

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

JOÃO CARLOS PONTIN

**TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL NO CONTROLE DE PRAGAS NA
CAFEICULTURA E CITRICULTURA**

Campinas

2022

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
EM SUSTENTABILIDADE
JOÃO CARLOS PONTIN**

**TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL NO CONTROLE DE PRAGAS NA
CAFEICULTURA E CITRICULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Sustentabilidade, Mestrado em Sustentabilidade, do Centro de Economia e Administração da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Regina Márcia Longo
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Bruna Angela Branchi

CAMPINAS

2022

Ficha catalográfica elaborada por Vanessa da Silveira CRB 8/8423
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

632
P816j

Pontin, João Carlos

Tecnologia sustentável no controle de pragas na cafeicultura e citricultura / João Carlos Pontin. - Campinas: PUC-Campinas, 2022.

101 f.: il.

Orientador: Regina Márcia Longo.

Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) - Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Centro de Economia e Administração, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2022.

Inclui bibliografia.

1. Fitopatologia. 2. Tecnologia apropriada. 3. Caulim. I. Longo, Regina Márcia. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Economia e Administração. Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade. III. Título.

CDD 22. ed. 632

JOÃO CARLOS PONTIN

TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL NO CONTROLE DE PRAGAS NA CAFEICULTURA E
CITRICULTURA.

Este exemplar corresponde à redação
final da Dissertação de Mestrado em
Sustentabilidade da PUC-Campinas, e
aprovada pela Banca Examinadora.

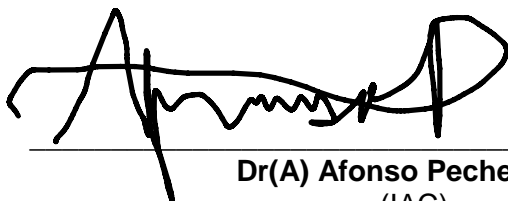
APROVADA: 25 de Fevereiro de 2022.



Profa. Dra Regina Marcia Longo
(Orientador- PUC-CAMPINAS)



Prof. Dr. Vinicius Eduardo Ferrari
(PUC-CAMPINAS)



Dr(A) Afonso Peche Filho
(IAC)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que é a fonte de tudo.

À minha querida esposa Marta, pelo amor, dedicação, apoio e sacrifícios.

Aos meus querido filhos Olívia e Victor, pela amizade e aprendizados.

Ao meus pais Edene e Leonel pelo exemplo, amor e carinho (*in memorian*).

À Lara Marcatto pelo carinho e pelo convite a palestrar na PUC.

Ao Amigo Samuel Carvalho De Benedicto pelo retorno ao caminho do saber.

Ao Amigo e mestre incontestado Newton de Matos Roda.

Às queridas e impares Regina Longo e Bruna Branchi pelo carinho amizade, paciência e ensinamentos acadêmicos e de vida.

Ao corpo docente pelas brilhantes exposições e lições de vida, em especial à querida Celeste Jannuzzi (*in memorian*).

A todos os colegas pela convivência durante todo o curso.

Aos Amigos Afonso Peche Filho e Vinicius Eduardo Ferrari pelos ensinamentos compartilhados.

A toda organização e coordenação do curso pelo apoio e incentivo.

RESUMO

Com o aumento da população, novas áreas passaram a ser exploradas para a agricultura e pecuária, causando um desequilíbrio em ecossistemas naturais, fruto, primordialmente, do desmatamento de áreas com vegetações nativas. Com a expansão das fronteiras agrícolas, a competição da fauna nativa com os cultivos implantados pelo homem fez com que se buscasse uma forma de combater as pragas que competiam com o homem na produção de alimentos. Entre as principais culturas estão o café e o citros. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo analisar e discutir as características do produto natural caulim, e seu uso como repelente de insetos. Para tanto foram analisados os dados obtidos em experimentos de campo conduzidos em 12 localidades diferentes, produtoras de café e citrus. no Brasil. Os testes foram conduzidos em campo para confirmar a eficácia deste produto no controle das principais pragas do café e de citros. Também foi realizada uma análise do panorama das liberações de uso de agrotóxicos nas principais agências regulatórias do Brasil e de alguns países, destacando a necessidade de substituição de produtos convencionais por produtos naturais. Isto vem ao encontro da necessidade de se buscar alternativas sustentáveis, em especial para a cafeicultura e citricultura, o que permitirá a redução da liberação de agrotóxicos no meio ambiente, e conseqüente impactos ambientais indesejáveis. Com base na avaliação de agências reguladoras em outros países, observa-se que, embora o nível de requerimentos seja basicamente o mesmo, alguns produtos utilizados no Brasil não estão autorizados nesses países. Os resultados obtidos demonstram que o produto em questão pode ser adotado como ferramenta no manejo das pragas psilídeo-dos-citros em citros, da broca-do-café e do bicho-mineiro em café, como inibidor da alimentação e postura de ovos, o que leva a uma redução na incidência das pragas, e diminuição na perda de produtividade, podendo inclusive se implementar a extensão de sua utilização na redução da incidência de outras espécies de pragas em outras culturas, buscando uma produção agrícola sustentável.

Palavras-chave: Manejo Fitossanitário; Tecnologia Alternativa; Repelência de Insetos; Psilídeo-dos-Citros em Citros, Broca-do-Café, Bicho-Mineiro

ABSTRACT

With the world population increase, new areas began to be explored for agriculture and livestock, causing an imbalance in natural ecosystems, primarily as a result of the deforestation of areas with native vegetation. With the expansion of agricultural frontiers, competition between native fauna and crops planted by man led to a search for a way to kill pests that competed with man in food production. Among the main crops are coffee and citrus. In this context, the present work aims to analyze and discuss the characteristics of the natural product kaolin, and its use as an insect repellent. For that, the data obtained in field trials conducted in 12 different locations, producing coffee and citrus, were analyzed. in Brazil. Tests were conducted in the field to confirm the effectiveness of this product in controlling the main pests of coffee and citrus. An analysis of the panorama of the use of pesticides in the main regulatory agencies in Brazil and in some countries was also carried out, highlighting the need to replace conventional products with natural products. This meets the need to seek sustainable alternatives, especially for coffee and citrus, which will allow for a reduction in the release of pesticides into the environment, and consequent undesirable environmental impacts. Based on the assessment of regulatory agencies in other countries, it is observed that, although the level of requirements is basically the same, some products used in Brazil are not authorized in these countries. The results obtained demonstrate that the product in question can be adopted as a tool in the management of citrus psyllid in citrus, coffee borer and leaf miner in coffee, as an inhibitor of feeding and egg laying, which leads to a reduction in the incidence of pests, and a reduction in the loss of productivity, and the extension of its use can even be implemented to reduce the incidence of other species of pests in other crops, seeking sustainable agricultural production.

