticida e fungicida contra pragas que causam prejuízos aos agricultores, acarretando baixa produtividade e qualidade dos alimentos cultivados (SOARES *et al.*, 2011).

As plantas sintetizam e emitem inúmeros compostos voláteis (ácidos, aldeídos e terpenos) para atrair polinizadores e se defender de herbívoros. No que concerne à defesa contra herbívoros, as plantas desenvolveram dois tipos de defesa, a direta e a indireta. Na defesa direta, estão envolvidas substâncias como sílica, metabólitos secundários, enzimas e proteínas, além de órgãos como tricomas e espinhos que afetam diretamente a performance do inseto (SIMAS, 2014).

Figura 1: espécies de plantas típica das áreas de pastagens no cerrado, alvo do estudo. A – *Senna obtusifolia* (L.) (fedegoso), B – *Bidens pilosa* L. (picão-preto), C – *Polygonum acuminatum* (erva-de-bicho) e D – *Xylopia aromática* L. (pimenta-de-macaco)



Fonte: Os autores.

Um dos principais problemas da agricultura refere-se ao

controle de pragas e doenças. Antes das facilidades na aquisição de agrotóxicos para o controle dos problemas fitossanitários, os agricultores preparavam e utilizavam produtos naturais obtidos a partir de materiais disponíveis em suas próprias propriedades. Com a popularização do uso dos agrotóxicos, aqueles produtos foram quase que totalmente abandonados e, hoje, muitos deles são chamados de alternativos (GARAU *et al.*, 2015).

Figura 2: espécies de plantas típicas das áreas de pastagens no cerrado, alvo do estudo A – *Chromolaena maximiliani* (Mata-pasto), B – *Adenanthera pavonina* (Carolina), C – *Talisia esculenta* (Pitombeira), D – *Vigna unguiculata* (Feijão-caupi) e E – *Funastrum clausun* (Cipó-de-leite.)



Fonte: Os autores.

No entanto, o conhecimento dos efeitos indesejáveis do uso de inseticidas químicos, associado à preocupação dos consumidores quanto à qualidade dos alimentos, tem incentivado estudos sobre novas técnicas de controle (TAVARES, 2009), incluindo-se a utilização de produtos naturais que sejam menos agressivos ao ambiente, sendo que muitos são utilizados pelos agricultores há décadas, como os inseticidas de origem vegetal.

O uso de herbicidas e inseticidas sintéticos nos sistemas agrícolas convencionais, embora seja considerado um método de controle eficaz para um número considerável de espécies de plantas daninhas e inseto-praga, tem sido questionado nos dias atuais quanto ao seu impacto ambiental e a seus efeitos bioacumulativos no meio ambiente (SOUZA FILHO *et al.*, 2006).

Cada vez mais empregados pelo homem na agricultura convencional, os compostos orgânicos sintéticos (pesticidas como os herbicidas e inseticidas) tem despertado o interesse da comunidade científica pelo estudo de monitoramento, pela avaliação da persistência no ambiente e pelos impactos ambientais ocasionados após sua utilização no meio ambiente (BESSA; TERRONES; SANTOS, 2010).

Os herbicidas são substâncias químicas que agem matando

ou prejudicando o desenvolvimento de espécies daninhas (ROMAN *et al.*, 2007), que comprometem a produtividade das diferentes culturas de interesse comercial. Já os inseticidas atuam na diminuição ou erradicação de insetos (pragas agrícolas) que interferem na produção agrícola. O problema desses produtos sintéticos (persistentes, carcinogênicos, teratogênicos e mutagênicos) está na grande probabilidade de contaminar o meio ambiente nos recursos hídricos, graças a características como alto potencial de deslocamento no perfil do solo (lixiviação), elevada persistência no solo, baixa a moderada solubilidade em água e absorção moderada à matéria orgânica presente nos colóides do solo (ALMEIDA *et al.*, 2006; SILVA; BESERRA; DANTAS, 2008).

Portanto, a busca de herbicidas e inseticidas naturais que não apresentem os inconvenientes dos produtos sintéticos é de fundamental importância socioambiental, visando minimizar os impactos ambientais causados por essas atividades. Nesse contexto, a investigação de propriedades alelopáticas em plantas pode representar uma oportunidade para equacionar esses problemas (SOUZA FILHO *et al.*, 2006).

