



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



ALLAN MARCEL BORGUETE DE SOUZA

**INSETICIDAS PARA O CONTROLE DE INSETOS-
PRAGA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR:
CLASSIFICAÇÕES E MODALIDADES**

ARARAS

2023



Universidade Federal de São Carlos

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



ALLAN MARCEL BORGUETE DE SOUZA

**INSETICIDAS PARA O CONTROLE DE INSETOS-
PRAGA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR:
CLASSIFICAÇÕES E MODALIDADES**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônômica – CCA – UFSCar
para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques

ARARAS - 2023

Souza, Allan Marcel Borguete de

Inseticidas para o controle de insetos-pragas da cultura da cana-de-açúcar: classificações e modalidades / Allan Marcel Borguete de Souza -- 2023.
51f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras

Orientador (a): Rodrigo Neves Marques

Banca Examinadora: Rodrigo Neves Marques, Evandro Henrique Schinor, Mariana Bossi Esteves

Bibliografia

1. mecanismo de ação. 2. controle químico. I. Souza, Allan Marcel Borguete de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083

Agradecimentos

A Deus, pela vida, e por toda sabedoria e discernimento;

À Universidade Federal de São Carlos e ao Grupo de Estudos e pesquisas em Manejo integrado de pragas pela oportunidade;

Aos professores do curso, por todo conhecimento transmitido;

Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques, por todas as oportunidades que me proporcionou e pela excelente orientação e competência;

À minha família, por serem sempre exemplo de amor e união;

A minha esposa Jessica Freitas Borguete de Souza por todo apoio e incentivo;

Aos meus amigos que me apoiaram durante toda a caminhada;

Aos meus companheiros da Republica Taberna por todo acolhimento , companheirismo e troca de conhecimentos durante a graduação.

Muito obrigado!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.” (José de Alencar)

RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar apresenta importância econômica relevante junto ao agronegócio brasileiro. Entre os vários fatores limitantes na produção da cana-de-açúcar, os insetos pragas estão em destaque, sendo necessário a adoção de medidas de controle eficiente tem exigido cada vez mais conhecimento dos produtores, buscando alternativas que sejam economicamente viáveis, ambientalmente aceitos e que possuam alta eficiência de controle. Este trabalho foi realizado com o objetivo de fazer o levantamento inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), visando apontar de forma direcionada o ingrediente ativo, mecanismo de ação, modo de ação, classe toxicológica, modalidade de aplicação, insetos alvos, seletividade, dose do ingrediente ativo e período de carência dos produtos disponíveis para a cana-de-açúcar. O levantamento foi realizado através do banco de dados MAPA, disponibilizado no site AGROFIT, onde as informações foram obtidas através da categoria produtos formulados, utilizando os filtros de inseticidas, agentes biológicos de controle e inseticidas microbiológicos para a cultura da cana-de-açúcar. Todos os dados foram coletados no período de outubro de 2020 a março de 2023 foram inseridos em uma tabela do programa MS-Excel, sendo possível consultar as informações necessárias para o estudo. Portanto, o trabalho realizado visa facilitar o acesso a informação, trazendo de forma clara e simples todas as características dos produtos químicos liberados para cana-de-açúcar.

Palavras-chave: controle, seletividade, mecanismo de ação, pragas, cana-de-açúcar.

"INSECTICIDES FOR THE CONTROL OF PESTS INSECTS IN SUGARCANE CULTURE: CLASSIFICATIONS AND ACTION MODES "

The sugarcane culture presents relevant economic importance in the Brazilian agribusiness. Among the various limiting factors in sugarcane production, pest insects are prominent, requiring the adoption of efficient control. The increasing search for alternatives in integrated pest management has demanded more and more knowledge from producers, seeking alternatives that are economically viable, environmentally accepted, and have high control efficiency. This work was carried out with the objective of surveying the phytosanitary products registered at the Ministry of Agriculture, Livestock, and Supply (MAPA), aiming to point out, in a targeted way, the active ingredient, mechanism of action, mode of action, toxicological class, application modality, target insects, selectivity, active ingredient dose, and withdrawal period of products available for sugarcane. The survey was carried out through the database of MAPA, made available on the AGROFIT website, where information was obtained through the formulated products category, using filters for insecticides, biological control agents, and microbiological insecticides for sugarcane culture. All data collected from October 2020 to March 2022 were inserted into an MS-Excel program table, making it possible to consult the necessary information for the study.

Key words: control, selectivity, mechanism of action, pests, sugarcane.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	10
2.1 Cana-de-açúcar.....	10
2.2 Pragas da cana-de-açúcar.....	13
2.3 Métodos de controle	15
2.4 Manejo integrado de pragas	18
2.5 Seletividade	19
2.6 Resistência e grupos químicos	20
3. OBJETIVO	26
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do mundo, cultivada por mais de 100 países, sendo o Brasil o maior produtor atualmente, com cerca de 8,3 milhões de ha⁻¹ de produção, destacando-se o estado de São Paulo como principal produtor, com 4,147 milhões de ha⁻¹ destinados para a produção (CONAB, 2022).

O cultivo da cana-de-açúcar é bastante complexo, onde através de um único plantio, são realizadas em média de 5 a 7 colheitas, visto que após cada ciclo o produtor tem que realizar altos investimentos para que a rebrota do canavial ocorra com bom potencial produtivo. A cultura é um dos principais alvos de pragas, prejudicando a produção e qualidade, que dependendo do nível de infestação da praga pode trazer grandes prejuízos econômicos (GOMES, 2020).

A evolução da indústria de defensivos agrícolas está diretamente ligada ao processo de modernização da agricultura pós II Guerra, baseada no uso intensivo de insumos químicos, biológicos e mecânicos. No Brasil, este processo consolidou-se a partir dos anos 70. Em 1975, surgiu o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, em meio ao II Plano Nacional de Desenvolvimento, que subsidiou a criação de empresas nacionais e a instalação de empresas transnacionais no país. Além disso, a existência de um marco regulatório defasado e pouco rigoroso, que era baseado no Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal de 1934, facilitou o rápido registro de moléculas agroquímicas, muitas delas já banidas pelas legislações de outros países. Em 1989 entrou em vigor uma nova lei regulamentando a fabricação e o uso dos agroquímicos no país, tornando o processo de registro muito mais exigente (PELAEZ et al., 2010).

A escritora Rachel Carson em seu livro *Primavera Silenciosa*, lançado no ano de 1962, descreveu pela primeira vez os efeitos adversos do uso de inseticidas químicos. Na atualidade, tanto a comunidade científica quanto a sociedade civil tem se preocupado com as questões ambientais e a preservação da vida no planeta. Assim, surge a perspectiva do cultivo sustentável de culturas agrícolas. Isso tem levado os produtores a adequarem a atividade agrícola, tendo em vista tomadas de decisões que causem um menor impacto ambiental e sejam economicamente viáveis, crescendo assim a procura por métodos alternativos ao controle químico, abrindo,

desta forma, grande oportunidade para a implementação de pesquisas com a associação do controle químico com agentes de controle biológico (CHRISTOFOLETTI et al., 2017).

Esses estudos trazem informações que poderão ser empregadas como ferramentas, possibilitando uma maior compreensão e possível prevenção dos danos ocasionados à saúde do meio ambiente e dos organismos. As informações obtidas desses estudos, poderão auxiliar tanto no desenvolvimento dos produtos como na tomada de decisões, de forma que preservem a sustentabilidade (CHRISTOFOLETTI et al., 2017).

Além de efeitos fisiológicos, os inseticidas e outros produtos químicos podem afetar características biológicas dos inimigos naturais, como a fecundidade, a longevidade, a taxa de desenvolvimento e a razão sexual. Ou seja, diversos efeitos negativos podem ser vistos no comportamento desses insetos, afetando outros fatores como o comportamento alimentar e reprodutivo (FOERSTER, 2002 apud ANTIGO et al., 2013).

Uma vez que o uso de controle químico geralmente é a medida mais utilizada em muitas condições, o objetivo do presente trabalho foi realizar um levantamento dos inseticidas comerciais registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), classificando-os quanto a modo de ação, seletividade e modalidade de aplicação, oferecendo à comunidade em geral uma fonte de informação para consultas no acervo extensionista da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* L. é de grande importância econômica no Brasil, com cerca de 8,3 milhões de ha⁻¹ cultivados. Sua importância vai além dos aspectos econômicos, caracterizando um sistema de monocultivo que tem especial significado econômico e social para o país (CONAB, 2022).

A principal demanda por cana-de-açúcar começou na década de 1970 impulsionada pelo Plano Nacional do Álcool, que foi organizado para estimular a produção de etanol no país, sendo uma fonte alternativa de energia renovável e

menos poluidora. A crescente expansão da cultura, principalmente no Triângulo Mineiro e no Noroeste Paulista, além de promover a perda de biodiversidade, ocasionou o êxodo rural dos pequenos sitiantes, que não suportaram a concorrência, sendo obrigados a venderem ou arrendarem suas terras aos usineiros. Além disso, associado a implementação da mecanização nas fases de plantio e colheita, tornou-se um importante problema social, no entanto a proibição da queima da palha anos depois proporcionou ganhos ao meio ambiente. Em contrapartida, essa alteração no sistema produtivo possibilitou o desaparecimento de sub-empregos e trouxe ao setor discussões de novas estratégias de realocação e treinamento de pessoas, que ao longo do tempo, proporciona uma melhor qualidade de vida àquele cidadão e à comunidade como um todo (MORINI et al., 2017).

A importância econômica da cultura é devido a sua capacidade de ser matéria prima principalmente para a produção de etanol e açúcar, além de bioenergia extraída do bagaço, contribuindo para a diversificação do setor sucroenergético e aumento de sua receita. Com o crescente aumento da colheita mecânica da cana crua, algumas partes que antes eram queimadas, se tornaram insumos valiosos, destacando a cultura pelo alto aproveitamento da biomassa na geração de energia (MORAIS et al., 2015).

A utilização dos subprodutos como fonte de renda adicional nesse setor, tal como o aproveitamento de subprodutos como o bagaço, vinhaça e a torta de filtro são considerados como importantes fontes de receita bruta adicional para a agroindústria canavieira. Entre os subprodutos, o bagaço tem sido apontado como a alternativa mais promissora, principalmente pelo seu uso na cogeração de energia nas próprias usinas e mais recentemente para as redes de transmissão elétricas (MIRANDA-STALDER; BURNQUIST, 2019).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a agroindústria sucroalcooleira nacional, diferentemente de outros países, opera numa conjuntura positiva e sustentável, onde o segmento industrial brasileiro produz o etanol ecologicamente correto, obtido a partir de fonte renovável. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo grande importância para o agronegócio brasileiro, que além da produção de etanol e açúcar, as unidades de produção têm buscado aumentar sua eficiência na geração de energia elétrica, auxiliando no aumento da

oferta e redução dos custos, contribuindo para ampliar a sustentabilidade do setor (CONAB, 2022).

As condições climáticas brasileiras são favoráveis a cultura, permitindo dois momentos de safra, que no Nordeste, acontece nos meses de outubro a março e no Sudeste, Sul e Centro-oeste nos meses de abril a outubro, ou seja, é possível produzir açúcar e etanol durante o ano todo (RODRIGUES E ORTIZ, 2006).

A cana-de-açúcar por ser uma planta perene, pode produzir economicamente entre quatro a seis anos. No Estado de São Paulo, o cultivo da cana-de-açúcar pode ser separado em grupos, dependendo da época de plantio e número de cortes. Define-se como cana-planta a cana que foi plantada e ainda não passou pelo primeiro corte e Cana-soca é a denominação dada a cana a partir do primeiro corte. A cana-de-açúcar plantada no final de cada ano cresce inicialmente sob condições favoráveis de umidade e temperatura, podendo ser colhida após um ano, sendo denominada “cana-de-ano”. Quando plantada no início do ano, cresce inicialmente sob condições pouco favoráveis, portanto só é colhida após dezoito meses, sendo denominada “cana-de-ano-e-meio”. Após o primeiro corte, nos dois sistemas anteriores, o sistema passa a ser denominado de “cana-soca”. Após seu primeiro corte o sistema de cultivo também pode ser denominado de soqueira, como por exemplo, terceira soqueira (quarto corte), quarta soqueira (quinto corte) (TOWNSEND et al., 2002).