Keywords: Phytosanitary Management; Alternative Technology; Insect repellence; Psyllid in Citrus, Coffee Borer, Coffee Leaf miner

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva de flutuação da população do Bicho-mineiro-do-cafeeiro, <i>Leucoptera coffeella</i> (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), durante o ano.....	35
Figura 2 – Foto da broca-do-café e danos causados aos grãos.....	35
Figura 3 – Foto do bicho-mineiro do café e dano foliar.....	35
Figura 4 - Adulto psilídeo-dos-citros se alimentando de broto de citros.....	37
Figura 5 - Diferentes fases do psilídeo-dos-citros na folha de citros.....	37
Figura 6 – Desenho metodológico da pesquisa.....	40
Figura 7 – Outline da pesquisa.....	41
Figura 8 – Ranking dos principais usuários de defensivos por hectare cultivado.....	49
Figura 9 – Registro de agrotóxicos de baixo risco no Brasil (2000-2021)	51
Figura 10 – Quantidade comercializada de agrotóxicos com ingredientes ativos classificados como Semioquímicos (Kg), Brasil, 2014-2020.....	51
Figura 11 – Quantidade comercializada de agrotóxicos com ingredientes ativos classificados como microbiológicos (Kg), Brasil 2014-2020	52
Figura 12 – Porcentagem de controle da forma adulta do Psilídeo pelo caulim.....	61
Figura 13 – Porcentagem da redução na incidência de frutos broqueados.....	65
Figura 14 – Porcentagem na redução no número de frutos de café broqueados sem galerias abandonadas.....	65
Figura 15 – Porcentagem de redução do número de adultos, ovos, larvas e pupas da broca no interior dos frutos de café broqueados.....	66
Figura 16 – Número de lagartas vivas nas minas das folhas minadas e eficiência de controle / avaliação.....	68
Figura 17 – Média dos resultados dos experimentos número de folhas minadas com minas intactas ou ativas / eficiência de controle/ avaliação.....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Terminologias utilizadas dentro do conceito de agricultura alternativa.....	24
Quadro 02 – Principais técnicas utilizadas na agricultura alternativa.....	25
Quadro 03 – Paralelismo entre os conceitos de desenvolvimento sustentável e desenvolvimento rural sustentável.....	30
Quadro 04 - Pragas e inimigos naturais do citros.....	36
Quadro 05 – Descrição da cultura, praga alvo, código de campo e localidade de implantação dos ensaios.....	42
Quadro 06 – Descrição dos experimentos realizados na cultura do café.....	43
Quadro 07 – Descrição dos experimentos realizados na cultura de citros.....	45
Quadro 08 – Produtos padrões comparativos – café e citros.....	46
Quadro 09 – Órgãos e Agências reguladoras selecionadas.....	47
Quadro 10 – Características dos produtos utilizados como padrão.....	47
Quadro 11 – Síntese das atribuições dos principais órgãos regulatórios de uso de agrotóxicos no Brasil e nos países consumidores.....	49
Quadro 12 - Síntese das atribuições dos principais órgãos regulatórios de uso de agrotóxicos no Brasil e nos países consumidores.....	52
Quadro 13 – Situação dos Produtos no Brasil utilizados no trabalho.....	56
Quadro 14 – Situação dos produtos em Agências Reguladoras Internacionais.....	57
Quadro 15 – Produtos aprovados no Brasil para controle de bicho-mineiro e broca-do-café.....	58
Quadro 16 – Produtos aprovados na Colômbia (para controle de bicho-mineiro e broca-do-café)	59
Quadro 17 – Produtos aprovados no Brasil para controle de psilídeo-dos-citros	59
Quadro 18 – Produtos aprovados nos Estados Unidos para controle de psilídeo-dos-citros.....	60
Quadro 19 – Produtos aprovados na Espanha para controle de psilídeo-dos-citros.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIC - Associação Brasileira da Indústria do Café
AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
ANAP - Amigos da Natureza da Alta Paulista
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CDMS - Crop Data Management Systems
CE - Comissão Europeia
CEFIC - Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique (European Chemical Industry Council)
CNUMAD - Comissão das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento
DCI - Diário do Comércio e Indústria
DS - Desenvolvimento Sustentável
EC - European Commission
EFSA – European Food Safety Authority
EU - European Union
FAO - Food and Agriculture Organization
FUNDECITRUS - Fundo de Defesa da Citricultura
IAC - Instituto Agrônomo de Campinas
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICA – Instituto Colombiano Agropecuario
ICAMA - Institute of the Control of Agrochemicals
IN - Instrução Normativa
MIP - Manejo Integrado de Pragas
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NDE - Nível de Dano Econômico
ODS - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ONU - Organização das Nações Unidas
PIB - Produto Interno Bruto
PIC - Prior Informed Consent
POP - Poluentes Orgânicos Persistentes
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
UNEP – United Nations Environment Programme
RMS - Rapporteur Member State
SEAPA - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais
USEPA - United States Environmental Protection Agency
WHO – World Health Organization
WTO – World Trade Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Contextualização do Problema.....	12
1.2 Questões da pesquisa	16
1.3 Objetivos do trabalho	17
1.3.1 Hipótese do trabalho	18
1.4 Justificativa	18
1.5 Estrutura do trabalho.....	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 Consequências do uso de agrotóxicos na produção agrícola.....	20
2.1.1 Agricultura alternativa e o manejo integrado de pragas (MIP)	23
2.2. Caminhos para a sustentabilidade na agricultura.....	29
2.2.1. Evolução do conceito de desenvolvimento sustentável.....	29
2.2.2 Conceitos de agricultura sustentável	30
2.3 Práticas sustentáveis para as culturas de café e citros	33
2.4 Estudos de eficácia para fins de pesquisa e desenvolvimento	38
3 METODOLOGIA	40
3.1 Tipo de pesquisa e abordagem metodológica.....	40
3.2. Levantamento e análise de dados documentais obtidos em ensaios agrônômicos.....	41
3.3 Levantamento de dados documentais nas agências regulatórias.....	46
3.4 Levantamento do perfil dos agrotóxicos utilizados como padrão nos campos de café e citros	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 Panorama sobre o uso de agrotóxicos para café e citros definido pelas agências nacionais e internacionais.....	48
4.2 Principais defensivos usados na cafeicultura e na citricultura	56
4.3 Uso do caulim no manejo integrado de pragas de café e citros	60
4.3.1 Uso do caulim no controle do Psilídeo na cultura de citrus	61
4.3.2 Uso do caulim no controle da Broca do café	64
4.3.3 Uso do caulim no controle do bicho mineiro	68
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do Problema