Com esse objetivo, vários trabalhos foram desenvolvidos nos últimos anos para estudar diversas espécies vegetais com potencial alelopático, (SOUZA FILHO; ALVES, 2000), potencial de herbicidas naturais (BARBOSA *et al.*, 2008; MANO 2006; BESSA; TERRONE; SANTOS, 2010) e inseticidas naturais (SILVA; SANTOS, 2010; NASCIMENTO *et al.*, 2011).

Neste sentido, estudos que visam descobrir quais são as espécies de plantas que apresentam efeitos de controle biológicos, os efeitos bioquímicos e moleculares, podem ser de grande importância para a comunidade científica e indústrias de biotecnologia, pois possibilitam a determinação das espécies de plantas com tais propriedades e a identificação dos compostos químicos, os quais poderão servir como base para a produção de herbicidas e inseticidas mais específicos e menos prejudiciais ao ambiente quando comparados àqueles em uso atualmente na agricultura.

Os fundamentos científicos que norteiam a busca de espécies de plantas que interferem no ciclo de vida de plantas daninhas e insetos são definidos como alelopatia, sendo a interferência positiva ou negativa promovida por uma espécie vegetal quando esta sintetiza e disponibiliza, nas vias metabólicas secundárias que possuem, a capacidade de influenciar direta ou indiretamente no estabelecimento de outros organismos (FERREIRA, 2004).

O avanço dessa linha de pesquisa deve-se a três principais fatores: os efeitos alelopáticos são a chave para o entendimento de distintas relações ecológicas, como em alguns casos de sucessão ecológica e de invasão biológica (PERDOMO; MAGALHÃES, 2007), por exemplo; pelo fato de que o isolamento e a identificação de aleloquímicos possibilitam a descoberta de herbicidas naturais; pelo motivo ainda de possibilitar descobertas de defensivos agrícolas naturais contra doenças e parasitas herbívoros.

Inúmeras substâncias químicas sintetizadas no metabolismo secundário das plantas atuam na sua grande maioria como inseticidas e herbicidas naturais, repelindo ou matando os insetos e impedindo a germinação de outras espécies suscetíveis aos compostos volatilizados pelas plantas. As plantas são constituídas por inúmeros grupos de substâncias, dentre outras, de terpenóides, que podem conter até 100 ou mais compostos orgânicos (BARBOSA *et al.* 2008).

Os terpenos encontrados com maior frequência nos óleos essenciais são os monoterpenos, sesquiterpenos e com menor frequência os diterpenos. Seus constituintes terpênicos podem apresentar diversas funções orgânicas, como álcoois, cetonas, éteres, ésteres e aldeídos. Os terpenos possuem, também, diversas funções nas plantas atuando como fitoalexinas, repelentes de insetos, agentes de atração polínica, agentes de defesa contra herbívoros, feromônios, inseticidas ou repelentes, hormônios vegetais, moléculas de sinalização e aleloquímicos (BRUN; MOSSI, 2010).

Segundo Malheiros e Peres (2001), a atividade alelopática raramente é resultado de uma única substância, sendo mais comum um conjunto de substâncias apresentando tal atividade. O entendimento das inter-relações complica-se pelo fato de um mesmo composto influenciar várias funções biológicas e a mesma função poder ser influenciada por mais de um composto. Por exemplo, monoterpenos como α -pineno e limoneno inibem o ciclo de nitrogênio; e os ácidos ferúlico e γ -cumárico influenciam a germinação de *Brassica napus L.* pela redução da mobilização lipídica.

A importância dos inseticidas naturais é ainda maior, visto que os resíduos químicos dos inseticidas sintéticos permanecem acumulados por mais tempo, pelo fato de haver atividade metabólica no vegetal e, em particular, pela não ocorrência da ação de fatores climáticos, como chuva, sol, vento e outros, o que poderia reduzir mais rapidamente o nível de resíduos nas sementes e nos grãos tratados.

Sitophilus zeamais Motschulsky (1855) (Coleoptera: Curculionidae) e *Spodoptera frugiperda* Smith (1797) (Lepidoptera: Noctuidae) estão entre as pragas de maior importância para a cultura de milho, por provocarem perdas quantitativas e qualitativas. *Sitophilus zeamais* é encontrado em todas as regiões quentes e tropicais do mundo e é uma praga primária de milho armazenado, podendo infestar os grãos no campo antes do armazenamento. *Spodoptera frugiperda* ou lagarta-do-cartucho do milho ocorre em todo o ciclo do milho e, por isto, pode causar perdas de até 38,7% na produção e redução da qualidade do produto final, por ser voraz e de difícil controle em campo (GOTT *et al.*, 2010).