Os fatores que interferem nos resultados da colheita dependem das condições naturais e do equipamento técnico dos produtores. Em São Paulo, as safras de canaviais novos podem atingir altas produtividades, no entanto, devido a presença de muitos canaviais velhos, a média de produtividade chega a atingir cerca de 70 a 80 toneladas por ha^{-1} , sendo uma média muito baixa para o setor. Na safra 2022/23 é estimado atingir médias de $72 t ha^{-1}$, 3,9 % superior a safra anterior. (CONAB, 2022).

A produtividade agrícola da cultura teve expressivo crescimento nas últimas décadas decorrente de programas de melhoramento genético no país, que buscou desenvolver novas cultivares, aliado a frequentes pesquisas, que buscavam melhorar o manejo do solo, a aplicação racional de adubos e corretivos, além do maior entendimento da fisiologia da cultura. Mesmo com o grande desenvolvimento do setor, diversos são os fatores que interferem na produtividade e na qualidade desta, tais como cultivares, condições ambientais, manejo empregado, época de plantio, época

de colheita, estágio de desenvolvimento e incidência de pragas e doenças (BALEM et al., 2016).

A duração de um canavial plantado pode variar, devido a acentuada redução da produtividade a cada corte, por esta razão, os trabalhos de criação de novas variedades têm sido contínuos e permanentes, com o objetivo de se obter novos genótipos capazes de fazer frente às adversidades do ambiente, seja por degenerescência ou por necessidade de aumento de produção. Portanto, a busca por novas variedades, conduz a uma verdadeira evolução no cultivo da cana-de-açúcar, tornando-se um dos principais pilares da pesquisa no setor canavieiro atual, sendo o estado de São Paulo um dos melhores exemplos de ganho de produtividade no país (MACHADO; HABIB, 2009).

Os programas de melhoramento de cana-de-açúcar buscam o desenvolvimento de cultivares geneticamente superiores, que tenham o máximo de características desejáveis para contribuir de forma positiva para o setor sucroenergético. No entanto, o ganho de produtividade da cana-de-açúcar pode também ser alcançado de outras formas, sejam elas, por meio da expansão da área de cultivo, melhoria da gestão, manejo da produção e colheita, além da inovação e crescente tecnificação das usinas produtoras, sendo o ambiente um agente complicador dos ganhos de produtividade (MORAIS et al., 2015).

2.2 Pragas da cana-de-açúcar

As pragas agrícolas são definidas como populações de organismos vivos capazes de causar injúrias em plantações agrícolas, sendo capazes de reduzir a produção comercial da cultura, ao ponto de que seus custos de controle sejam superiores ao lucro gerado (FADINI et al., 2010).

Os insetos pragas são os principais fatores limitantes da produção da cana-de-açúcar, sendo necessário utilizar agroquímicos, resultando, em possíveis problemas ambientais, e elevado custo de produção. Os agroquímicos são micropoluentes para os ecossistemas e seus impactos em solos, suprimentos aquíferos e alimentícios, são pautas de estudos e discussões (MACHADO; HABIB, 2009).

Segundo Borges Filho et al. (2014), existem mais de 80 espécies de insetos que se alimentam da cana-de-açúcar, sendo *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) (Lepidoptera: Crambidae) uma das principais pragas da cultura. Esta espécie pode causar danos diretos e danos indiretos, prejudicando muito a produção de açúcar e álcool. Existem diversas populações pragas na cultura, que podem ser controladas por meio de inimigos naturais presentes no campo. O uso do controle biológico é uma alternativa ao controle químico, através do uso do parasitóide larval *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) e do parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (NOCELLI et al., 2017).

Outra praga muito importante para os canaviais, principalmente após a proibição da queima da cana-de-açúcar e adoção da colheita mecanizada, é a *Mahanarva fimbriolata* (STÅL, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), mais conhecida como cigarrinha-da-raiz, que após a colheita da cana, ficam sobre as áreas com restos da palhada, favorecendo um possível aumento da população da cigarrinha. A fase de ninfa, é de grande importância, pois é nessa fase que a cigarrinha se alimenta das raízes superficiais, ocasionando danos, principalmente ao perfilhamento. Esses danos podem atingir os vasos lenhosos, comprometendo a circulação de água e nutrientes na planta, causando quedas na produtividade, ou até no teor de açúcar (BURIOZO et al., 2017).

Com a expansão rápida das áreas de plantio de cana-de-açúcar, o inseto *Sphenophorus levis* (Vaurie, 1978) (Coleoptera: Curculionidae), mais conhecido como bicudo ou gorgulho da cana-de-açúcar, tornou-se uma importante praga na cultura. Com isso, tornou-se fundamental o estabelecimento de métodos de controle eficientes. O aumento da sua importância no decorrer dos anos, está ligado aos registros de novas áreas infestadas, devido à sua dispersão em mudas, a dificuldade de controle e mudança do sistema de colheita para cana crua. Em relação a dispersão, o homem é o principal agente disseminador, pois o inseto praga além de possuir hábito subterrâneo, possui baixa frequência de movimentação (CUSTÓDIO et al., 2017).

Outra praga de solo presente na cultura da cana-de-açúcar são os cupins, que apesar de serem importantes componentes da fauna de solo, desempenhando um papel importante na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, aeração e drenagem, em cultivos agrícolas, podem provocar prejuízos econômicos na

cultura. Apesar dos cupins serem definidos como pragas em ambientes agrícolas, cerca de 10% das espécies são registradas como pragas. As espécies consideradas pragas de maior distribuição nos canaviais brasileiros pertencem aos gêneros *Cornitermes*, *Neocapritermes*, *Heterotermes* e *Procornitermes* (TEIXEIRA; JUNQUEIRA, 2012).

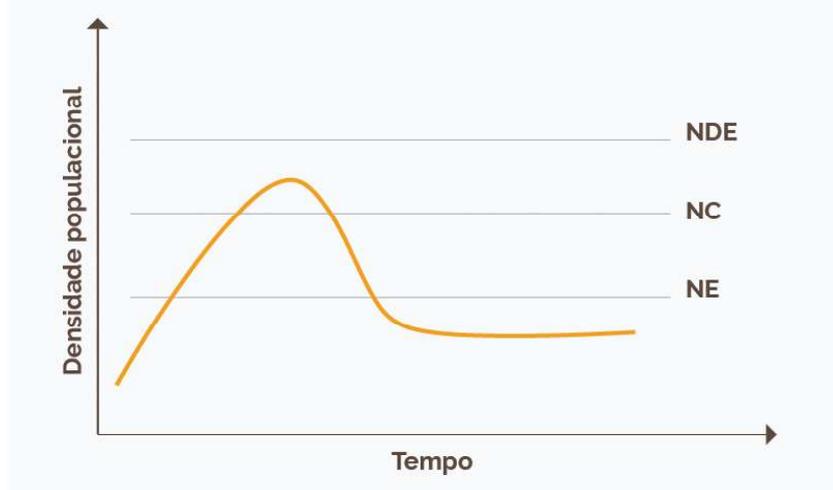
2.3 Métodos de controle

O manejo de pragas exige levantamentos populacionais constantes, além da adoção de práticas integradas de controle físicas, químicas ou biológicas (DINARDO-MIRANDA et al., 2006). A base de um programa de manejo integrado se respalda na associação de diferentes métodos de controle, promovendo melhores resultados no controle de pragas. (OLIVEIRA et al., 2013).

A cana-de-açúcar, segundo ROSSI et al. (2006), é cultivada em diferentes regiões do Brasil, e o uso de inseticidas químicos para controle podem causar o desequilíbrio desse agroecossistema, limitando sua produtividade. O uso indiscriminado de inseticidas interfere de forma negativa no ambiente, contaminando-o e eliminando insetos não alvos, além da seleção de populações de insetos pragas resistentes.

Muito se discute sobre a densidade populacional de pragas nos canaviais, sendo assim existem diversos estudos que determinam densidades populacionais limites, ou seja, densidade essa, denominada de nível de dano econômico (NDE). No entanto, para evitar que essa densidade atinja o NDE, também é determinado o nível de controle (NC), com a finalidade de determinar o momento certo de entrar com alguma medida de controle, sem que a praga cause danos significativos a cultura. Sabe-se que os inseticidas químicos ou biológicos, possuem características distintas, e conseqüentemente tempos de ação diferentes, ou seja, para determinar o NC, deve-se levar em conta o método de controle, pois quanto menor for o tempo de controle do inseticida escolhido, mais próximo do NDE se encontrara o NC, ou seja, a medida de controle pode ser adotada em um nível populacional bem próximo ao NDE conforme demonstrado na figura 1 (DINARDO-MIRANDA, 2005).

Figura 1 - Relação da densidade populacional de pragas com o tempo.



Fonte: Adaptado de Gallo et al. (2002)

O controle químico é uma ferramenta importante no programa de manejo integrado de pragas, principalmente em canaviais severamente infestados. O seu uso racional associado a outros métodos, como controle cultural, controle biológico entre outros, resulta em uma relação custo/benefício e com baixos riscos ambientais (DINARDO-MIRANDA, 2005).

O controle biológico também é muito utilizado na cultura da cana-de-açúcar e, além disso, programas que envolvem estratégias de controle biológico são extremamente interessantes, por razões ambientais e econômicas. Os avanços nesse tipo de controle no setor canavieiro se devem ao desenvolvimento de pesquisas inerentes ao controle biológico, sendo de extrema importância destacar bons exemplos de controle, como o uso de *C. flavipes* no controle da broca da cana-de-açúcar, *D. saccharalis*, como um ótimo exemplo de sucesso do setor canavieiro (SANDOVAL; SENÔ, 2010).

Atualmente o controle biológico no manejo de pragas da cana-de-açúcar é amplamente empregado, sendo o parasitoide larval *C. flavipes* o método mais utilizado para o manejo de *D. saccharalis*. No Brasil, as primeiras liberações massais de *C. flavipes* ocorreram na década de 70 no estado de São Paulo, ganhando força até a década de 90, onde atingiu 360.000 ha⁻¹ de cana-de-açúcar. Inicialmente, o parasitismo médio dessa espécie era muito baixo, com cerca de 0,14%, no entanto por volta de 2002 essa taxa atingiu cerca de 30 a 40% (BOTELHO; MACEDO, 2002).

Outro inimigo natural com alto potencial em programas de Manejo Integrado de Pragas é o microhimenóptero *T. galloi*. Esse parasitoide de ovos de lepidópteros, possui uma produção em larga escala nos laboratórios de todo o país, e suas liberações têm apresentado ótimos índices, sendo um excelente agente regulador da população da praga nos canaviais brasileiros (VALENTE et al., 2016).

Além disso, o uso de fungos entomopatogênicos no controle de pragas da cana-de-açúcar também tem apresentado resultados promissores, sendo constatado por ZAPPELINI et al. (2010), que diversos isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes), constatou que foram patogênicos à *D. saccharalis* em condições de laboratório, podendo destacar os seguintes isolados: IBCB 384, 383, 481, 418 e 417. Segundo estudos realizados por Dias et al. (2013) verificou-se que o fungo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin possui alta eficiência no controle de lagartas de *D. saccharalis*, além de apresentar resultados satisfatórios quando tratados os ovos de *D. saccharalis*, mostrando que esse fungo persiste no ambiente por um tempo maior que o fungo *M. anisopliae*.

No entanto, as formigas predadoras também são importantes agentes de controle biológico natural de ovos e lagartas pequenas de *D. saccharalis*, sendo destacadas as seguintes espécies: *Solenopsis saevissima*, *Dorymyrmex* sp., *Pheidole* sp., *Crematogaster* sp. (ROSSI; FOWLER, 2004).