O homem habita o planeta Terra há, aproximadamente, dois milhões de anos, havendo, entretanto, nos primórdios, a forma de ocupação do espaço como nômade, dependendo da caça, da pesca e da extração de vegetais que ocorriam naturalmente para seu sustento. Vivia em pequenos grupos e havia limitação da área, pois à medida que consumia a vegetação local, era obrigado a se transferir para outra área visando a obtenção de mais alimentos. Há dez mil anos iniciou-se a domesticação do milho, de tubérculos e de animais, principalmente no Egito e no México. Com isto, o homem passou a plantar e produzir alimentos, ocorrendo diminuição da dependência da extração das plantas que ocorriam naturalmente (HEISER, 1977).

A partir do cultivo de plantas, a oferta de alimentos aumentou e com isto o homem teve de fazer menos esforço para caçar ou extrair da natureza, a população e as áreas cultivadas começaram a aumentar. Com a substituição da vegetação nativa pelos cultivos, estabeleceu-se um desequilíbrio, que levou o homem a uma disputa pelos cultivos com os insetos, que passaram a ser pragas nessas culturas. O fungo e a relva natural passaram a ser chamados de doença e planta daninha, respectivamente, por exemplo (HEISER, 1977).

Em relação as atividades de produção de alimentos, desde antes da época cristã, já se tinha relato sobre uso de tecnologias para o controle de insetos utilizando-se fumaça de enxofre no combate de pulgões (500 a.C., Civilização Romana) ou o extrato de várias ervas (200 a.C.). No século XVII, utilizou-se sulfato de nicotina extraído de folhas de fumo. No século XIX, pesticidas naturais de crisântemo e de raízes de plantas tropicais, foram utilizados no controle de insetos (FURTADO, 2002).

Ao longo dos anos, face ao cultivo extensivo de uma mesma cultura, ocorreram perdas de produção com impacto sobre a população, como entre 1845 e 1849, na Irlanda ocorreu a doença requeima (*Phytophthora infestans*) na batata, que causou a morte por fome de 500 mil pessoas, e mais de 2 milhões migraram. Em 1942 na Índia, uma doença causada por fungo (*Helminthosporium oryzae*) no arroz, destruiu todas as plantações levando 2 milhões de pessoas à morte por fome (FURTADO, 2002).

Assim, a busca pelo controle de doenças, de pragas e de plantas daninhas passou a ser constante dentro da agricultura moderna, especialmente naquelas

culturas destinadas a grandes produções, mas recentemente denominada de “agronegócio”.

Em relação aos cultivos agrícolas de destaque, a cafeicultura é uma das mais importantes atividades do agronegócio brasileiro, de modo que o país é atualmente o maior produtor e exportador mundial de café. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020), a área plantada do café arábica no país somou 1.885,5 mil hectares. Os principais estados produtores são: Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, seguido da Bahia e Rondônia.

Cabe destacar que, legalmente, a cafeicultura brasileira é uma das mais exigentes do mundo, em relação às questões sociais e ambientais, conduzindo a uma preocupação em garantir a produção de um café sustentável, caso as leis já existentes sejam plenamente respeitadas. São leis que visam garantir a manutenção da biodiversidade e da qualidade de vida das pessoas envolvidas na atividade, e estabelece penalidades para qualquer tipo de trabalho escravo e/ou infantil nas lavouras, conforme a Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC, 2020).

Entre os fatores que limitam o pleno desenvolvimento da atividade cafeeira brasileira, está o ataque de insetos pragas, que podem causar danos quantitativos e qualitativos à planta, resultando no aumento do custo de produção da cultura, e conseqüentemente prejuízos econômicos ao agricultor. (SALGADO, 2020).

Entre as pragas-chave do cafeeiro, a broca-do-café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) destaca-se como a principal praga dos frutos do café (GUIMARÃES; MENDES; BALIZA, 2010). Sendo o *H. hampei* um coleóptero monófago, que se alimenta, reproduz e completa seu ciclo dentro do grão do café, penetrando pela coroa do fruto até a semente, onde faz as galerias. É uma praga que pode trazer inúmeros prejuízos, como perda de peso dos frutos, queda prematura, apodrecimento das sementes devido à entrada de microrganismos, e perda de qualidade (BIANCO, 2004).

Além do *H. hampei*, o cafeeiro pode ser atacado por um número elevado de artrópodes. Estas pragas atacam diferentes partes da planta, sendo responsáveis por danos diretos ao fruto, ou mesmo indiretos às plantas, as quais podem acarretar perdas na produção e na qualidade do produto, como o bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) (MATIELLO *et al.*, 2010). A fase larval causa minas nas folhas que evoluem para

lesões necróticas, reduzindo sobremaneira a área para realização da fotossíntese e a produção do cafeeiro (SOUZA, 1998).

Assim como a cultura do café, o Brasil tem posição de destaque como maior produtor e exportador de suco de laranja do mundo. Sua produção foi estimada em 287,76 milhões de caixas de 40,8 Kg na safra 2020/21, com média de produtividade fixada em 756 caixas por hectare, de acordo com o Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS, 2020).

Concorrem com a produtividade dos citros, várias pragas que atacam os pomares, entre elas: ácaros, cigarrinhas, cochonilhas, coleobrocas, formigas, lagartas, moscas-das-frutas, psilídeos e pulgões. Entre as principais doenças que levam à erradicação das plantas infectadas estão as causadas por bactérias: cancro cítrico e Huanglongbing – HLB (ex-greening), conforme publicação do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 2014).