Nascimento *et al.*, (2011), trabalhando com inseticidas naturais, notaram a ação dos extratos de *Bidens sulphureae*, *Vernonia sp* e *P. hoffmannseggiana* (folhas) na morte de *Spodoptera zeamais*. Entre os resultados perceberam o aumento da mortalidade dos adultos de *Spodoptera zeamais* após trinta dias de aplicação. Os extratos de *Memora*

nodosa, *Vochysia ruffa*, *P. capitata* (caule), *Senna silvestris* e *P. hoffmannseggiana* (caule) tiveram porcentagens de mortalidade menores que 10%. Logo se entende que é necessário realizar estudos para identificarmos quais espécies de plantas apresentam efeitos no controle biológico.

Figuras 3: Aspecto de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) nas duas fases do ciclo de vida ou fases do desenvolvimento do inseto



Fonte: Barbosa *et al.* (2011).

Grainge e Ahmed (1988) citam as espécies de plantas do gênero *Trichilia*, que apresentam efeito inseticida em espécies de insetos do gênero Lepidóptera, diferenciando os efeitos e a concentração nas estruturas dos vegetais (folhas e caule) sobre os insetos. Segundo os mesmos autores, a raiz e o córtex de *Trichilia roka* apresentam atividade inseticida, o que se deve provavelmente à presença de sendamina e 7-acetiltriquilina, substâncias que inibem a alimentação e o crescimento dos insetos. Já Xie *et al.* (1994) testaram diferentes estruturas vegetais de nove espécies de plantas do gênero *Trichilia* sobre lepidópteros, observando que o extrato de córtex foi mais eficiente que os extratos de folha, madeira, exocarpo e semente.

Santiago *et al.* (2008), comparando o efeito de diversos extratos de *M. azedarach* sobre lagartas de quarto instar de *Spodoptera frugiperda*, verificou que o extrato de caule (ramos) apresentou efeito na inibição do crescimento das larvas do inseto, constatou também, que os extratos dessas três estruturas vegetais (incorporados em dieta artificial) reduziram drasticamente a viabilidade larval, verificando maior bioatividade com os extratos de ramos e folhas, os quais, dependendo da concentração, provocaram 100% de mortalidade nessa fase.

As substâncias produzidas por plantas por meio de metabolismo secundário podem apresentar atividades biológicas diversas. A necessidade de novas moléculas para o desenvolvimento de inseticidas eficientes, específicos e menos tóxicos, tem estimulado o interesse às pesquisas das fontes vegetais.

As substâncias químicas liberadas por uma planta herbicida ou inseticida irão afetar o crescimento, o desenvolvimento normal e até mesmo inibir o surgimento de novos insetos e

plantas, resultado dos produtos oriundos do metabolismo secundário. No passado, substâncias do metabolismo secundário das plantas foram definidas como resíduos do metabolismo celular os quais eram armazenados em vacúolos evitando, assim, sua autotoxicidez. Atualmente, acredita-se que os produtos secundários sejam biossintetizados na célula vegetal com finalidades específicas obedecendo estritamente seu código genético, e que fatores ambientais só modulem sua produção.

Os agentes químicos sintetizados no metabolismo secundário de diversas espécies de plantas apresentam efeitos alelopáticos, sendo que atualmente são conhecidos mais de 300 compostos secundários com diferentes estruturas químicas pertencendo a eles. Sabe-se que uma mesma planta é capaz de produzir diversos aleloquímicos e que entre estes se desencadeiam diversas interações.

Vários compostos orgânicos conhecidos já foram identificados como agentes alelopáticos (RICE, 1978). Esse mesmo autor classifica os compostos aleloquímicos em 14 categorias, sendo elas: ácido cinâmico e seus derivados, cumarinas, fenóis simples, derivados do ácido benzoico e ácido gálico, flavonoides, taninos condensados e hidrolisados, terpenoides e esteroides, ácidos orgânicos solúveis em água, lactonas simples insaturadas, ácidos graxos de cadeia longa, naftoquinonas, antraquinonas e quinonas, aminoácidos e políptídeos, alcaloides e cianoidrinas, glicosídeos, purinas e nucleosídeos.