O método de controle cultural é outra alternativa, e tem sido uma importante ferramenta no controle de algumas pragas, principalmente para pragas de solo como o *S. levis*. O uso da destruição das soqueiras em áreas infestadas, principalmente durante a reforma dos canaviais é uma tática complementar ao controle da praga, essa técnica tem como objetivo a exposição das larvas aos seus predadores e o secamento dos rizomas. No entanto, os resultados dessa prática são satisfatórios apenas no primeiro corte, uma vez que muitas larvas e adultos do inseto são capazes de sobreviver alimentando-se da matéria orgânica presente no campo, mesmo após a destruição mecânica das soqueiras (DA CRUZ, 2017).

Portanto a associação com o método químico também é uma ferramenta necessária para o controle de *S. levis*, no qual são feitas aplicações preventivas de inseticidas no sulco de plantio e quando em cana soca, o uso de inseticidas no corte da soqueira. Outro método de controle que também pode ser utilizado, são as iscas

tóxicas, que são mais indicadas para monitoramento populacional, pois devido as grandes áreas de produção, demanda muita mão de obra, ou seja para o monitoramento, o número de armadilhas a serem instaladas são bem menores do que para o controle (DA CRUZ, 2017).

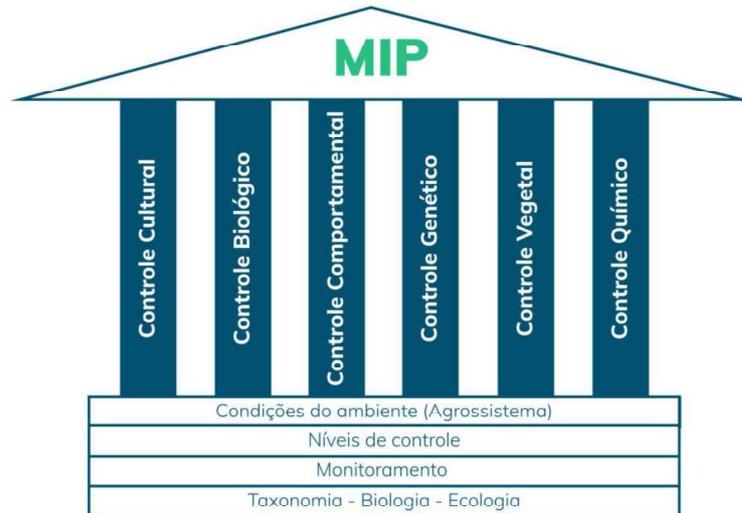
2.4 Manejo integrado de pragas

O desenvolvimento de um modelo de controle de pragas tornou-se necessário, visando suprimir a demanda crescente de alimentos e, respeitar concomitantemente a sustentabilidade do agroecossistema, contribuindo assim com a conservação do meio ambiente e do bem-estar humano. Através dessa necessidade, surgiu o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que segundo KOGAN (1998), é o sistema de decisão, que define quais as táticas de controle necessárias, integradas ou não, analisando seu custo/benefício. Portanto, o surgimento do MIP estabeleceu o uso de medidas de controle com bases ecológicas, eliminando as conhecidas aplicações por meio de calendários (GUIMARÃES et al., 2008).

O MIP é um conjunto de estratégias empregadas para o controle de insetos-pragas, com a finalidade de manter suas populações abaixo do NDE. Esses métodos, se utilizados de forma conjunta, impedem a seleção de indivíduos resistentes e o ressurgimento de pragas secundárias (CARVALHO; BARCELLOS, 2012).

Para se utilizar o MIP, é necessário entender três pontos importantes, seguindo a seguinte analogia: o alicerce e os pilares, ambos responsáveis pela sustentação do telhado, que em nosso caso, é o MIP (Figura 2).

Figura 2 - Bases e pilares de um programa de manejo integrado de pragas



Fonte: Adaptado de Gallo et al. (2002)

O termo manejo, resulta na utilização de todas as técnicas disponíveis para utilização dentro de um programa unificado, a fim de manter a população de insetos pragas abaixo do nível de dano econômico (NDE), visando minimizar os efeitos colaterais ruins ao meio ambiente (CARVALHO; BARCELLOS, 2012)

Estudos demonstraram como as mudanças climáticas afetam os cenários atuais e futuros do desenvolvimento de pragas e dos inimigos naturais. Com o aumento da temperatura em função das mudanças climáticas, a cultura da cana-de-açúcar pode ser beneficiada com o aumento da taxa de fotossíntese. Em contrapartida, é provável que as mudanças climáticas resultem em alterações no sistema de manejo da cultura, onde as tendências gerais indicam que o aquecimento global pode aumentar o risco potencial de distribuição e infestação de pragas, assim como afetar a eficácia de inimigos naturais, como o parasitoide de ovos *T. galloi*, que em condições climáticas estressantes, incluindo altas temperaturas, apresentam redução da taxa de parasitismo em áreas de liberação, ou seja, é necessário uma adequação do manejo integrado de pragas aos fatores atuais e futuros (BETTIOL et al., 2017).

2.4 Seletividade

O uso indiscriminado de inseticidas químicos tem afetado populações de espécies benéficas existentes no campo. A maioria dos estudos em MIP, tem sido voltado aos efeitos letais e subletais a longo prazo, que podem afetar parâmetros

biológicos desses artrópodes como oviposição, longevidade e comportamento (MATIOLI, 2018).

Segundo Batista (2020) a falta de conhecimento sobre características dos produtos, principalmente a respeito da seletividade, é um problema na cadeia de assistência técnica, visto que o setor público está cada vez mais sucateado, sendo ineficiente a realização da assistência rural, sendo as revendas de agroquímicos a única fonte de apoio do produtor. Em muitos dos casos, os técnicos não tem o conhecimento e preparo adequado para identificar a ocorrência dos inimigos naturais e conseqüentemente recomendar os produtos seletivos.

Para entender esses efeitos, estuda-se a seletividade, que é uma combinação de toxicidade do inseticida e a probabilidade de contato do mesmo e, portanto, pode variar significativamente entre os inimigos naturais e as pragas-alvo. As espécies podem diferir em suscetibilidade, seja por sensibilidade no local-alvo, penetração, desintoxicação, sequestro e excreção, resultando em toxicidade fisiológica diferencial (BROWN, 1989 apud TORRES; BUENO, 2018).

2.5 Resistência de pragas a inseticidas e grupos químicos

Com o surgimento de insetos pragas nas produções agrícolas, tornou-se necessário a utilização de agroquímicos de diversas classes químicas, a fim de reduzir a intensidade dos ataques as lavouras. Os primeiros produtos utilizados eram a base de substâncias muito tóxicas de origem natural, tais como piretro e nicotina, além de elementos inorgânicos, como o mercúrio (COUTINHO et al., 2005).

Após a II guerra mundial, houve uma explosão no desenvolvimento da síntese orgânica, principalmente de produtos com atividade inseticida. Os inseticidas sintéticos, incluindo hidrocarbonetos clorados, ésteres organofosforados, carbamatos e piretróides sintéticos contribuíram muito para o avanço da produção mundial de alimentos nas últimas décadas, no entanto, o uso excessivo e indiscriminado desses produtos químicos para controle de pragas trouxe dois grandes problemas como: a resistência adquirida e a poluição ambiental. Além disso, o uso excessivo fez com que muitos dos seus inimigos naturais fossem dizimados, devido ao amplo espectro de ação desses produtos utilizados (VIEGAS, 2003).

O uso de um único inseticida repetidas vezes em uma única geração, gera uma forte pressão de seleção para indivíduos com um ou mais mecanismos de resistência, principalmente quando se usa produtos com apenas um único local de ação. A rotação de inseticidas é uma forma de eliminar os indivíduos resistentes a determinados mecanismos, além de promover o atraso do desenvolvimento dessa resistência a um ou todos os inseticidas utilizados. O uso de diferentes inseticidas visa interromper diferentes locais nos processos fisiológicos de insetos, e esta atividade local alvo permitiu a classificação de inseticidas em grupos MoA (modo de ação). A classificação de MoAs de inseticidas, afim de melhorar a eficácia da rotação de ingredientes ativos foi criada e atualmente é mantida pelo Comitê de Ação de Resistência a Inseticidas (IRAC) (BRYANT; REAY-JONES, 2020).

Fundada em 1984, a IRAC é uma associação internacional de técnicos de empresas de agroquímicos e de saúde pública afiliadas à proteção de culturas. Sua missão é prolongar a eficácia de inseticidas, através de um manejo correto da resistência. Uma das principais formas encontradas pelo IRAC de conseguir isso é através do desenvolvimento contínuo do sistema de classificação do MoA, de forma que a classificação dos inseticidas seja conhecida por todos os usuários de inseticidas, promovendo o acesso a informação e ao uso correto de diferentes modos de ação ao longo da safra, dificultando assim o desenvolvimento de populações resistentes. A classificação baseia-se principalmente no local alvo do inseticida, e, em segundo lugar, na novidade da química do inseticida (BRYANT; REAY-JONES, 2020).

Os inseticidas podem ser divididos em diversos grupos químicos, onde cada um deles possui suas características específicas. Os organofosforados, por exemplo, apresentam efeito tóxico mais agudo para os seres humanos e outros mamíferos do que os inseticidas organoclorados. Os organofosforados são utilizados em diversas culturas para combater pragas, além de também ser utilizado em domicílios, para combate de moscas e mosquitos, sendo na maioria das vezes, utilizado por órgãos de saúde pública no combate a vetores de doenças. Em cultivos agrícolas, é aplicado principalmente nas partes aéreas das culturas, sendo utilizado também para o tratamento de grãos armazenados e de farelo de trigo. Sua ação interfere no sistema nervoso central do inseto, inibindo as enzimas colinesterases, atuando principalmente, como inibidor da enzima acetilcolinesterase, provocando efeitos tóxicos acentuados (COUTINHO et al., 2005).

Os inseticidas pertencentes a classe dos fenilpirazóis, em especial o fipronil, é um inseticida aplicado via solo, cuja ação é extremamente ativa. Atua no sistema nervoso central do inseto inibindo o receptor do ácido gama aminobutírico (GABA), ou seja, quando a função desse sistema regulador é bloqueada pela ação do fipronil, ocorre então hiperexcitação neural e conseqüentemente a morte do inseto (COUTINHO et al., 2005). Estudos realizados em animais demonstraram que o fipronil possui uma toxicidade seletiva maior para os insetos em relação aos mamíferos, em função da afinidade seletiva para os canais de GABA dos insetos em comparação com os canais GABA de vertebrados (ROBERTS; REIGART, 2013).

Em relação à saúde humana existem poucos dados, onde alguns estudos de carcinogenicidade em células humanas não apresentaram nenhum efeito adverso (COUTINHO et al., 2005).

Os inseticidas do grupo dos piretróides sintéticos, são moléculas produzidos em laboratório, a partir de uma substância natural, o piretro, que segundo Santos et al. (2008) são extraídos dos ésteres tóxicos isolados das flores das espécies de *Chrysanthemum cinerariae folium*. Essas moléculas são biodegradáveis, não cumulativa, que raramente provocam intoxicações agudas em aves e mamíferos. Os piretróides apresentaram grande evolução ao longo do tempo, sendo dividido atualmente em quatro gerações. A quarta e mais atual geração, apresenta alta efetividade em doses baixas, incluem-se nessa geração a seguintes moléculas: bifentrina, lambda-cialotrina, cipermetrina, ciflutrina, deltametrina, entre outras, todos sendo considerados inseticidas fotoestáveis. Segundo o autor, os piretróides apresentam modo de ação muito similar ao famoso DDT, cujo efeito estimulante é muito mais pronunciado. Sua ação mantém os canais de sódio das membranas dos neurônios abertos, afetando assim o sistema nervoso periférico e central do inseto, cuja ação estimulam as células nervosas a produzir descargas repetitivas e, eventualmente, causam paralisia (COUTINHO et al., 2005).