A Huanglongbing (HLB) é considerada a doença mais destrutiva da citricultura mundial (BOVÉ, 2006; GOTTWALD *et al.*, 2007) e, conseqüentemente, o principal problema da cadeia citrícola. Esta doença está presente de forma endêmica há décadas em países dos continentes asiático e africano e tornou-se mais evidente nos anos de 2004 e 2005 ao ser detectada no Brasil (COLLETA FILHO *et al.*, 2004; TEIXEIRA *et al.*, 2005a, 2005b) e nos Estados Unidos da América (HALBERT, 2005), sendo estes os dois principais países produtores de suco de laranja do mundo. Os agentes etiológicos associados ao HLB são as bactérias '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' e '*Ca. Liberibacter americanus*' (COLETTA-FILHO *et al.*, 2004; TEIXEIRA *et al.*, 2005a), transmitidas pelo psilídeo-dos-citros (*Diaphorina citri*, Kuwayama, Hemiptera: Liviidae) que ocorrem nos continentes asiático e americano (CAPOOR *et al.*, 1967; MARTINEZ & WALLACE, 1967; TEIXEIRA *et al.*, 2005a, YAMAMOTO *et al.* 2006). O controle da população do vetor nos pomares representa uma das estratégias de manejo da doença juntamente com a erradicação de plantas infectadas para redução do inoculo nas áreas afetadas e plantio de mudas sadias (BOVÉ, 2006, BELASQUE JÚNIOR *et al.*, 2009). A doença causada por bactérias que se localizam no floema das plantas *Candidatus Liberobacter americanus* e *Ca. L. asiaticus* é considerada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como Praga Quarentenária Presente, conforme Instrução Normativa nº 41/2008 (BRASIL, 2008)

De uma forma geral o controle das pragas é feito utilizando-se inseticidas sintéticos, cujo uso intensivo pode desencadear mecanismos de resistência aos produtos, acarretando problemas ambientais, de contaminação de agricultores e de resíduo nas frutas. A utilização do controle químico, de forma continuada, de insetos na agricultura utilizando agrotóxicos não seletivos promove desequilíbrios no meio onde esta vem sendo praticada, destacando a eliminação de insetos benéficos e a consequente explosões populacionais de pragas levando a diminuição da eficácia de inseticidas mediante a seleção de populações resistentes aos compostos químicos continuamente utilizados (KAY e COLLINS 1987).

A busca pelo aumento de produtividade e maior produção por área cultivada com a adoção, ao longo das décadas, de práticas da agricultura convencional (implementos agrícolas, fertilizantes artificiais, corretivos, agrotóxicos, etc.), teve consequências indesejáveis, promovendo o desenvolvimento de um manejo insustentável dos agroecossistemas. Neste contexto, a proposta de uma agricultura alternativa busca alcançar um meio ambiente equilibrado e preservado, no qual o controle de pragas se realiza adotando tecnologias sustentáveis e práticas mais naturais se faz cada vez mais necessária.

Esta prática agrícola atende aos chamados da Agenda 2030, especialmente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2 “Fome zero e agricultura sustentável” e a sua meta 2.4:

Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo (ONU, 2015).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021), define como produto orgânico (*in natura* ou processado), todo aquele produzido por meio de um sistema orgânico ou que tenha origem em processo extrativista sustentável sem prejuízo ao meio ambiente. Tais produtos devem ser certificados por organismos credenciados no MAPA, sendo dispensados os produzidos em sistema de agricultura familiar, membros de organizações de controle social cadastradas neste ministério (MAPA, 2021a).

O regulamento em vigor que define e estabelece os procedimentos da agricultura orgânica é a Instrução Normativa (IN) N° 46/2011 (BRASIL, 2011), que teve seu texto revisado pela IN N° 17/2014 (BRASIL, 2014), pela IN N° 35/2017 (BRASIL, 2017) e Portaria N° 52/2021 (BRASIL, 2021). Ela apresenta relação de produtos que podem ser utilizados no controle de pragas nesta forma de cultivo (MAPA, 2021b). O MAPA também avalia e publica, ouvidos a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), nas questões relativas à saúde humana e ao meio ambiente, solicitações de especificações de produtos a serem utilizados na agricultura orgânica. Muitos destes produtos são microrganismos (fungos, bactérias e vírus), de ocorrência natural no meio ambiente, e que não apresentam riscos ao ser humano (MAPA, 2021 c).

1.2 Questões da pesquisa

Neste contexto, a pergunta principal a ser abordada neste trabalho é que, face ao modelo de agricultura convencional praticada em grande escala no país, que sobrecarrega o ambiente com produtos químicos, propiciando potenciais efeitos adversos ao homem e à natureza, como se pode desenvolver estratégias sustentáveis no controle de pragas que venham corroborar com a redução dos potenciais impactos, lançando-se mão de ferramentas alternativas?

Para tentar buscar soluções mais sustentáveis para essa questão, observa-se que há muitos anos o pó das partículas do solo tem sido usado como repelentes de insetos por povos primitivos, como também, observa-se quando pássaros “tomam banho no pó do solo”, buscando proteger-se de picadas de insetos, visto o pó aderir às penas e repelir os mesmos.

Especificamente quanto às pragas mencionadas, produtos alternativos à base de caulim, por ser natural e pelo seu perfil e características mais interessantes, poderia ser uma nova opção quanto ao seu controle? A aplicação de produtos minerais, como o caulim, em cultivos tem demonstrado efeito de repelência e controle de insetos com redução da infestação, demonstrando ser uma opção na redução do uso de produtos químicos sintéticos, na busca de prática mais sustentável na agricultura (GLENN e PUTERKA 2005).

Neves et al (2014 *apud* SILVA 2015) realizaram um experimento com caulim na cultura do algodão, e constatou-se que as partículas de caulim foram eficientes na redução da população de pragas do algodoeiro em especial, o bicudo. Silva e Silva constataram ser o caulim eficaz no controle do bicudo do algodoeiro em concentração economicamente viável (SILVA, 2015).

De acordo com Santinato et al (2016), a aplicação de caulim em café reduz a incidência de escaldadura, queima das folhas e dos grãos devido ao excesso de insolação, melhorando a qualidade dos grãos e produtividade. O mesmo foi observado por revisão realizada por Roda et al (2020), buscando aumentar a longevidade das lavouras de café com o uso de caulim.