Ácidos fenólicos e flavonoides estão amplamente distribuídos nos tecidos vegetais e frequentemente são associados a fenômenos alelopáticos e de inibição de desenvolvimento. A maior parte dos estudos realizados tem tido como objetivo estabelecer os mecanismos de ação dessas duas classes de compostos. Ácidos fenólicos, ácido ferúlico, os flavonoides naringenina, genisteína e camferol também são substâncias produzidas por algumas espécies de plantas e apresentam efeitos como inseticidas biológicos (RICE, 1978).

Silva e Santos (2010) estudando o efeito alelopático de extratos aquosos de *Senna obtusifolia* identificaram grupos que interferem no mecanismo de ação de crescimento e desenvolvimento de plantas e insetos-pragas. Nos testes fitoquímicos, os extratos de folhas e caules, foi identificada a presença de taninos, flobafênicos, esteroides e saponinas. Os testes nos extratos de raízes, identificou a presença de fenóis, flavonóis, triterpenoides e saponinas.

Durante as últimas décadas, o uso sistemático dos agentes herbicidas e inseticidas na agricultura tem permitido incrementar a produtividade das culturas. Porém, estima-se que de 8 a 15% das culturas perdem-se como resultado das infestações por plantas daninhas, apesar da aplicação contínua de herbicidas; estas perdas tendem a aumentar até mais de 50% na ausência desses tratamentos. A importância do controle de plantas daninhas e insetos-pragas é tão grande que atualmente os herbicidas e inseticidas constituem um componente essencial nos países desenvolvidos.

No entanto, o uso indiscriminado destes dois produtos nos últimos anos tem induzido o surgimento de um alto número de espécies de plantas e insetos resistentes. Além disso, estes produtos têm ocasionado danos ecológicos severos e problemas de toxicidade para um grande número de seres vivos. O uso indiscriminado de herbicidas e inseticidas sintéticos tem provocado um aumento na resistência de plantas daninhas, resistências em insetos-pragas, na poluição ambiental e nos potenciais danos à saúde daqueles que entram em contato com esses produtos.

Dessa forma, pesquisas que visam avaliar os efeitos das herbicidas e inseticidas, de substâncias químicas sintetizadas por plantas, tornam-se importante, pois certas substâncias são capazes de inibir o crescimento de algumas plantas sem prejudicar outras, diminuir o crescimento populacional dos insetos-pragas e os danos nas diferentes culturas. Esses produtos são conhecidos como herbicidas e inseticidas seletivos.

A descoberta de novas moléculas químicas tendo como base extratos de espécies nativas parece ser a recente tendência no controle de ecossistemas agrícolas. Atualmente, inúmeras pesquisas têm direcionado seus objetivos na proteção do meio ambiente contra as agressões de herbicidas, fungicidas e inseticidas sintéticos comerciais, resultando em maior produtividade de culturas economicamente importantes. As plantas têm seu próprio mecanismo de defesa e os aleloquímicos são, de fato, herbicidas e inseticidas naturais. Os aleloquímicos isolados de plantas são uma fonte em potencial para modelos de novos tipos estruturais e manejo agrícola sustentável e menos agressivo ao meio ambiente. Estes compostos naturais podem ser mais específicos com novos modos de ação e de maior potencial que aqueles usados atualmente na agricultura.

Assim, o uso de aleloquímicos como herbicidas e inseticidas, naturais ou modificados, é uma das técnicas, envolvendo alelopatia, que tem sido sugeridas para eliminar plantas daninhas e controlar a infestação de pragas agrícolas.

Um importante aspecto na pesquisa em alelopatia é a identificação de compostos aleloquímicos envolvidos nas interações planta-planta e seus possíveis mecanismos de ação. Estes compostos incluem, além dos descritos anteriormente, antocianinas, catequinas, chalconas, cumarinas, flavonas, flavonóis, flavononas, quinonas, resinas, saponinas, taninos e xantonas (ZIMDHAL, 1999).

A determinação do modo de ação de um herbicida é um estudo complexo de química, bioquímica e fisiologia de plantas. Os métodos mais apropriados de extração são aqueles que se aproximam mais da forma como a planta elimina esses aleloquímicos. Se os bioensaios mostram alguma atividade de determinado extrato, o mesmo é fracionado, geralmente por técnicas cromatográficas com o objetivo de isolar os componentes ativos.