Segundo Santos et al. (2008), o potencial mutagênico dos piretróides depende de cada molécula, principalmente da sua estrutura molecular, dose e exposição ao produto e a velocidade de degradação. Em relação à carcinogenicidade, poucos relatos aparecem na literatura, de forma que não se possa chegar a alguma conclusão sobre sua ação.

Assim como os organofosforados, os carbamatos também surgiram como alternativa aos compostos organoclorados, devido a necessidade de serem desenvolvidos novos compostos com eficiência no controle de pragas (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Os carbamatos são inseticidas derivados do ácido carbâmico, que assim como os organofosforados, os carbamatos tem efeito de choque sobre os insetos, apesar do seu curto poder residual. Também inibem a Acetilcolinesterase (AChE), embora, nesse caso específico, a reação envolvida seja a carbamilação. Apesar de possuírem mecanismo de ação muito parecidos, apresentam duas diferenças principais em relação aos organofosforados. Primeiramente, alguns carbamatos são potentes inibidores da Aliesterase (uma Esterase alifática, cuja função exata é desconhecida) e apresentam seletividade pronunciada contra as AChE de certas espécies, e a segunda diferença é que a inibição da AChE pelos carbamatos é reversível (COUTINHO et al., 2005).

Os compostos dessa classe química mais conhecidos atualmente são o carbaril, o carbofuram e o aldicarb (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012). O metabolismo dos carbamatos, bem como seus metabólitos sulfona e sulfoxido, e basicamente o mesmo em mamíferos, insetos e plantas, assim como os efeitos tóxicos (MORAES, 1997).

Na década de 90, com o surgimento da resistência das pragas, associado a preocupação com a exposição cumulativa de trabalhadores aos grupos químicos existentes até o momento, surgiu a necessidade do desenvolvimento de moléculas de um novo grupo químico, os neonicotinoides. Segundo o autor, os neonicotinoides constituem um grupo de inseticidas desenvolvidos a partir da molécula de nicotina isolada como um alcaloide de espécies do gênero *Nicotiana* sp (JESCHKE et al., 2013, apud QUEIROZ et al., 2021).

. No entanto, devido à elevada toxicidade em mamíferos e limitada eficiência como inseticida, deixou de ser amplamente utilizada e passou a servir como base para estudos de desenvolvimento de novas moléculas com o mesmo mecanismo de ação. A primeira molécula comercial surgiu em 1991, o Imidacloprido, que devido ao seu sucesso, desencadeou o surgimento de novas moléculas como: nitempiram, acetamiprida, tiametoxam, tiaclopride, clotianidina e dinotefuran, sendo hoje o grupo químico mais vendido mundialmente (QUEIROZ; SILVA, 2021).

Os inseticidas neonicotinóides obtiveram esse sucesso por serem uma importante ferramenta para o controle de pragas em diferentes culturas, visto que possuem reduzida toxicidade a mamíferos, alta seletividade a importantes espécies de inimigos naturais, além de serem uma estratégia anti-resistência (ARIOLI et al., 2007).

A ação dos inseticidas neonicotinóides é sobre o sistema nervoso de insetos, mais especificamente como agonistas de receptores nicotínicos de acetilcolina (nAChRs), que são responsáveis pela neurotransmissão pós-sináptica, que resulta em toxicidade com efeitos no sistema nervoso, apresentando sintomas como: excitação incomum, espasmos corporais, paralisia e morte (QUEIROZ; SILVA, 2021).

Além dos inseticidas químicos propriamente ditos, existem outras alternativas de produtos para controle de insetos pragas, sendo eles pertencentes principalmente aos grupos dos inseticidas biológicos e os reguladores de crescimento, sendo as bactérias entomopatogênicas, os principais exemplos de inseticidas biológicos, sendo utilizadas no controle de pragas agrícolas a quase cinco décadas (BRAGA; VALLE, 2007).

Já os inseticidas reguladores de crescimento são compostos com modo de ação diferente dos inseticidas mais convencionais. Seu modo de ação apresenta alta seletividade aos mamíferos e inimigos naturais, além do baixo poder de contaminação ambiental. Esses inseticidas podem ser classificados como: Inibidores da Síntese da Quitina, Agonistas do Hormônio Juvenil e Agonistas de Receptores de Ecdisteroides (KODANDARAM et al., 2010).

Segundo Braga & Valle (2007), em geral, os Inseticidas reguladores de crescimento (IRC) apresentam altos níveis de atividade e eficácia no controle de diversas espécies de insetos, de diferentes habitats.

Os inibidores da síntese de quitina causam interferência na formação de cutícula a cada vez que o inseto inicia a muda, pois há quitina em sua composição. (BRAGA; VALLE, 2007). Segundo Kodandaram et al. (2010), as moléculas mais conhecidas são: diflubenzuron, clorfluazuron, lufenuron, novaluron.

Já os inseticidas agonistas do hormônio juvenil, como o piriproxifem, simulam a ação dos hormônios juvenis existentes em insetos em desenvolvimento, afetando o

hormônio que permite a troca do exoesqueleto, o ecdisônio, através dos efeitos sobre alguns genes, que impedem o inseto de realizar a ecdise, causando sua morte prematura (GALLO et al., 2002).

Já a última inovação em termos de inseticidas fisiológicos são os aceleradores de ecdise, que são conhecidos como agonistas de ecdisteroides. Segundo Gallo et al. (2002) esses inseticidas atuam imitando o ecdisônio, que é o hormônio natural responsável pela ecdise, acelerando o processo de muda, causando consequentemente a morte do inseto. O autor cita que apesar desses compostos aceleram o processo de ecdise, seu modo de ação exato é desconhecido.

De modo geral, os IRC não possuem efeito de choque, nem amplo espectro de ação, pois a sua ação se dá principalmente por ingestão, possuindo como vantagem a seletividade aos organismos não-alvo, tornando seu uso compatível ao MIP. Outro fator importante, é que seu modo de ação é considerado seguro aos mamíferos, tendo também outra característica importante, o efeito larvicida, pois os inseticidas desse grupo podem provocar a redução na oviposição em várias espécies de Lepidópteros, Coleópteros e Dípteros (KODANDARAM et al., 2010).

A resistência adquirida e a poluição ambiental, que é ocasionada por repetidas aplicações de inseticidas sintéticos persistentes, tem elevado o interesse do mercado por novos ingredientes ativos para o controle de pragas. Portanto, o surgimento de novas moléculas é necessário, priorizando características como: segurança, seletividade, biodegradabilidade, viabilidade econômica e aplicabilidade. Esses fatores são extremamente importantes, principalmente em programas de MIP, visando assim minimizar os impactos ambientais (VIEGAS, 2003).

A exemplo desta crescente busca, os compostos a base de azadiractina continua a ser o modelo de referência, sendo constantemente estudados na busca do entendimento de fatores como: atividade biológica, toxicidade, biodegradabilidade, impacto ambiental e relação estrutura-atividade, qualitativa e quantitativa. O principal conhecimento da molécula, é a sua capacidade de afetar aproximadamente 200 espécies de insetos pragas em diversas culturas (VIEGAS, 2003).

3. OBJETIVO

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho realizar um levantamento de inseticidas registrados pelo MAPA para o controle das pragas na cultura da cana-de-açúcar, apontando de forma direcionada os ingredientes ativos, mecanismos de ação, modos de ação, classes toxicológicas, modalidades de aplicação, insetos alvos, seletividades, doses dos ingredientes ativos e períodos de carência.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O levantamento foi realizado através do banco de dados do MAPA, disponibilizado no sítio eletrônico AGROFIT, onde as informações foram obtidas através da categoria produtos formulados, utilizando os filtros de inseticidas, agentes biológicos de controle e inseticidas microbiológicos para a cultura da cana-de-açúcar.

Todos os dados foram coletados no período de outubro de 2020 a Abril de 2023, e inseridos em uma tabela do programa Excel, onde através do uso de tabelas dinâmicas, foi possível filtrar e direcionar as informações necessárias para o estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os dados coletados no período estão disponíveis através da base de dados no link: <https://abre.ai/fYXf>

Segundo dados do MAPA em 2005, 63 ingredientes ativos eram registrados no Brasil para uso no cultivo da cana-de-açúcar, sendo em 2016, computado um aumento de 35%, atingindo 85 ingredientes ativos registrados (CHRISTOFOLETTI et al., 2017).

Atualmente, de acordo com dados do da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 112 ingredientes ativos estão registrados para o cultivo dessa monocultura, ou seja, um aumento de quase 32%. Desse total, somente 30 são de uso inseticida (Tabela 1), com cerca de 135 produtos formulados registrados para a cultura (MAPA, 2023),

TABELA 1 - Ingredientes ativos registrados para o controle de pragas na cultura da Cana-de-açúcar

Nome Comum	Grupo Químico	Classe(s)
Abamectina	Avermectina	Acaricida/Inseticida/Nematicida
alfa-cipermetrina	Piretróide	Inseticida
Azadiractina	Tetranortriterpenóide	Inseticida
Benfuracarbe	metilcarbamato de benzofuranila	Inseticida/Nematicida
Bifentrina	Piretróide	Acaricida/Formicida/Inseticida
cadusafós	Organofosforado	Inseticida/Nematicida
carbossulfano	metilcarbamato de benzofuranila	Acaricida/Inseticida/Nematicida
clorantraniliprole	Antranilamida	Inseticida
clorfluazurom	Benzoiluréia	Inseticida
Clotianidina	Neonicotinóide	Inseticida
diflubenzurom	Benzoiluréia	Acaricida/Inseticida
Espinetoram	Espinosinas	Inseticida
Etiprole	Fenilpirazol	Inseticida
fipronil	Pirazol	Cupinicida/Formicida/Inseticida
FLUBENDIAMIDA	Diamida do ácido ftálico	Inseticida
Flupiradifurona	Butenolida	Inseticida
imidacloprido	Neonicotinóide	Inseticida
lambda-cialotrina	Piretróide	Inseticida
lufenurom	Benzoiluréia	Acaricida/Inseticida
Metaflimizona	Semicarbazone	Inseticida
metoxifenzozida	Diacilhidrazina	Inseticida
novalurom	Benzoiluréia	Inseticida
piriproxifem	éter piridiloxipropílico	Inseticida
tebufenzozida	Diacilhidrazina	Inseticida
teflubenzurom	Benzoiluréia	Inseticida
terbufós	Organofosforado	Inseticida/Nematicida
tiacloprido	Neonicotinóide	Inseticida
tiametoxam	Neonicotinóide	Inseticida
tiodicarbe	metilcarbamato de oxima	Inseticida
triflumuro	Benzoiluréia	Inseticida

Fonte: AGROFIT, 2023

As formulações comerciais dos diferentes agroquímicos liberados, são compostas pela união de um ou mais princípios ativos e também é composto de

ingredientes inertes. Segundo a Lei brasileira de Agrotóxicos, 7.802/89: “ingrediente inerte ou outro ingrediente é a substância ou produto não ativo em relação à eficácia dos agrotóxicos e afins, usado apenas como veículo, diluente ou para conferir características próprias às formulações”. No entanto, muitas dessas substâncias classificadas como inertes possuem elevada atividade química e toxicológica, podendo interagir de forma aditiva e/ou sinérgica com o princípio ativo, intensificando a toxicidade dos produtos, além da possível interação entre diferentes princípios ativos que compõem uma mesma formulação (CHRISTOFOLETTI et al., 2017).

O grupo dos agroquímicos podem ser categorizados em classes, onde para cada classe atribui-se uma cor que deve vir estampada na embalagem, sendo também classificados quanto ao efeito toxicológico (Tabela 2).

TABELA 2 - Classificação toxicológica dos agrotóxicos no Brasil.

Cor indicativa (rótulo)	Toxicidade do produto	Classe toxicológica
vermelha	Extremamente tóxico	1
vermelha	Altamente tóxico	2
amarela	Medianamente tóxico	3
azul	Pouco tóxico	4
azul	Produto Improvável de Causar Dano Agudo	5
verde	Não classificado	Não classificado

Fonte: GOV BR, 2022

Dentre os produtos liberados para a cultura, menos de 1% dos produtos registrados possuem classe toxicológica vermelha, do tipo 1 (extremamente tóxico).