Isto posto, o presente trabalho busca discutir uma ferramenta sustentável que seja incorporada à agricultura, de maneira a se tornar uma opção aos agricultores em detrimento da diminuição do uso de inseticidas químicos sintéticos, que podem trazer efeitos adversos ao homem e ao meio ambiente, entre outros fatores que contribuam para a conservação do ambiente dentro da adoção da prática de agricultura sustentável.

1.3 Objetivos do trabalho

O presente trabalho tem por objetivo geral analisar e discutir o efeito de um produto à base de caulim na redução da incidência de pragas das culturas de citros e do café.

Para atingir o objetivo geral foram identificados os seguintes objetivos específicos:

- Revisão de estudos que tratam das práticas de controle de pragas para descrever a sua evolução temporal, identificando suas vantagens e desvantagens.
- Discutir o panorama atual sobre o uso de agrotóxicos para café e citros definido pelas agências nacionais e internacionais
- Comparação dos resultados de testes já realizados que avaliam a eficiência do caulim no controle das pragas: bicho-mineiro e broca-do-café na cafeicultura, e de psilídeo-dos-citros na citricultura.
- Avaliação da adoção do caulim em termos agrônômicos e ambientais, na produção sustentável de café e citros numa comparação com os produtos químicos sintéticos autorizados pelas agências reguladoras nacionais e de alguns países.

1.3.1 Hipótese do trabalho

O caulim pode ser adotado no manejo integrado de praga em condições tropicais no controle do Psilídeo do citros, da broca-do-café e do bicho-mineiro no café.

1.4 Justificativa

A adoção de práticas agrícolas alternativas mais atentas aos impactos ambientais é uma necessidade crescente nos dias atuais, tanto junto à comunidade científica como junto a área produtiva, sendo essa cada vez mais cobrada por melhorias nos sistemas produtivos convencionais e na sua relação com o meio ambiente, principalmente pelos mercados externos.

A discussão de que o caulim se apresente como uma ferramenta sustentável no controle de algumas pragas das culturas de café e citrus, quanto aos aspectos ambiental, econômico e social permitirá:

- A viabilização da disponibilidade de uma ferramenta de manejo de pragas cuja adoção como prática incorrerá no menor uso de químicos no controle das pragas mencionadas;
- Possível redução da liberação de químicos no meio ambiente, diminuindo riscos de contaminação, intoxicação do aplicador e de resíduo tanto no fruto *in-natura* como no processado;
- Sem resíduo nos produtos exportados, evita-se problemas de embargo das cargas exportadas e incidentes diplomáticos;
- Estimular o uso do caulim em outras culturas, além de café e citros
- Aumentar a longevidade dos pomares, evitando-se a necessidade de erradicação de plantas, expansão e migração para outras áreas causando o desflorestamento;
- Eliminar o efeito nocivo em inimigos naturais e polinizadores;
- Disponibilizar produto com modo de ação distinto dos produtos que estão no mercado, evitando o desenvolvimento de resistência das pragas;
- Em síntese, espera-se contribuir com a divulgação dos resultados do combate às pragas pelo uso de um produto menos agressivo ao meio ambiente,

resultados que possam ser compartilhados com a comunidade científica e com os agricultores.

1.5 Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo descreve-se a contextualização do problema, as perguntas, os objetivos, a justificativa, a importância em desenvolver este estudo e a estrutura do trabalho.

No capítulo dois, destaca-se a fundamentação teórica nas quais foram abordados os conceitos de:

- ✓ Agricultura alternativa e o manejo integrado de pragas;
- ✓ Caminhos para a Sustentabilidade na agricultura;
- ✓ Práticas sustentáveis para as culturas de café e citros;
- ✓ Pragas avaliadas em café e citros;
- ✓ Utilização de caulim em café e citros;
- ✓ Estudos de eficácia para fins de pesquisa e desenvolvimento;

No capítulo três, há o detalhamento da metodologia da pesquisa bem como as etapas realizadas para o cumprimento dos objetivos propostos.

No capítulo quatro, apresentam-se os resultados obtidos com pesquisa e discutidos em dois capítulos principais:

- ✓ Panorama sobre o uso de agrotóxicos para café e citrus no Brasil e em agências internacionais
- ✓ Uso do caulim no manejo integrado de pragas de citrus e café

No capítulo cinco, são apresentadas as considerações finais acerca do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Consequências do uso de agrotóxicos na produção agrícola

Em 1962, Rachel Carson publicou seu ataque ao uso indiscriminado de pesticidas fosforados, que causou mortandade de pássaros com o livro “Primavera Silenciosa”. A ocorrência de alguns desastres consecutivos com a poluição do ar e da água, aumentou a preocupação, entre os quais o vazamento de milhões de litros de petróleo na Califórnia contaminando praias com óleo derramado. A elevada contaminação por produtos químicos do rio Cuyahoga em Ohio, causou a explosão espontânea de chamas. No início de 1970, como resultado do aumento das preocupações públicas sobre a deterioração do ar, áreas naturais repletas de entulho e suprimentos de água urbanos contaminados com impurezas perigosas, o presidente Richard Nixon apresentou à Câmara e ao Senado propostas inovadoras para proteção do meio ambiente, o que levou à criação da Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA, 2021) em dezembro daquele ano.

O uso do agrotóxico impacta a vida na Terra em diferentes momentos: na sua aplicação - intoxicando os agricultores; sucessivamente, poluindo a água e o solo, no momento do consumo - pelos resíduos dos pesticidas nos alimentos.

De maneira geral, pode-se dizer que o aumento do uso de agrotóxicos pode levar a um aumento das intoxicações, visto que em especial nas regiões produtoras de grãos no Brasil, como Mato Grosso e Goiás, há carência de atendimento público em centros de intoxicações (CAMPOS et al, 2021). Segundo Busato et al. (2016), em trabalho realizado sobre o uso de agrotóxicos em sistema de agricultura familiar em Santa Catarina, mais de 80% utilizavam estes produtos, mas, um quinto dos usuários não faz uso de equipamento de proteção individual. Neste mesmo estudo foi identificado que em torno de 30% dos agricultores sentem dor de cabeça após a aplicação dos produtos.

De acordo com levantamento de intoxicações por agrotóxicos em Goiás, no período de 10 anos, Neves et al. (2020) observaram que a análise do perfil das intoxicações, identificou um maior número relacionado à tentativa de suicídio e ocupacional, sendo observada a maioria de casos com cura dos intoxicados, apesar dos efeitos crônicos não terem sido registrados.