Os compostos naturais ou metabólitos secundários são

compostos químicos de estrutura relativamente complexa, que cumprem funções específicas em cada ser vivo, tais como proteção contra as pragas, pigmentação de folhas e flores para favorecer a polinização etc. De acordo com Barbosa *et al.* (2008), as principais classes de metabólitos secundários são:

- Alcaloides: compostos nitrogenados farmacologicamente ativos encontrados nas angiospermas. Ex.: quinina (sal).
- Cumarinas: lactonas do ácido oihdróxicinâmico. São amplamente distribuídas nos vegetais, mas podem ser encontradas em fungos e bactérias. Suas propriedades farmacológicas e aplicações terapêuticas dependem de seus padrões de substituição. Ex.: umbeliferona.
- Flavonoides: são biossintetizados a partir de fenilpropanoides. Possuem 15C no núcleo fundamental e constituem uma classe importante de polifenóis, abundantes nos metabólitos secundários das plantas. Ex.: quercetina.
- Taninos: substâncias fenólicas solúveis em água, que formam complexos insolúveis com alcaloides, gelatina e outras proteínas. São responsáveis pela adstringência de frutos e/ou produtos. Taninos mais proteínas são a base de propriedades tais como controle de insetos, fungos e bactérias. Ex.: ácido elágico.
- Triterpenos e/ou esteroides: os triterpenos originam-se da ciclização do squaleno e podem ser triterpenos comuns, esteroides e saponinas, por exemplo. Os esteroides podem ser metabólitos dos triterpenos. As saponinas possuem uma parte com característica lipofílica (triterpeno ou esteroide) e outra hidrofílica, que determina a propriedade de redução da tensão superficial da água e sua ação detergente e emulsificante. Ex.: panaxatriol.
- Derivados antracênicos livres – quinonas: são compostos orgânicos que podem ser considerados produtos da oxidação de fenóis. Ex.: naftoquinona.
- Ácidos orgânicos solúveis em água, álcoois de cadeia linear, aldeídos alifáticos e cetonas; exemplos: ácido cítrico e acético; metanol e acetaldeído.
- Lactonas insaturadas simples: várias lactonas simples são fortes inibidoras da germinação de sementes; exemplos: cumarinas (psoraleno e umbeliferona).
- Ácidos graxos de cadeia longa e poliacetilenos: esteárico, mirístico.
- Naftoquinonas, antraquinonas e quinonas complexas, apenas uma quinona foi identificada como tóxica para outras plantas. É a juglona, e este composto é liberado pelas folhas e frutos da *Black walnut trees*. Exemplos: juglona, tetraciclina. (PUTNAM; TANG 1986).
- Fenóis simples, ácidos benzoicos e derivados: ácido gálico, vanílico e hidroquinona.
- Ácido cinâmico e derivados.

Os metabólitos secundários produzidos pelas plantas

atuam de várias formas, sendo evidenciada a expressão de genes dominantes que garantem a resistência na presença dos compostos químicos, na ineficiência da atividade fotossintética, nas alterações dos sítios de ligações nas mitocôndrias, na ineficiência enzimática e na conjugação de aminoácidos e proteínas, inativando suas funções.

A ação inseticida de inúmeras espécies de plantas tem sido estudada nos últimos anos, principalmente pela capacidade tóxica e bioacumulativa que os inseticidas sintéticos industrializados vêm causando nos últimos anos. Estudos que visam a utilização de extratos de diferentes espécies de plantas daninhas com efeito inseticida em insetos-pragas é de suma importância ambiental e econômica para o desenvolvimento sustentável da agricultura no país.

Estudos têm apontado que diversas substâncias provenientes dos produtos do metabolismo secundário das plantas daninhas, atualmente denominadas de plantas inseticidas, atuam diretamente no organismo do inseto-praga, causando a repelência, deterrência alimentar e de oviposição, esterilização no bloqueio de metabolismo e interferência no desenvolvimento do ciclo de vida (MACHADO; SILVA; OLIVEIRA, 2007).

Torres *et al.* (2001), em estudo com extratos aquosos de folhas de *E. uniflora* 10% sobre larvas da traça das crucíferas (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae), obtiveram 60% de mortalidade. Também, Machado, Silva e Oliveira (2007) avaliaram o extrato aquoso de *E. uniflora* sobre a vaquinha, *Diabrotica speciosa* Germar (Coleoptera: Chrysomelidae), e verificaram mortalidade significativa.

Coitinho (2009), estudando o óleo essencial de *Eugênia uniflora*, verificou o efeito inseticida em diferentes espécies de insetos-pragas, comprovando repelência de 88,5% e mortalidade de 100% no gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), sendo considerado promissor para o manejo integrado dessa praga, principalmente para sistemas alternativos de produção.