O mercado tem evoluído, com o surgimento de novas moléculas, onde cerca de 57% de todos os produtos registrados atualmente, possuem classe toxicológica azul, sendo considerados pouco tóxicos ou improvável de causar dano agudo. No entanto, muitas dessas moléculas não são inovadoras, pois possuem mecanismos de ação já existentes no mercado (Tabela 3).

TABELA 3 - Quantidade de produtos com o mecanismo de ação.

Mecanismo de ação	nº de produtos
Agonista da Acetilcolina	30

Agonista de ecdisteroides	3
Agonista de GABA	46
Ativadores dos receptores de rianodina	8
Bloqueadores de canais de sódio	21
inibidor da síntese de quitina	19
Inibidores da enzima acetilcolinesterase	10
Moduladores de canais de sódio	2
Moduladores de receptores da acetilcolina	21
Mímicos do hormônio juvenil	3

Fonte: AGROFIT, 2023

Ou seja, existem diversos modos de ação disponíveis para a cultura da cana-de-açúcar (Tabela 3), no entanto, nem todos abrangem todas as pragas que causam danos nos canaviais brasileiros. Fato é que, alguns mecanismos possuem poucos produtos registrados, como é o caso principalmente dos mímicos do hormônio juvenil, moduladores de receptores da acetilcolina e bloqueadores de canais de sódio.

Por este motivo, é importante conhecer a gama de produtos registrados para a cultura, classificando-os por modo de ação, promovendo uma melhor rotação de produtos, levando em consideração diversos fatores e características químicas, sendo o mecanismo de ação um importante fator para evitar a seleção de indivíduos resistentes. Além disso muitos desse mecanismos, estão em misturas com outros, aumentando o espectro de ação e diminuindo as chances de seleção de indivíduos resistentes.

Com isso, podemos observar a quantidade de produtos disponíveis para cada alvo, e a quantidade de mecanismos de ação diferentes disponíveis entre esses produtos (Tabela 4).

TABELA 4 - Quantidade de produtos, e de mecanismo de ação por praga alvo na cultura da cana-de-açúcar.

ALVO	nº de mecanismos de ação diferentes	nº de produtos
<i>Diatraea saccharalis</i>	6	58
<i>Atta capiguara</i>	1	12
<i>Castnia licus</i>	1	2
<i>Cornitermes cumulans</i>	1	29
<i>Euetheola humilis</i>	1	3
<i>Heterotermes tenuis</i>	6	74
<i>Mahanarva fimbriolata</i>	4	23
<i>Migdolus fryanus</i>	3	42
<i>Neocapritermes cumulans</i>	1	1
<i>Neocapritermes opacus</i>	2	30
<i>Procornitermes triacifer</i>	4	38
<i>Sphenophorus levis</i>	5	13
<i>Thrips tabaci</i>	1	1

Fonte: AGROFIT, 2023

Podemos notar uma grande diversidade de Alvos na cultura da cana-de-açúcar (Tabela 4), podendo ser destacado alguns deles, devido a sua importância e severidade dos ataques a cultura.

O controle de *D. saccharalis* demanda uma análise de diversos fatores, que envolve conhecimentos quanto à biologia do agente causador, sobre os níveis de danos provocados e as implicações econômicas decorrentes, como o custo do controle e os impactos que os métodos de controle podem causar. Segundo levantamentos do MAPA (Tabela 3), hoje existem cerca de 58 produtos comerciais liberados para o controle, contendo seis mecanismos de ação diferentes isolados ou em mistura. Ou seja, existe a possibilidade de rotação de mecanismos de ação diferentes para o controle da praga, no entanto, há um destaque a grande quantidade de produtos agonistas de GABA e inibidores da síntese de quitina (Tabela 5).

Tabela 5 - Quantidade de produtos com o mecanismo de ação para controle de *D. saccharalis*.

Mecanismo de ação	Total
Agonista da Acetilcolina	1
Agonista de ecdisteroides	3
Agonista de Gaba	27
Ativadores dos receptores de rianodina	8
Inibidor da síntese de quitina	20
Moduladores de receptores da acetilcolina	2
Moduladores de canais de sódio	3

Fonte: AGROFIT, 2023

Atualmente, o controle biológico de *D. saccharalis* tem se mostrando eficiente, principalmente no uso do parasitoide *C. flavipes* sendo altamente eficiente para o controle da broca-da-cana, além de apresentar viabilidade econômica e sustentável (SANTOS; THULER, 2015). No entanto quando a medida de controle químico e associada, podem ser utilizados os produtos a base de diflubenzurom, lufenurom, novalurom (inibidores da síntese de quitina), tiametoxam (agonista da acetilcolina com lambda-cialotrina (moduladores de canais de sódio) e clorantraniliprole (ativadores dos receptores de rianodina). Vale destacar que os produtos a base do neonicotinoide Tiametoxam, é o único representante do seu respectivo mecanismo de ação para a cultura, onde o uso desse mecanismo de ação em mistura, visa ampliar o espectro de ação do inseticida químico. Portanto, há diversas opções de rotação de mecanismo para controle da de *D. saccharalis*, podendo ser alternado conforme a necessidade, e momento de aplicação, onde alguns deles também são seletivos aos inimigos naturais.

O uso de fipronil (agonista de GABA) também é registrado para o controle de *D. Saccharalis* na cultura, mas não é utilizado com a finalidade de controle deste alvo, visto que a sua recomendação de aplicação geralmente é recomendada para pragas de solo, em aplicação via sulco de plantio, sendo assim aplicado em um momento de baixa importância da praga na cultura.

Conforme evidenciado (Tabela 5), o controle de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar, possui uma grande diversidade de mecanismos de ação, sendo

possível a rotação de modos de ação, não selecionando indivíduos resistentes. No entanto devido ao seu hábito de desenvolvimento no interior do colmo, as pulverizações podem não apresentar controle efetivo, sendo uma alternativa a utilização de outros métodos de controle, como o biológico, através do uso de inimigos naturais.

O controle biológico de *D. saccharalis* emprega o uso do endoparasitóide larval *C. flavipes*, no entanto, estudos mostram que se efetuado o controle na fase de ovo, pode ser o fator chave para a redução populacional da praga, sendo então o parasitóide de ovos *T. galloi*, uma importante alternativa de controle, chegando a causar o parasitismo superior a 90% (BOTELHO et al., 1995).

Segundo estudos realizados sobre o efeito de toxicidade de inseticidas, lambda-cialotrina e fipronil, afetaram negativamente a sobrevivência, a longevidade e o crescimento populacional de *C. flavipes*. No entanto, triflumuron não apresentou sintomas de toxicidade sobre adultos, apresentando apenas efeito sobre a longevidade do parasitóide, indicando assim uma possível seletividade aos inimigos naturais (MENA, 2010).

Segundo Botelho et al. (1999), a associação dos parasitóides *T. galloi* e *C. flavipes* é capaz de reduzir em mais de 60 % da intensidade de infestação da broca da cana-de-açúcar, *D. saccharalis*, quando submetida a cada liberação de *C. flavipes*, três liberações sucessivas de *T. galloi*.

No entanto, para a associação de métodos de controle químicos e biológicos é necessário que apresentem compatibilidade, ou seja, faz-se necessário o uso de produtos seletivos aos inimigos naturais. Segundo estudos de Antigo et al. (2013) sobre os efeitos de produtos químicos sobre o parasitismo de *T. galloi*, evidenciou alguns fatores:

- Os tratamentos a base de fipronil, tiametoxam, lambda-cialotrina+tiametoxam provocaram redução na ação do parasitóide *T. galloi* no controle de *D. saccharalis*;
- Triflumurom não apresenta a diminuição de ovos parasitados, sendo possível estar relacionada ao seu modo de ação, pois pertence ao grupo químico das

benzoiluréias, inibindo a síntese de quitina em insetos imaturos, não afetando, portanto, a fase adulta;

- O inseticida clorantraniliprole é seletivo, pois não apresentaram efeito sobre o parasitismo de *T. galloi* em ovos de *D. saccharalis*.

O autor Mena (2010), descreve que apesar do inseticida regulador de crescimento triflumurom não provocar toxicidade em parasitoides adultos de *C. flavipes*, a longevidade desses agentes de controle biológico é afetada negativamente pelo inseticida.

Pesquisas envolvendo inimigos naturais avançaram muito ao longo dos anos, no entanto o sucesso desse controle denominado controle biológico, depende de um completo entendimento sobre os organismos envolvidos e as pragas alvos, sendo necessário um estudo dos tratamentos em condições de semi-campo e campo (ANTIGO et al., 2013).

Entretanto, algumas pragas da cultura não possuem essa mesma diversidade de produtos, podendo ser justificado pelo nível de importância dentro da cultura, não sendo consideradas como pragas tão importantes e/ou de baixa ocorrência nos canaviais brasileiros, como é o caso da *M. fimbriolata*, que até poucos anos atrás, era considerada uma praga de pouca importância nos canaviais, devido a adoção da colheita da cana sem queima prévia (cana crua), fez com que as populações de cigarrinha aumentassem rapidamente, beneficiadas pela presença de umidade no solo causada pelo depósito de palhada, não destruindo assim os ovos em diapausa (DINARDO-MIRANDA et al., 2004). Com isto, conforme evidencia na Tabela 6, se tornou uma importante praga da cultura, no entanto, para seu controle. existem cerca de 23 produtos registrados, a sua grande maioria sendo a base de neonicotinóides (imidacloprido, tiametoxam e dinotefuran), contendo também misturas com piretróides (bifentrina e lambda-cialotrina).

Tabela 6 - Quantidade de produtos com o mecanismo de ação para controle de *Mahanarva fimbriolata*.

Mecanismo de ação	Total
agonista da Acetilcolina	19
Mímicos do hormônio juvenil	3
agonista de Gaba	1
Inibidores da enzima acetilcolinesterase	1
Moduladores de canais de sódio	6

Fonte: AGROFIT, 2023

Segundo Alves et al. (2020), o uso de tiametoxam (agonista da acetilcolina) apresentam melhores resultados no controle das cigarrinhas, pois este inseticida apresenta maior período de exposição das cigarrinhas ao produto, devido a sua característica sistêmica, e que quando aplicado na palhada é liberado à planta de forma gradativa, circulando pela planta por um maior período de tempo. A eficiência do uso desses produtos é reafirmada quando se observa a quantidade de registros por mecanismo de ação para o controle de *M. fimbriolata* (Tabela 6), onde há uma grande parte dos produtos possuem agonistas da acetilcolina (sistêmicos), e há apenas mais de quatro mecanismos de ação diferentes registrados (de contato), no entanto a sua grande maioria com poucas opções no mercado, ou sendo disponibilizados em misturas com produtos sistêmicos, como é o caso dos moduladores de canais de sódio.

Portanto, por ser um inseto de aparelho bucal do tipo sugador labial, inseticidas de ação sistêmicas, são mais indicados, visto que, a manutenção da palhada nos canaviais, além de favorecer o aumento da população de *M. fimbriolata*, serve como proteção física, impedindo que ocorra o contato de inseticidas, principalmente de contato. Por outro lado, essa característica de produtos registrados, se utilizados com frequência, favorecem a seleção de indivíduos resistências, dificultando ainda mais o seu controle (ALVES et al., 2020).

Apesar de ser uma praga de grande importância para o setor sucroalcooleiro brasileiro atualmente, onde até meados de 2011 não havia nenhum inseticida registrado no MAPA para controle de *S. levis*, sendo registrado os primeiros produtos por volta do ano de 2015 (SMANIOTTO, 2019).