Ao avaliar o aumento de cultivo na região de Campo Novo do Parecis, Mato Grosso, Soares e outros (2017), com base nas informações técnicas dos agrotóxicos

utilizados e considerando o sistema de avaliação de risco ambiental adotado pela Agência de Proteção Ambiental Americana, verificaram que 26,1% dos ingredientes ativos empregados na região representam algum tipo de risco de contaminação de águas subterrâneas, reforçando a necessidade de adoção de programa de avaliação do impacto ambiental devido ao uso de agrotóxicos .

Mello et al. (2018) relataram a preocupação do aumento do uso de agrotóxicos quanto ao potencial risco à saúde humana e à contaminação ambiental, citando o exemplo de que amostras de leite proveniente das mães que estavam amamentando apresentavam presença de agrotóxicos. Sugerem ainda o monitoramento da exposição humana aos agrotóxicos, como um melhor entendimento do impacto à exposição do trabalhador rural, melhor controle na organização de dados de intoxicação e a substituição por produtos de menor impacto e efeito adverso à saúde e ao meio ambiente.

Os agrotóxicos podem atingir ambientes aquáticos e apresentar alguma toxicidade às algas. Uma vez que estes organismos são sensíveis a estes produtos químicos, são utilizados como bioindicadores, inclusive com protocolos desenvolvidos internacionalmente, e fazem parte da relação de estudos solicitados para avaliação para fins de registro e aprovação junto aos órgãos oficiais. Estes organismos também são a base da cadeia alimentar aquática. Alterações nestas espécies pode acarretar em impacto e descompasso na cadeia alimentar aquática a nível dos tróficos superiores do ecossistema. Um estudo realizado com a exposição de duas espécies de alga, a agrotóxicos largamente utilizados, demonstrou que em mais de 80% dos resultados, os produtos estariam classificados como muito ou altamente tóxico para organismos aquáticos ou algas (RAGASSI, AMÉRICO-PINHEIRO, SILVA JUNIOR, 2017).

Em estudo realizado com arroz irrigado, aplicou-se os principais produtos utilizados nesta cultura (clomazone, imidacloprid, Tiametoxam, trifloxystrobin e propiconazol). Observou-se que, os diferentes tipos de manejo de irrigação não influenciaram na dissipação dos produtos, sendo que a máxima concentração dos agrotóxicos em solução ocorreu logo após a sua aplicação, os agrotóxicos normalmente têm rápida dissipação, tornando as primeiras avaliações aquelas com maior concentração (MARTINI et al, 2012).

Em pesquisa realizada em dois tipos de solo no Mato Grosso do Sul, o inseticida tiametoxam apresentou baixa sorção no perfil de ambos solos. Em teste de

incubação em laboratório, apresentou persistência de até 618 dias, sendo que em experimentos de campo, foi bem menor, e apresentou baixa lixiviação chegando até 50 cm de profundidade no perfil dos solos testados (SCORZA JUNIOR e REGITANO, 2012).

O estudo realizado com o herbicida sulfentrazone sob condição de dois tipos de solo no estado do Mato Grosso do Sul, observou-se que a sua meia-vida sob diferentes condições de umidade, temperatura e profundidade, variaram de 34 a 116 dias. Foi degradado mais rapidamente em condições de maior umidade, temperaturas mais altas e na camada superficial de até 30 cm de profundidade no perfil do solo (BRUM, FRANCO e SCORZA JUNIOR, 2013).

Quanto ao limite aceitável de um agrotóxico na água para consumo humano, na Comunidade Europeia deve ser detectado e quantificado no máximo em 1 PPT (uma parte por trilhão). Nos Estados Unidos, este valor varia de produto para produto (EPA, 2021).

Em todo o mundo, as pessoas estão expostas aos resíduos de pesticidas deixados nos alimentos. Os países em desenvolvimento, em particular, carecem de recursos para fazer cumprir a legislação sobre resíduos de pesticidas. Portanto, o potencial de contaminação dos alimentos importados pelos Estados-Membros da União Europeia (UE) com pesticidas proibidos no bloco é alto.

Em seu relatório de 2019 sobre resíduos de pesticidas em alimentos, a Agência Europeia de Segurança Alimentar (EFSA) constatou que 7,6% das amostras de países terceiros ultrapassaram limites de resíduos aceitáveis (UE, 2021). Se essas importações excederem repetidamente os limites legais, elas serão colocadas em uma lista de alto risco com controles adicionais. Se a situação nesses países não melhorar, as importações desses produtos do país em questão serão suspensas. A maneira mais eficaz de garantir importações "seguras" e livres de resíduos é implementar melhores sistemas de monitoramento e controle nos países de origem (UE, 2021).

Em resposta a essas preocupações, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, *Food and Agriculture Organization*), desenvolveram programas voluntários de troca de informações em meados da década de 1980. A FAO lançou o Código Internacional de Conduta sobre "Distribuição e Uso de Pesticidas" em 1985 e o PNUMA estabeleceu as Diretrizes de Londres para o Intercâmbio de Informações

sobre Produtos Químicos no Comércio Internacional em 1987. Em 1989, as duas organizações introduziram em conjunto o Consentimento Prévio Informado voluntário (PIC, *Prior Informed Consent*). Pela urgência atribuída à abordagem do comércio internacional de produtos químicos perigosos, entre a adoção da Convenção e sua entrada em vigor, os governos também concordaram em operar a Convenção de forma voluntária como o Procedimento Provisório PIC. O texto da Convenção de Roterdã sobre o Procedimento de Consentimento Prévio Informado para certos produtos químicos e pesticidas perigosos no comércio internacional foi adotado na Conferência realizada em Roterdã em setembro de 1998 (UNEP, 2021).

Frota e Siqueira (2021) fizeram uma abordagem ampla sobre a questão do uso de agrotóxicos e impactos causados, questionando a possibilidade de avanços com a conscientização da sociedade sobre as consequências do uso em excesso dos agrotóxicos, dando visibilidade às experiências bem-sucedidas baseadas em modos sustentáveis de produção de alimentos em outros países.