A presença de flavonoides e taninos foi identificada em extratos hidroalcoólicos de *Eugênia uniflora*, em que os autores destacam que teores de fenóis, taninos e flavonoides totais foram encontrados em amostras do pó das folhas de *Eugênia uniflora* com concentrações de 9,22%, 5,08% e 0,53%. Segundo Cavalcante, Moreira e Vasconcelos (2006), os taninos são considerados redutores digestivos e de crescimento, ocasionando redução na taxa de sobrevivência de insetos, uma vez que inativam enzimas digestivas, comprometendo a digestão.

Dequech *et al.* (2008) verificaram que o uso de extrato da planta *Melia azedarach* no controle das larvas de *Microtheca ochroloma* Stal (Coleoptera: Chrysomelidae) também apresentou atividade inseticida, sendo que, no quinto dia, os ramos e as folhas de cinamomo causaram mortalidade de 98% e 100%, respectivamente.

A família botânica Meliaceae é uma das mais importantes no grupo de plantas inseticidas, em virtude do número de

espécies com atividade inseticida e da eficiência dos seus extratos, especialmente sobre insetos mastigadores, como os representantes das ordens Lepidoptera e Coleoptera (ROEL, 2000), para os quais já foram constatados efeitos como inibição e/ou redução do consumo alimentar, atraso no desenvolvimento, deformações, esterilidade e mortalidade de inseto.

Matias *et al.* (2002) destacam que as duas espécies de maior destaque são o cinamomo (*Melia azedarach*), que apresenta compostos limonóides também presentes no nim (*Azadirachta indica* Juss.), espécie de origem asiática de uso difundido mundialmente com vistas ao controle de insetos. O nim possui em suas folhas e frutos a azadiractina, o terpenoide mais eficiente no controle de pragas, agindo como repelente, fagoderrente, regulador de crescimento e inseticida. Até 1995, aproximadamente 400 espécies de insetos foram descritas como suscetíveis à ação do nim (SOGLIA *et al.*, 2006).

Os extratos metanólico e hexânico do *S. aromaticum* apresentaram repelência contra o gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais*) em grãos de arroz e o eugenol têm efeito contra a forma adulta do *S. zeamais*. Outra substância também encontrada em *Syzygium aromaticum*, muito usada devido a sua repelência e eficácia contra insetos, comparada ao DEET, é a picaridina ou 2-(2-hidroxi-etil)-1-piperidinocarboxilato de 1-metilpropila, sendo que o uso foi recentemente aprovado no Brasil e nos Estados Unidos. Já a picaridina age promovendo uma forte excitação do sistema nervoso central do inseto e um bloqueio da circulação de sódio nas células nervosas por meio da inibição do trifosfato de adenosina, da acetilcolinesterase e do receptor ácido α -amino butírico (GABA), provocando uma paralisia no inseto (RIBAS; CARRENO, 2010).

Destaca-se a espécie cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) como um inseticida natural eficaz, destacando o eugenol, um fenilpropanoide muito utilizado na odontologia. Sua atividade inseticida também foi relatada contra pragas de grãos armazenados. O óleo do cravo-da-índia causou 80% de mortalidade das lagartas de desfolhadora (*Thyrinteina arnobia*) a 5%, e 100% de mortalidade na concentração de 10% do óleo essencial.

Estrela *et al.* (2006), testando a ação de diferentes óleos de várias espécies de plantas, verificaram uma alta mortalidade dos insetos com o óleo essencial de pimenta-longa (*Piper hispidinervum*), que causou 80% de mortalidade na concentração de 1%, e 100% de mortalidade nas concentrações mais altas (5% e 10%). Seu óleo essencial é composto por 90% do fenilpropanoide safrol, que apresenta atividade inseticida contra inúmeros insetos, tais como *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae), *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae).

3 Conclusão

A pesquisa no estado de Mato Grosso do Sul encontra-

se em constante expansão e a determinação da eficiência e eficácia desses extratos vegetais no controle de *Spodoptera frugiperda* será impactante no agronegócio do estado de Mato Grosso do Sul e do país, visto que são poucos os trabalhos voltados para esta linha de estudo e muitas espécies de plantas ainda não foram estudadas, principalmente na ação inseticida.