Para o controle do *S. levis* tem se utilizado um conjunto de medidas de controle associadas, sendo a mais conhecida a aplicação no plantio de fipronil (Regente® 800

WG), na dose de 250 g ha⁻¹ de produto comercial (LEITE et al., 2012). Entretanto, já existe no mercado uma versão mais atual do produto, o Regent Duo®, que contém a mistura de fipronil e piretroíde (alfa-cipermetrina) e tem sido uma alternativa no manejo da praga.

Apesar de todas estas medidas, ainda há relatos do aumento nas populações da praga, sendo frequentes, nos últimos anos, registros de novas áreas infestadas. Segundo LEITE et al. (2012) o uso de tiametoxan (Agonista da acetilcolina), também apresentaram ótimos resultados no controle da praga. No MAPA hoje, existem ao todo 13 produtos registrados, com cerca de cinco mecanismos de ação distintos (Tabela 7), sendo geralmente ofertados em misturas prontas contendo dois desses ingredientes ativos

Tabela 7 - Quantidade de produtos por mecanismo de ação para controle de *S. levis* na cana-de-açúcar.

Mecanismo de ação	Total
Agonista da Acetilcolina	5
Inibidores da enzima acetilcolinesterase	1
Agonista de Gaba	4
Ativadores dos receptores de rianodina	2
Moduladores de canais de sódio	8

Fonte: AGROFIT

Devido ao seu hábito subterrâneo, o método mecânico é muito eficaz no controle de *S. levis*, principalmente nos períodos secos, no entanto, esse método causa a destruição da soqueira, portanto é utilizado somente em casos de reforma do canavial, se tornando um problema em casos de infestação nos primeiros anos do canavial (TAVARES et al., 2007).

O uso de inseticidas sintéticos para o controle da praga em campo apresenta dificuldades, devido ao comportamento e habitat das larvas e dos adultos. Porém o uso de iscas tóxicas são uma excelente alternativa, tanto para o controle como para o monitoramento da praga. Essa técnica foi muito utilizada na década de 80 e 90, mas devido a grande necessidade de mão de obra, foi adotada somente para monitoramento atualmente (PRECETTI; ARRIGONI, 1990 apud MARTINS, 2018).

Segundo Dinardo-Miranda (2005) são diversos os estudos realizados pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), onde um deles apresentou redução na população do inseto com aplicações dos inseticidas como imidacloprid ou bifentrina, carbofuran e fipronil através de pulverizações sobre a fileira de plantio. Uma das vantagens deste método, é a seletividade ecológica, visto que principalmente em aplicação de produtos de amplo espectro, dificilmente atingirá os inimigos naturais.

No Norte e Nordeste do Brasil, uma praga de pouca importância na cultura, tem apresentado crescente aumento de suas populações, que é a broca gigante da cana-de-açúcar. Esta praga tem sido relatada especialmente no verão, visto que as condições de alta umidade proporcionadas pela abundante cobertura vegetal deixada no solo, em função da colheita, que deixa uma grande camada de palhada no solo, sendo bastante favoráveis ao inseto. Atualmente não se tem registro do produto para esta praga na cultura, porém historicamente, inseticidas sintéticos normalmente aplicados via aérea no controle de *D. saccharalis*, apresentam moderado sucesso, no entanto devido ao comportamento de se abrigar e alimentar no interior do colmo, a utilização de agrotóxicos no seu controle não é muito eficiente (NEGRISOLI et al., 2015).

Outra praga importante é das espécies do gênero *Migdolus*, e têm ocasionado prejuízos severos em diferentes culturas e diferentes regiões do Estado de São Paulo, sendo a espécie *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863) (Coleoptera: Cerambycidae): a espécie dominante na cultura de cana-de-açúcar (MACHADO; HABIB, 2006). A primeira constatação de *M. fryanus* na cultura da cana-de-açúcar foi feita em 1927 (LANE, 1937 apud MACHADO, 2006).

Esse coleóptero polífago é nativo da América do sul, atacando diversas culturas de importância econômica. Os danos são causados pela fase larval do inseto, que durante a sua alimentação destrói o sistema radicular das plantas. Os insetos adultos são escavadores e possuem hábito subterrâneo, principalmente as fêmeas, e assim que se iniciam as primeiras chuvas a partir do mês de outubro, saem do solo. O aparecimento dos machos é estimulado pela liberação de feromônio de atração sexual das fêmeas, provocando o fenômeno denominado de “revoadas de *Migdolus*”, que dependendo da região pode acontecer até o mês de março (MACHADO et al., 2006).

O uso no passado de inseticidas clorados para o controle preventivo de cupins e de outras pragas subterrâneas em diversas culturas agrícolas, resultaram em reduzidos registros de *M. fryanus* nos últimos anos, devido ao longo período residual de controle desses inseticidas no solo. Porém, com a diminuição do seu uso e a decorrente degradação dos resíduos desses produtos ao longo do tempo, podem ter permitido o aumento lentamente na população da praga. Além disso, a longa rotação dos plantios sequenciados da mesma cultura, podem favorecer a multiplicação de *M. fryanus*, aumentando assim os danos em plantios novos. Com a proibição de inseticidas clorados em áreas agrícolas e florestais há mais de dez anos, a ocorrência de *M. fryanus* vem aumentando, visto que a praga tem sido monitorada com iscas armadilhas de solo, contendo feromônio sexual, na tentativa de fazer o controle através da coleta massal dos machos (WILCKEN et al., 2005).

Entretanto, o controle químico, através do uso de endosulfan e fipronil, aplicados no sulco ou cova de plantio, foi por muito tempo uma ótima alternativa de controle, porém devido a sua classe toxicológica alta, a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária proibiu o uso de endosulfan, sendo o principal substituto o inseticida fipronil (WILCKEN et al., 2005).

Isso é evidenciado pelos registros no MAPA, onde dos 42 produtos registrados na cultura da cana-de-açúcar para o controle de *M. fryanus* (Tabela 4), o princípio ativo fipronil (Agonista de Gaba) está presente em 36, (Tabela 8), tanto isolado como em mistura, ou seja, há indícios do uso contínuo da molécula no controle da praga

Tabela 8 - Quantidade de produtos com o mecanismo de ação para controle de *Migdolus fryanus* na cana-de-açúcar.

Mecanismo de ação	Total
Agonista de Gaba	36
Moduladores de canais de sódio	7
Agonista da Acetilcolina	3

Fonte: AGROFIT, 2023

Já o neonicotinoide, imidacloprido (agonista da Acetilcolina), está presente em apenas três produtos registrados, e apesar de apresentarem efeito residual, fator este relacionado com a sua ação a longo prazo. Esse grupo químico é extremamente

eficientes para controle de insetos sugadores, e que apesar de haver o registro para o controle de *M. fryanus*, não é comum ser utilizado para o controle deste alvo.

Já os piretróides (moduladores de canais de sódio), presente em apenas sete produtos registrados, geralmente em mistura ao fipronil (Agonista de Gaba), proporciona além de um longo poder residual, um controle com ação de “choque”, além do amplo espectro de ação.

As táticas de monitoramento e respectivo controle de *M. fryanus* são pouco conhecidos, limitados principalmente para a cultura da cana-de-açúcar. Portanto, o desenvolvimento de pesquisas pode ser um importante processo para minimizar o potencial de danos da espécie, ou seja, sugere-se que estudos sejam realizados visando à utilização de armadilhas de feromônio em plantios, detectando as possíveis áreas de reforma, áreas essas suscetíveis ao ataque desse inseto (WILCKEN et al., 2005).

No grupo de insetos de hábitos subterrâneos destacam-se também os cupins, sendo responsáveis por diferentes danos a cultura. Dentre eles, os da família Rhinotermitidae, da espécie *Heterotermes Tenuis* (Hagen) (Isoptera: Rhinotermitidae), são consideradas uma das pragas mais importante em cana-de-açúcar, no entanto há registro pra outras quatro espécies na cultura (CAMPOS et al., 1998; GOULART et al., 2018.)

Ao todo, são 77 produtos registrados para o controle de cupins na cultura, onde todos apresentam controle da espécie *H. tenuis* (Tabela 4), podendo também ser utilizado para controle de outras espécies do alvo. Na Tabela 9, podemos observar as alternativas de mecanismos de ação para controle da praga.

Tabela 9 - Quantidade de produtos por mecanismo de ação para controle de *H. tenuis* na cana-de-açúcar.

Mecanismo de ação	Total
Agonista da Acetilcolina	21
Agonista de Gaba	37
Ativadores dos receptores de rianodina	2
Bloqueadores de canais de sódio	2
inibidores da enzima acetilcolinesterase	2
Moduladores de canais de sódio	16

Fonte: AGROFIT, 2023

Como já descrito para controle de outras pragas de solo, o controle através de iscas é muito eficiente, no entanto demanda uma alta mão de obra, sendo então utilizado como tática de monitoramento. A utilização de iscas atrativas com entomopatogênicos associados a produtos fitossanitários compatíveis é uma estratégia importante no manejo integrado de pragas, tornando as aplicações mais eficientes e econômicas (ALMEIDA et al., 1998).

Portando, o uso do controle biológico também é uma alternativa, onde podemos adotar o uso de fungos entomopatogênicos, sendo os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* os mais importantes no manejo integrado de pragas da cana-de-açúcar.

Segundo levantamentos feitos no MAPA, existem uma ampla quantidade de produtos microbiológicos disponíveis para o controle de pragas, no entanto, para o controle de pragas na cana-de-açúcar podemos destacar alguns parasitoides e fungos entomopatogênicos (Tabela 10).

Tabela 10 - Organismos de uso para controle biológicos para controle de pragas na cana-de-açúcar.

Ingrediente ativo	Total
<i>Trichogramma galloi</i>	9
<i>Cotesia flavipes</i>	27
<i>Metarhizium anisopliae</i>	56
<i>Beauveria bassiana</i>	56

Fonte: AGROFIT, 2023

Segundo estudos, o uso de imidacloprid (Agonista da Acetilcolina) em associação com *B. bassiana* para o controle do cupim *H. tenuis* com iscas atrativas, os autores constataram a compatibilidade, de forma indireta, pois a presença do produto nas iscas não afetou a mortalidade dos cupins causada pelo entomopatogêno (ALMEIDA et al., 1998).

Na avaliação do uso de fipronil (Agonista de gaba) em associação ao fungo *B. bassiana*, não houve redução significativa na produção de conídios, além de não ter havido alterações na viabilidade dos conídios produzidos (ALMEIDA et al., 2000).

É de grande importância entender como os inseticidas químicos podem influenciar o seu crescimento, esporulação e a virulência, podendo assim ser

utilizados no controle de pragas. Testes de compatibilidade *in vitro* contendo agroquímicos com fungos entomopatogênicos descrevem possíveis efeitos negativos ou positivos quando aplicados em associação, principalmente em mistura (BOTELHO; MONTEIRO, 2011).

Segundo diversos estudos com alguns ingredientes ativos dos grupos químicos Neonicotinóide, Piretróides e organofosforados, apresentam compatibilidade aos fungos entomopatogênicos, no entanto, também é descrito casos de incompatibilidades, geralmente relacionados a dose elevada e/ou elevado grau de toxicidade de algumas moléculas. Diversas pesquisas também apontam o ingrediente ativo Azadiractina, como compatível aos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* (SMANIOTTO, 2019).

Segundo Moino Jr. & Alves (1998) constatou em seus estudos, que o crescimento de *B. bassiana* e *M. anisopliae* foi afetado pelo inseticida formulado com fipronil (Regent®), reduzindo o crescimento e produção de conídios de *B. bassiana* e *M. anisopliae*. Em contra partida o inseticida à base de tiametoxan (Actara®), não apresentou efeitos significativos sobre *B. bassiana*, apresentando somente um pequeno efeito sobre a produção de conídios.

Portanto, é possível a aplicação associada de inseticidas a base de tiametoxan (Agonista da Acetilcolina) e os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae*, sendo uma importante tática de manejo integrado de pragas na cultura, pois este apresenta seletividade fisiológica aos fungos entomopatogênicos.