De acordo com Soares e Porto (2012), a adoção da agricultura orgânica é fundamental na redução de intoxicações por agrotóxicos, atingindo até 47% a menos de chance de intoxicação. Essa ação, além de geradora de economia e redutora nos custos com a saúde do trabalhador, mostra-se cada vez mais eficiente. Países como Indonésia, Suécia, Noruega, Alemanha, Holanda e Guatemala, têm reduzido o emprego de agrotóxicos, diminuindo anualmente o uso entre 33% e 75%, sem redução na produtividade. A intoxicação aguda apresenta impactos econômicos do uso de agrotóxicos sobre a saúde e o meio ambiente. As ações sugeridas para redução dos custos relacionados à saúde do trabalhador são a ampliação da assistência técnica ao pequeno agricultor, e a promoção de políticas de fortalecimento de um modelo de produção saudável e sustentável, para pequena propriedade rural, em especial com incentivo à agricultura orgânica.

2.1.1 Agricultura alternativa e o manejo integrado de pragas (MIP)

O termo "*agricultura alternativa*" pode ser entendido como um grande "guarda-chuva" que abriga vários modelos não-convencionais de produção agrícola, tais como: agricultura orgânica, ecológica, natural, biológica, sustentável, regenerativa, biodinâmica e permacultura (GONÇALVES, HANNAS, 2018).

De maneira geral, enquadram-se como agricultura alternativa propostas de cultivos que busquem alcançar um equilíbrio entre a produção agrícola e meio ambiente onde este está inserido, buscando preservar a fertilidade natural do solo, minimizar processos erosivos, controlar pragas e doenças, dentre outras ações mediante ao estabelecimento de agroecossistemas diversificados e o emprego de tecnologias sustentáveis. A agricultura orgânica é fundamental no uso racional e na conservação de recursos naturais, baseando-se em princípios de agroecológicos, destacando o respeito a natureza, como o primeiro e o principal destes princípios, sendo necessário que o agricultor tenha plena consciência de sua dependência de recursos naturais e dos próprios limites da natureza (RICCI et al, 2002).

No Quadro 1 estão apresentados os modelos de agricultura alternativa com a definição de alguns autores. Neste quadro, pode-se observar que as diferentes práticas que compõem a agricultura alternativa têm como objetivo a sustentabilidade, a qualidade dos alimentos, a conservação e preservação do meio, na busca de um sistema em equilíbrio com a adoção de tecnologias, que convirjam para a natureza em sua essência.

As correntes mais alternativas de produção agrícola buscam um enfoque sistêmico, onde cada unidade rural envolvida no processo produtivo passa a ser entendida como um sistema integrado complexo e dinâmico. Tratando-se, dessa maneira, como um sistema holístico, onde se considera as interações múltiplas da natureza visando racionalizar os métodos de produção agropecuária (RICCI et al, 2002).

Quadro 1. Terminologias utilizadas dentro do conceito de agricultura alternativa

Termo	Conceito	Fonte
Agricultura orgânica	Produção de alimentos de forma sustentável e não prejudicial ao ecossistema.	MAPA, 2021
Agricultura biológica	Produção de alimentos limpos associados a um alto valor nutricional.	Agrobiológica, 2021
Agricultura ecológica	Produção pela utilização de recursos naturais locais e renováveis.	La Biodiversidad, 2012
Agricultura natural	Prioriza a conservação natural do solo e dos alimentos, priorizando a preservação da diversidade e do equilíbrio biológico, colaborando com a melhoria da qualidade da vida da sociedade.	Korin, 2021
Agricultura regenerativa	Produção agrícola visando com a regeneração e a manutenção das culturas, e do sistema de cultivo, incluindo as comunidades rurais associadas.	Pensamento Verde, 2021

Agricultura sustentável	Prioriza a conservação e o manejo adequado dos recursos naturais promovendo o uso de tecnológico e institucional adequado, visando promover a satisfação continuada das necessidades humanas requeridas pelas gerações presentes e futuras.	Ecycle, 2021
Agricultura biodinâmica	Cuidado da terra, onde se desenvolve a percepção e sensibilidade, para poder adaptar a prática agrícola às condições da região, entendendo o dinamismo de sua unidade de produção, concebida como um organismo.	Laux, 2013
Permacultura	Baseia-se no princípio de cultivos realizados de forma consciente e planejado de forma a replicar os padrões e as relações observadas na natureza, de forma a produzir alimentos, fibras e a geração de energia de modo a garantir as necessidades locais.	Holmgren, 2013

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Amaral (2003), Matson et al. (1997) e Reijntjes et al. (1999), a utilização de maneira inadequada de implementos e máquinas agrícolas, associada a utilização excessiva de insumos (corretivos, fertilizantes artificiais, sementes, etc.) e de produtos químicos (hormônios, pesticidas, etc.) vem gerando impactos ambientais que promovem a busca por um manejo mais sustentável dos agroecossistemas. A adoção de sistemas produtivos mais orgânicos, tem como objetivo principal a busca por um manejo do meio ambiente de forma sustentável, utilizando-se de técnicas que busquem a conservação do solo, a manutenção da biodiversidade, o equilíbrio nutricional dos solos, a manutenção da qualidade dos recursos hídricos, a ciclagem de nutrientes e agentes de controle biológico de pragas e doenças (AMARAL, 2003).

No Quadro 2 estão apresentados um resumo das principais ações adotadas para a implantação do conceito de agricultura alternativa. Neste quadro, observa-se a importância dedicada à base da agricultura que é a “saúde” do solo, seja pela sua preservação, conservação ou recuperação, levando-se em conta também a adoção de práticas sustentáveis como a certificação da produção e o manejo integrado de pragas.