No entanto, os impactos dos resultados desta pesquisa para os produtores e toda a cadeia produtiva do agronegócio do estado de Mato Grosso do Sul retrata um apoio aos produtores, que poderão ter alternativas mais baratas e ecologicamente corretas no tratamento e controle biológico da *Spodoptera frugiperda* em suas lavouras. Os impactos ambientais causados por inseticidas sintéticos, seus efeitos acumulativos no solo e na água do meio ambiente poderão ser reduzidos aos longos dos anos e na medida em que estes resultados forem sendo evidenciados pelos meios de comunicação e eventos no estado.

Práticas agroecológicas estão em expansão, sendo que nos últimos anos nota-se uma preocupação constante de universidades, centros de pesquisa e programas e projetos de extensão em trabalhar aspectos e características técnico-científicas, bem como os impactos sociais provenientes da prática agroecológica. A abordagem agroecológica propõe mudanças profundas nos sistemas e nas formas de produção, tendo como meta produzir, de acordo com as leis e as dinâmicas que regem os ecossistemas, com e não contra a natureza. Propõe-se, portanto, novas formas de apropriação dos recursos naturais que devem se materializar em estratégias e tecnologias condizentes com a filosofia-base.

Referências

ALMEIDA, S.D.B. *et al.* Sorção de triazinas em solos tropicais e pré-seleção para recomendação de uso na região de Ubatuba, São Paulo. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE FÍSICA Y QUÍMICA AMBIENTAL, 4. *Anais...* San Felipe, Chile, v.2. p.17-24. 2006.

BARBOSA, C.S. *et al.* Potencial herbicida do extrato diclorometanólico de folha de lixeira (*Curatella americana* L.). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Uberlândia. 2008. *Anais...* Uberlândia: UFU, 2008, p.340-345.

BARBOSA, R.H., *et al.* Inseticidas biológico e natural no controle da *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em condições de campo. *Rev. Verde Agroecol. Desenv. Sustentável*. v.6, n.3, p.247-251, 2011.

BESSA, T.; TERRONES, M.G.H.; SANTOS, D.Q. Avaliação fitotóxica e identificação de metabólitos secundários da raiz de *Cenchrus echinatus*. *Rev. Floresta Amb.*, v.17, p.52-55, 2010.

BRUN, G.R.; MOSSI, A.J. Caracterização química e Atividade antimicrobiana do óleo volátil de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). *Perspectiva*, v.34, n.127, p.135-142, 2010.

CAVALCANTE, G.M.; MOREIRA, A.F.C.; VASCONCELOS, S.D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.41, n.1, p.9-14, 2006.

COITINHO RLBC. Atividade Inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, L.J.; VASCONCELOS, C.A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) em milho. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 25, p. 293-297, 1996.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; MATOSO, M.J. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1999.

DALVI, L.P. *et al.* Compatibilidade de agentes biológicos para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Agrarian.*, v.4, n.12, p.79-83, 2011.

DEQUECH, S.T.B. *et al.* Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae), em laboratório. *Biotemas*, v.21, n.1, p.41-46. 2008.

ESTRELA, J.L.V. *et al.* Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.41, n.2, p.217-222, 2006.

FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. *Científica*, v.34, n.2, p.197-202, 2006.

FERREIRA, A.G. *Interferência: competição e alelopatia. Germinação do básico ao aplicado.* São Paulo: Artmed, 2004.

GARAU, G. *et al.* role of polygalacturonic acid and the cooperative effect of caffeic and malic acids on the toxicity of cu(ii) towards triticale plants (triticosecale wittm). *Biol. Fertility of Soils*, v.10, n.2, p.76-83, 2015.

GOTT, R.M. *et al.* Avaliação do efeito residual repelente do óleo essencial de *Curcuma longa* sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28. *Anais...*, p. 23-28, 2010.

GRAINGE, M.; AHMED, S. *Handbook of plants with pest-control properties.* New York: John Wiley, 1988.

LIMA, J. F. M. *et al.* Ação de inseticidas naturais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em agroecossistema de várzea. *Ciência Rural*, v.38, n.3, p.607-613, 2008.

MACHADO, L.A.; SILVA, V.B.; OLIVEIRA, M.M. Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. *Biológico*, v.69, n.2, p.103-106, 2007.

MALHEIROS, A.; PERES, M.T.L.P. Em *Alelopatia: interações químicas entre espécies.* Chapecó: Moderna, 2001.

MANO, A.R.O. Efeito Alelopático do extrato aquoso de sementes de camarú (*Amburana cearensis* S.) sobre a germinação de sementes, desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2006.