Do total de 135 inseticidas formulados liberados para a cana de açúcar, apenas 16 deles estão associado a mais de um mecanismo de ação (Tabela 11).

Tabela 11 – Produtos formulados disponíveis em mistura de 2 ou mais mecanismos de ação

Ingrediente ativo	Ingredientes ativos
Ampligo	clorantraniliprole + lambda-cialotrina
Ankor	clorantraniliprole + lambda-cialotrina
Bevorim	alfa-cipermetrina + fipronil + piraclostrobina
Engeo Pleno S	tiametoxam + lambda-cialotrina
Entigris	Dinotefuram + alfa-cipermetrina
Fidele	Espinetoram + metoxifenoazida
Instivo	Abamectina + clorantraniliprole
Maxsan	Dinotefuram + piriproxifem
Muneo	Alfa-cipermetrina + Fipronilpiraclostrobina
Prez	acetamiprido + bifentrina
Privilege	acetamiprido + piriproxifem
Regent Duo	Fipronil + alfa-cipermetrina
Rentap	alfa-cipermetrina + fipronil + piraclostrobina
Revolux	Espinetoram + metoxifenoazida
Sperto	bifentrina + acetamiprido
Talisman	bifentrina + carbosulfano

Fonte: AGROFIT, 2023

Essas formulações com misturas prontas, facilitam a vida do produtor, que não precisa se preocupar com a compatibilidade dos produtos, além de auxiliar na diminuição da pressão de seleção. Porém evidencia a necessidade de novas tecnologias e conhecimento para o setor, onde em sua grande maioria apresentam poucas opções de rotação, gerando aplicações sequenciadas dos mesmos princípios ativos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cana-de-açúcar tem grande importância econômica no mercado brasileiro, e os desafios para o controle de pragas são crescentes no setor. O uso incorreto do controle dessas pragas na cultura, podem reduzir drasticamente a produtividade e aumentar os custos de produção da cana-de-açúcar.

Sabemos que um mesmo produto pode causar mortalidade em diversos insetos na cana-de-açúcar, contudo, o produtor deve conhecer quais as características dos inseticidas diante a infestação de determinada praga. Ou seja, o uso das táticas de

monitoramento para a correta identificação da praga, associada ao uso dos produtos corretos, principalmente seletivos aos inimigos naturais, é o fator chave para um eficiente controle de pragas, visto que os inseticidas, sejam eles químicos ou biológicos, são ferramentas importantes no Manejo Integrado de Pragas (MIP) e apresentam eficiência desde que manejadas de forma correta.

Vale ressaltar, que a utilização dos mesmos princípios ativos sequenciados pode ocasionar a seleção de indivíduos resistentes, inviabilizando a utilização de determinados produtos. Portanto, o uso consciente e responsável nas aplicações, escolhendo defensivos com características apropriadas para determinada praga-alvo e cultura, é de extrema importância, além da constante rotação de mecanismos, visando um efetivo controle da praga alvo, e a manutenção do agrossistema.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R.; MALAQUIAS, J.; JORGE, L.; BORTOLLETO, L. Influência do afastamento do palhço na deposição e na eficiência de inseticidas químicos e biológico no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar. **Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, Planaltina, DF. 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124656/1/Bolpd-357-PRONTO.pdf>. Acesso em: 28 mai 2021

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA. **ANVISA**. 2019 Publicada reclassificação toxicológica de agrotóxicos. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/> Acesso em: 10 mar 2022

ARIOLI, C. J.; GARCIA, M.S; ZART, M.; BOTTON, M. Avaliação de inseticidas neonicotinoides para o controle da mariposa oriental *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) em laboratório e pomar comercial de maçã com infestações artificiais. **BioAssay**, Piracicaba, v.2, n.3, p.1-7, 2007;.

ALMEIDA, J. E.; ALVES, S. B.; MOINO JR, A.; LOPES, R. B. Controle do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) com iscas termitrap impregnadas com inseticidas e associadas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 639-644, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aseb/a/FMFMGy5gWzpzxBgsnW3q94c/?lang=pt>. Acesso em: 01 jun 2021

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; ALMEIDA, L. C. Controle de *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Isoptera: Rhinotermitidae) e *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) com inseticida fipronil associado ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em isca atrativa na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 67, n. 2, p. 235-241, 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication>. Acesso em: 02 jun 2021

ANTIGO, M. D. R.; OLIVEIRA, H. N. D.; CARVALHO, G. A.; PEREIRA, F. F. Repelência de produtos fitossanitários usados na cana-de-açúcar e seus efeitos na emergência de *Trichogramma galloi*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 910-916, Dez. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902013000400030&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 17 Mai. 2021.

BALEM, E. M.; KUNZ, D. W.; DOS SANTOS, J. S.; REDIN, M.; GUERRA, D. Incidência de pragas e doenças em dez cultivares de canas-de-açúcar conduzidas na região noroeste do Rio Grande do Sul. *In: VI SALÃO INTEGRADO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO & II JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UERGS*. 5., 2016, Bagé: UERGS, 2016. Disponível em: <http://conferencia.uergs.edu.br/index.php/SIEPEX/visiepex/paper/viewPaper/1028> Acesso em: 10 mai. 2021.

BATISTA, C. D.; BARBOSA, M. G.; DE MESQUITA OLIVEIRA, R. C.; PASTORI, P. L. Percepção do uso do manejo integrado de pragas por produtores rurais da Região da Serra da Ibiapaba-Ceará. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 25, 2020. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10271>. Acesso em: 02 jul 2021

BETTIOL, W.; HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R. (Ed.). **Aquecimento global e problemas e fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 488 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1077623/1/2017LV03.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2021.

BORGES FILHO, R.; SMANIOTTO, G.; BORGES, J. L. F.; CUNHA, U. D.; NAVA, D. Levantamento das principais pragas e inimigos naturais na cultura da cana-de-açúcar, no município de salto do Jacuí, RS. *In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA; REUNIÃO TÉCNICA DE AGROENERGIA-RS*, 5. Pelotas, 2014. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1003117/1/096.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2021.

BOTELHO, P. S. M. et al. Efeito do número de liberações de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) no parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 65-69, abr. 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/gMNKsTkjrrK6YYtwJdw7M7c/?lang=pt>. Acesso em : 27 mai. 2021

BOTELHO, P. S. M. et al. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera:Trichogrammatidae) e do parasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cam.)(Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 491-496, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aseb/a/rX6DYzwxp8th9JDfgYcmZf/?lang=pt>. Acesso em: 27 mai 2021

BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CÔRREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap. 25, p. 409-425

BOTELHO, A. A. A.; MONTEIRO, A. C. Sensibilidade de fungos entomopatogênicos a agroquímicos usados no manejo da cana-de-açúcar. **Bragantia**, [s.l.], v. 70, n. 2, p. 361-369, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/4VpPhnLNsk5tGNjyrF4gPTM/?lang=pt>. Acesso em: 31 mai 2021

BURIOZO, G. S.; CAMELO, A. D.; CAMPOS, A. P. Perfilhamento e ocorrência de cigarrinha da raiz em lavouras de cana-de-açúcar em sistemas de colheita com e sem palha. **Science and Technology Innovation in Agronomy**. Bebedouro: v.1, n.1, p. 46-53, set. 2017. Disponível em: <https://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistastia/sumario/51/13092017131156.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2021

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 16, n. 4, p. 179-293, dez. 2007. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742007000400006&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 22 mai. 2021.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química nova na escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf. Acesso em 21 mai. 2021

BRYANT, T.; REAY-JONES, F. **Insecticide Resistance: Overview and Management**. 2020. Disponível em: <https://lpress.clemson.edu/publication/insecticide-resistance-overview-and-management>. Acesso em 22 mai. 2021

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/11706> Acesso em: 25 mai 2021

CAMPOS, M. B. S.; ALVES, S. B.; MACEDO, N. Seleção de iscas celulósicas para o cupim *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) em cultura de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, [s.l.], v. 55, n. 3, p. 480-484, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/CH7NNYrJMQGmNwRSnQwJMWQ/?lang=pt>. Acesso em 01 jun 2021

CARVALHO, N. L.; BARCELLOS, A. L. Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [s.l.], v. 5, n. 5, p. 749-766, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/4204>. Acesso em: 21 mai. 2021.

CHRISTOFOLETTI, C. A.; SOUZA, C. P.; ANDRADE GUEDES, T.; ANSOAR-RODRÍGUEZ, Y. O emprego de agrotóxicos na cultura de cana-de-açúcar. *In*: FONTANETTI, C. S. ; BUENO, O. C. **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**. Bauru: Canal 6, 2017. cap.3 , p. 51-61.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar**, Brasília, v. 9 - Safra 2022/23, n. 3 – Terceiro levantamento, dezembro de 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-Acucar/>>. Acesso em: 15 Mar. 2023.

COUTINHO, C. F.; TANIMOTO, S. T.; GALLI, A.; GARBELLINI, G. S.; TAKAYAMA, M.; AMARAL, R. B.; MACHADO, S. A. Pesticidas: mecanismo de ação, degradação e toxidez. **Pesticidas: Revista de ecotoxicologia e meio ambiente**. Curitiba: v. 15, p. 65-72, 2005.

CUSTÓDIO, H. H.; MARTINELLI, P. R. P.; SANTOS, L. S. Controle químico e biológico de *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) na cultura da cana-de-açúcar. **Entomología mexicana**, [s. l.], p. 331–337, 2017. Disponível em: http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2017/EA/EM1452017_331-337.pdf. Acesso em: 18 mai. 2021

CRUZ, R. G. et al. Controle químico e biológico de *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) na cultura da cana-de-açúcar. **Entomología mexicana**, [s. l.], p. 347–352, 2017. Disponível em: http://socmexent.org/entomologia/revista/2017/EA/EM2272016_347-352.pdf. Acesso em: 20 mai. 2021

DIAS, T. A. M.; IVAN, E. A. F.; BORELLA, B. C.; DA SILVA, T. L.; LITHOLDO, M. G.; DE SENE PINTO, A.; MARIA, M. Doses do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* no controle da broca-da-cana, *Diatraea saccharalis*, em cana-de-açúcar. *In*: **Workshop Agroenergia**, 7, 2013, Ribeirão Preto. 2013 p. 1-7. Disponível em: http://www.infobibos.com/anais/agroenergia/7/Resumos/ResumoAgroenergia_2013_033.pdf. Acesso em: 20 mai. 2021.

DINARDO-MIRANDA, L. L., et al. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Neotropical Entomology**, [s.l.] v. 33, n. 6, p. 743-749, 2004. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ne/a/WwFZqMHjrYyHcrpxWmVmftJ/?lang=pt>. Acesso em: 28 mai 2021.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Nematóides e pragas de solo em cana-de-açúcar. **Informações agronômicas**, v. 110, n. 1, p. 25-32, 2005. Disponível em: <http://www.ipni.net/publication/ia->

brasil.nsf/0/B1FA44831820884083257AA1006BC838/\$FILE/Enc25-32-110.pdf. Acesso em: 01 mai 2021

DINARDO-MIRANDA, L.; PIVETTA, J.; FRACASSO, J. Eficiência de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål)(Hemiptera: Cercopidae) e seus efeitos sobre a qualidade e produtividade da cana-de-açúcar. **BioAssay**, v. 1, 2006. Disponível em: <https://www.seb.org.br/biosay/arquivos/journals/1/articles/36/public/36-206-1-PB.pdf>. Acesso em: 26 mai 2021

FADINI, M. A. M.; MENDES, S. M.; ARAUJO, O. G.; WAQUIL, J. M. Os ácaros são pragas do milho no Brasil?. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 14 p. (**Embrapa Milho e Sorgo. Documentos**, 113). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883174/1/doc113.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2021

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920p. 2002. Disponível em: https://ocondedemontecristo.files.wordpress.com/2013/07/livro-entomologia-agrc3adcola_jonathans.pdf. Acesso em 22 mai. 2021

GOMES, J A.; OLIVEIRA, A. L. Eficácia para o combate da broca da cana-de-açúcar. **Revista Interface Tecnológica**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 467-478, 2020. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/818>. Acesso em: 17 mai. 2021.

GOULART, A. C.; GOULART, S. M.; MEDEIROS, M. S.; SANTOS, J. P. V. Avaliação da contaminação ambiental por carbofurano em solo proveniente do cultivo de cana-de-açúcar. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 2, p. 187-193, 2018. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/11147/7424>. Acesso em 31 mai 2021

GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; DE AZEVEDO, F. R.; ARAUJO, E. L., TERÃO, D.; MESQUITA, A. L. M. Manejo integrado de pragas do meloeiro. In: BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. A. D.; TERAPO, D. (Org.). Produção integrada de melão: Fortaleza: **Embrapa Semiárido (ALICE)**, 2008. Cap. 16, p. 183-199. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/37258/1/OPB1726.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2021.

KODANDARAM, M.; RAI, A.; HALDER, J. Novel insecticides for management of insect pests in vegetable crops: A Review. **Vegetable Science**. [s. l.], 37, p. 109-123. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/264537533_Novel_insecticides_for_management_of_insect_pests_in_vegetable_crops_A_Review. Acesso em 23 mai. 2021

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. **Ann. Rev. Entomol.**, v.43, p.243-270, 1998. Disponível em: <https://entomology.rutgers.edu/graduate/docs/papers/Kogan.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2021

LEITE, L. G.; TAVARES, F. M.; BOTELHO, P. S. M.; BATISTA FILHO, A.; POLANCZYK, R. A.; SCHMIDT, F. S. Eficiência de nematoides entomopatogênicos e inseticidas químicos contra *Sphenophorus levis* e *Leucothyreus* sp. em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [s.l.] v. 42, n. 1, p. 40-48, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/TSrB7NpyPmrpHZmg37DfkcF/?lang=pt>. Acesso em: 28 mai 2021

MACHADO, L. A.; HABIB, M. *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863)(Coleoptera: Vesperidae): praga da cultura de cana-de-açúcar. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 3, p. 375-381, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Habib-15>. Acesso em: 31 mai 2021

MACHADO, L. A. **Estudos biológicos e comportamentais de *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863)(Coleoptera: vesperidae) e sua interação com nematoides entomopatogênicos, e outros agentes de mortalidade.** 2006. Tese (Doutorado em Parasitologia) – Instituto de Biologia – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/315380/1/Machado Laerte Antonio _D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/315380/1/Machado%20Laerte%20Antonio_D.pdf). Acesso em 01 de jun 2021

MACHADO, L. A. et al. Estudos ecológicos e comportamentais de *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863)(Coleoptera: Vesperidae), em cultura de cana-de-açúcar, em quatro municípios do estado de São Paulo. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 73, n. 2, p. 227-233, 2006. Disponível em: <https://www.cerambycoidea.com/titles/machadoalii2006.pdf>. Acesso em 01 jun 2021.

MACHADO, L. A.; HABIB, M. **Perspectivas e impactos da cultura de cana-de-açúcar no Brasil.** Revista Infobios, [s. l.], 2009. Disponível em: http://www.infobios.com/Artigos/2009_2/Cana. Acesso em: 15 abr. 2021

MARTINS, L. F. **Atração de adultos de *Sphenophorus Levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) à vinhaça da cana-de-açúcar e identificação dos seus compostos voláteis.** 2018. Tese (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio). Instituto Biológico, São Paulo, 2018.

MATIOLI, T. F. **Seletividade de inseticidas ao parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae): implicações no manejo de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

MENA, E. F. G. **Toxicidade de inseticidas a *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794)(Lepidoptera: Crambidae) e *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891)(Hymenoptera: Braconidae).** 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Consulta de Produtos Formulados**.2021 . Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 20 mai. 2021.

MIRANDA-STALDER, S. H. G.; BURNQUIST, H. L. A importância dos subprodutos da cana-de-açúcar no desempenho do setor agroindustrial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 34, n. 3, p. 103-119, 2019.

MOINO JR, A.; ALVES, S. B. Effects of imidacloprid and fipronil on *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. and on the grooming behavior of *Heterotermes tenuis* (Hagen). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, [s. l.]v. 27, n. 4, p. 611-619, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aseb/a/N5z4YfswZX9MHfwhDhKrWrP/?format=html>. Acesso em: 31 ma 2021

MORAES, G. F. Intoxicação aguda por carbamato (ALDICARB): uma revisão dos aspectos clínicos, laboratoriais e terapêuticos. 1997. 45 f. Monografia (Especialização em Medicina do Trabalho) - **Instituto de Saúde da Comunidade**, Universidade Federal Fluminense, 1997. Disponível em:<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/10135/1/Gustavo%20Figueiredo%20Moraes%20Monografia%20de%20Especializa%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em 22 mai. 2021

MORAIS, L. K.; CURSI, D. E.;SANTOS, J; M;SAMPAIO, M.;SILVA, P. A.; BARBOSA, G. V;HOFFMANN, H. P.;CHAPOLA, R. G.;JÚNIOR, F.;GAZAFFI, R. Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 38 p. (**Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documento 200**). Disponível em: <https://www.ridesa.com.br/publicacoes>. Acesso em: 18 mai. 2021

MORINI, M. S. C.; SILVA, O. G. M.; ZAMBON, V.; NOCELLI, R. C. F. Cultura de cana-de-açúcar no Brasil: manejo, impactos econômicos, sociais e ambientais *In*: FONTANETTI, C. S. ; BUENO, O. C. **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**. Bauru: Canal 6, 2017. cap.2 , p. 31-50.

NEGRISOLI JUNIOR, A. S.; BALDANI, J. I.; DE SÁ, M. G.; DA SILVA, M. M.; DE MACEDO, L. L. P.; FONSECA, F. D. A.; GUZZO, E. Manejo da broca-gigante da cana-de-açúcar (*Telchinlicus*)(Drury)(Lepidoptera: Castniidae) no nordeste do Brasil. **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Docmentos (INFOTECA-E)**, .Aracaju, SE. 2015 Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142962/1/Docm-198.pdf>. Acesso em: 31 mai 2021

NOCELLI, R. C. F.; ROAT, T. C.; SOCOLOWSKI, P. C.; MALASPINA, O. Controle de pragas na cana-de-açúcar e seu impacto sobre organismos voadores não alvos. *In*: FONTANETTI, C. S. ; BUENO, O. C. **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**. Bauru, SP: Canal 6, 2017. cap. 5, p. 89-98

OLIVEIRA, H. N.; ANTIGO, M. R.; CARVALHO, G. A.; GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1267-1274, set. 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21840/13021>. Acesso em 19 mai. 2021.

PELAEZ, V.; TERRA, F. H. B.; SILVA, L. R. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. **Revista de Economia**, v. 36, n. 1, 2010.

QUEIROZ, L. G.; SILVA, D. C. V. R. Inseticidas Neonicotinóides: uma ameaça aos corpos hídricos brasileiros. In: SILVA, D. C. V. R. *et al* (org.). **RECURSO ÁGUA: tecnologias e pesquisas para o uso e a conservação de ecossistemas aquáticos**. São Carlos: Editora Cubo, 2021. Cap. 1, p. 11-34. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348526765_RECURSO_AGUA - Tecnologias e pesquisas para o uso e a conservação de ecossistemas aquáticos. Acesso em: 21 mai. 2021

ROBERTS, J. R.; REIGART, J. R. **Recognition and management of pesticide poisonings**. 6 ed. Washington: USEPA, 2013. 227 p. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-01/documents/rmpp_6thed_final_lowresopt.pdf. Acesso em 20 mai. 2021

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil. Porto Alegre, Brazil: **Amigos da Terra Brasil**, 2006. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cana4_000g7qv63sq02wx5ok0wtedt3xughe7o.pdf. Acesso em: 18 mai. 2021

ROSSI, C. E.; ALMEIDA, J. E. M.; LIMA, C. B.; RIBEIRO, L. D.; PETRI, J. Efeito de inseticidas fitoquímicos e microbianos em nematóides da cana-de-açúcar. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcoleiros do Brasil**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 34-36, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/258244597_Efeito_de_inseticidas_fitoquimicos_e_microbianos_em_nematoides_da_cana-de-acucar. Acesso em: 18 mar. 2021

ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G. Predaceous ant fauna in new sugarcane fields in the state of São Paulo, Brazil. **Braz. arch. biol. technol.**, Curitiba, v. 47, n.5, p. 805-811, Set. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132004000500017&lng=en&nrm=iso. Acesso em 20 Mai. 2021.

SANDOVAL, S. S.; SENÔ, K. C. A. Comportamento e controle da *Diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. **Nucleus**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1-16, 2010. Disponível em: <https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/311/404>. Acesso em: 19 mai. 2021.

SANTOS, M.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R.. Piretróides—uma visão geral. **Alimentos e Nutrição Araraquara**. Araraquara, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2008. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/173/181>. Acesso em 24 mai. 2021

SANTOS, B. P.; THULER, A. M. G. Controle biológico de pragas na cana-de-açúcar na prática. *In*: ENTEC – Encontro de Tecnologia, 9., Nov. 2015, Uberaba, MG. **Anais** [...]. Uberaba: Universidade de Uberaba, 2015. Disponível em: <https://uniube.br/eventos/entec/2015/arquivos/aprovados/7.pdf>. Acesso em 24 mai. 2021

SMANIOTTO, G. **Compatibilidade com inseticidas químicos e encapsulamento de *Beauveria bassiana* para controle de *Sphenophorus levis***. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2019. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/191357/smaniotto_g_dr_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 29 mai. 2021.

TAVARES, F. M.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; ALMEIDA, L. C.; SILVA, A. C.; AMBRÓS, C. M. Efeito de *Heterorhabditis indica* e *Steinernema* sp. (Nemata: Rhabditida) sobre larvas do bicudo da cana-de-açúcar, *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae), em laboratório e casa-de-vegetação. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 1, p. 12-19, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/>. Acesso em: 30 mai 2021.

TEIXEIRA, L. M. C.; SP, L. K. Riqueza e abundância de cupins (insecta: Isoptera) em cultivos comerciais de cana-de-açúcar no estado de São Paulo, Brasil. *In*: Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. 2., set. 2012, Campinas, SP. **Anais** [...]. Campinas:PUC, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/LucianeJunqueira/publication/> Acesso em: 21 mai. 2021

TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Conservation biological control using selective insecticides—a valuable tool for IPM. **Biological Control**, [s.l.], v. 126, p. 53-64, 2018. Disponível em: http://www.unicentroagronomia.com/imagens/noticias/cristiane_nardi_artigo_ento.pdf. Acesso em: 21 mai. 2021

TOWNSEND, C. R.; DE LUCENA COSTA, N.; DE ARAÚJO PEREIRA, R. G.; DA SILVA NETTO, F. G.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.. Competição de variedades de cana-de-açúcar para a alimentação de ruminantes em Presidente Médici, Rondônia. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 28, Ed. 215, Art. 1430, 2012 .

VALENTE, E. C. N.; BROGLIO, S. M. F.; PASSOS, E. M. D.; LIMA, A. S. T. D. Desempenho de *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.4, p.293-300, abr. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v51n4/1678-3921-pab-51-04-00293.pdf>. Acesso em 19 mai. 2021.

VIEGAS JUNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo , v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422003000300017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 Mai. 2021.

ZAPPELINI, L.O. et al. Seleção de isolados do fungo entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. visando o controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo , v. 77, n. 1, p. 75-82, Mar. 2010 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572010000100075&lng=en&nrm=iso. Acesso em 20 Mai. 2021.

WILCKEN, C. F; ORLATO, C; OTTATI, A. L. T. Occurrence of *Migdolus fryanus* (Coleoptera: Cerambycidae) in *Pinus caribaea hondurensis* plantations. **Revista Árvore**, [s.l.], v. 29, n. 1, p. 171-173, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/THqGvZPwygvHXtScKCTqgRS/?lang=pt>. Acesso em: 01 jun 2021