MATIAS, R. *et al.* *Melia azedarach*, uso popular x estudos químicos e farmacológicos: breve revisão. *Ensaio Ciênc.*, v.6, n.1, p.91-121. 2002.

MENDES, S.M. *et al.* Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A (b). *Pesq. Agrop. Bras.*, v.46, n.3, p.239-244, 2011.

NASCIMENTO, N.M.G. *et al.* Efeito inseticida de extratos de plantas do Cerrado sobre *Spodoptera frugiperda* e *Sitophilus zeamais*. *Planta Daninha*, v.11, n.3, p.435-441, 2011.

PERDOMO, M.; MAGALHÃES L.M.S. Ação alelopática da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) em laboratório. *Rev. Floresta Amb.*, v.14, p.52-55, 2007.

- POGUE, G.M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). *Memoirs Am. Entomol. Soc.*, v.43, p.1-202, 2002.
- RICE, E.L. *Allelopathy*. New York: Academic, 1978.
- RIBAS, J.; CARRENO A.M.; Picaridina promovendo uma forte excitação do sistema nervoso central de diferentes espécies de insetos. *An. Bras. Dermatol.*, v.85, p.33, 2010.
- ROEL, A.R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. *Interações Rev. Int. Desenvol. Local*, v.1, n.2, p.43-50, 2000.
- ROMAN, E.E. *et al.* *Como funcionam os herbicidas da biologia à aplicação*. Passo Fundo: Berthier, 2007.
- SANTIAGO, G.P. *et al.* Effects of plant extracts on the biology of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) maintained under artificial diet. *Ciênc. Agrotec.*, v.32, n.3, p.792-796, 2008.
- SILVA, A.B.; BESERRA, E.B.; DANTAS, J.P. Utilização de *Metarhizium anisopliae* e extratos vegetais para o controle de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. *Rev. Eng. Amb.*, v.5, n.1, p.77-85, 2008.
- SILVA, J.R.B.; SANTOS, A. F. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Senna obtusifolia* (L.) H. Irwin e Barneby. *Rev. Floresta Amb.*, v.17, n.2, p.90-97, 2010.
- SIMAS, N.K. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenoides e fenilpropanoides. *Química Nova*, v.27, n1, p46-49. 2014.
- SOARES, C.S.A. *et al.* Ação inseticida de óleos essenciais sobre a lagarta desfolhadora *Thyrinteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae). *Rev. Verde Agroecol. e Desenvol. Sustentável*, v.6, n.2, p.154-157, 2011.
- SOGLIA MC, *et al.* *Usos e aplicações do NIM (Azadirachta indica)*. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical; Boletim Técnico, 2006.
- SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M. Potencial alelopático de plantas de acapu (*Vouacapoua americana*): efeitos sobre plantas daninhas de pastagens. *Planta Daninha*, v. 18, n.3, p.435-441, 2000.
- SOUZA FILHO, A.P.S. *et al.* Allelopathic potential of *Myrcia guianensis*. *Planta Daninha*, v.24, n.4, p.649-656, 2006.
- TAVARES, W.S. *et al.* Potential use of Asteraceae extracts to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and selectivity to their parasitoids *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). *Industrial Crops and Products*, v. 31, p. 384-388, 2009.
- TORRES, A.L. *et al.* Efeitos de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia Azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. *Bragantia*, v.65, n.3, p.447-457, 2001.
- VALICENTE, F.H.; TUELHER, E.S. Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com baculovírus. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.
- WAQUIL, J.M.; BOREGAS, K.G.B.; MENDES, S.M. Viabilidade do uso de hospedeiros alternativos como área de refúgio para o manejo da resistência da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no cultivo do milho-Bt. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.
- WILLIAMS, W.P.; DAVIS, F.M. Response of corn to artificial infestation with fall armyworm and southwestern corn borer larvae. *Southwestern Entomol.*, v.15, p.163-166, 1990.
- XIE, Y.S. *et al.* Biological activity of extracts of *Trichilia* species and the limonoid hirtin against lepidopteran larvae. *Biochem. Syst. Ecol.*, v.22, p.129-136, 1994.
- ZIMDHAN, R.L. *Fundamentals of weed science*. New York: Academic, 1999.
- ZURE, G.E.O. *et al.* Produtividade de milho verde híbrido BM 3061 sob diferentes tipos de adubação no plantio. *Rev. Verde Agroecol. Desenvol. Sustentável*, v.6, n.2, p.184-188, 2011.