Quadro 2. Principais técnicas utilizadas na agricultura alternativa

Técnicas	Conceito	Fonte
Adubação verde	Cultivo de espécies vegetais para proteção do solo contra os processos erosivos, a diminuição de incidência de plantas daninhas e o incremento nos teores de matéria orgânica da ciclagem de nutrientes	Colozzi Filho et al (2009, apud Pereira, 2015)
Adubação orgânica	Uso de compostos orgânicos que melhoram os atributos físico-químico-biológicos do solo,	Marchi, 2006

	melhorando a retenção de umidade, a estabilidade e formação de agregados, a porosidade e a atividade microbiana do solo.	
Cobertura morta	Distribuição sobre a superfície do solo de camada de palha ou outros resíduos vegetais entre as linhas das culturas ou sobre a projeção da copa das plantas.	Oliveira, 2002
Consociação	É o plantio em uma mesma área de mais de uma cultura simultaneamente.	Novelini, 2018
Rotação de culturas	Consiste em alternar no tempo o cultivo de espécies vegetais em uma área, preferencialmente com culturas que possuem sistemas radiculares diferentes, como gramíneas e leguminosas.	Gonçalves <i>et al.</i> , 2007
Certificação da produção	Certificação de que o produtor adota práticas empregadas na produção de alimentos considerando as normas orgânicas.	Gonçalves, Hannas, 2018
Manejo Integrado de Pragas (MIP)	Práticas de controle de pragas que podem aparecer isoladas ou associadas, em uma estratégia de manejo que visa a melhor relação custo/ benefício, levando em conta interesse e impacto nos produtores, sociedade e ambiente.	Kogan, 1998
Cultivo mínimo	Sistema que utiliza pouca movimentação do solo, sendo associado ao plantio direto, onde o plantio é feito sobre os restos da lavoura anterior sem revolvimento do solo.	CASÃO <i>et al.</i> , 2012

Fonte: Elaboração própria.

O conceito de entomologia aplicada teve como marco, no final da década de 50, o trabalho realizado por professores da Universidade da Califórnia sobre o conceito de controle integrado de pragas. Esse conceito inicialmente recebeu a denominação de Controle Integrado, posteriormente evoluindo para “Manejo Integrado de Pragas” (MIP). O MIP pode ser definido como um “sistema de decisão para uso de práticas de controle, isoladamente ou associada harmoniosamente, numa estratégia de manejo baseada em análises de custo/benefício que levam em conta interesse e/ou impacto nos produtores, sociedade e ambiente” (KOGAN, p. 249, 1998).

As etapas principais para a implementação do MIP são:

- 1) Identificação e bionomia das pragas-chaves;
- 2) Avaliação dos inimigos naturais (mortalidade natural do agroecossistema) e das possibilidades de produção de inimigos naturais e patógenos para liberação. Inimigos naturais são insetos classificados como predadores, que se alimentam de outros insetos considerados pragas, ou parasitoides que parasitam tais insetos causando a sua morte (SILVA, 2013);
- 3) Estudos dos fatores climáticos que afetam as pragas e seus inimigos;

4) Determinação do nível de dano econômico (NDE) e de controle que é a densidade populacional da praga que causa prejuízos à cultura de forma iguais ao custo de adoção de medidas de controle” (MARSARO JUNIOR *et al.*, 2017, p. 8)

5) Amostragem populacional (avaliação);

6) Avaliação dos métodos mais adequados para serem implementados (STEIN, 2014).

Kogan (1998) propõe a seguinte ordem de preferência de táticas para o controle de pragas:

- ✓ *“Uso de cultivares resistentes”;*
- ✓ *“Controle biológico (clássico e aumentativo)”*
- ✓ *“Controle cultural”;*
- ✓ *“Defensivos biorracionais, seletivos e de largo espectro”.*

É indiscutível que houve um grande avanço no Brasil, nos últimos anos, com o emprego de técnicas preconizadas pelo MIP, acarretando na redução do uso de inseticidas, porém com a ressalva de que o uso de inseticida ainda se faz necessário para muitas culturas (STEIN, 2014). A utilização de critérios técnicos de forma inadequada ou mesmo a sua não utilização, dos conceitos básicos do MIP, pode promover consequências significativas e adversas como por exemplo: a contaminação do meio ambiente pela utilização de maneira inadequada e excessiva de inseticidas; a eliminação de insetos benéficos que apresentam-se como inimigos naturais das pragas, além da eliminação de agentes polinizadores; a pressão sobre a seleção de pragas, podendo originar populações de insetos resistentes aos princípios ativos dos inseticidas que já vem sendo utilizados; e também a elevação dos custos de produção e até mesmo a contaminação de alimentos.

O controle biológico de insetos é a redução de populações de insetos baseada na dinâmica da natureza, na qual vários microrganismos (bactérias, fungos, vírus, etc.), aves, mamíferos, peixes e outros tipos de insetos, se utilizam de insetos como alimento. Isto se traduz numa rede alimentar, em que um indivíduo é o alimento para que o outro sobreviva, ocorrendo a redução desse alimento, que é a população da presa ou do hospedeiro. O fato de um indivíduo se alimentar de outro, leva a uma redução ou equilíbrio da população natural, tornando-se o inimigo natural deste. Nos sistemas de produção agrícola, onde o ambiente sofre alteração causada pelo homem, ocorre o desequilíbrio entre as populações que ocorrem na natureza (LAUX *et al.*, 2013).

De forma prática, pode-se entender que uma planta ou uma variedade encontra-se resistente quando, em condições de igualdade, sofre um menor dano em relação às outras plantas, promovendo um menor prejuízo econômico. Destaca-se que a resistência é uma característica genética (STEIN, 2014). Existem três tipos de resistência:

- ✓ “*Antixenose* (ou não-preferência): é verificada quando uma planta ou variedade é menos utilizada pelo inseto que outra para alimentação, oviposição ou abrigo, estando nas mesmas condições, sendo que o efeito é manifestado no comportamento do inseto”.
- ✓ “*Antibiose*: caracteriza-se pelo efeito adverso da planta sobre o inseto, provocando principalmente alterações no seu desenvolvimento. Os principais são: mortalidade das formas jovens, mortalidade na transformação para adultos, redução do tamanho e peso dos indivíduos, redução da fecundidade, alteração da proporção sexual e alteração no tempo de vida”.
- ✓ “*Tolerância*: refere-se à capacidade de suportar o ataque do inseto através da regeneração dos tecidos destruídos, emissão de novos ramos ou perfilhos ou por outro meio, desde que não ocasione perda na qualidade e quantidade da produção”.

No sistema de plantio direto, após a colheita, os resíduos culturais são deixados sobre o solo e o plantio subsequente é feito sobre estes resíduos ou palhada. Embora benéfico ao solo, o não revolvimento implica na decomposição lenta e na criação de condições favoráveis à multiplicação de fungos que atacam a cultura. Estes apresentam uma fase saprofítica durante a qual encontram abrigo e nutrição na palhada. Entretanto, alguns fungos não sobrevivem na palhada e não atacam o próximo cultivo (REIS; CASA, 2007).

Geralmente, as culturas de inverno que visam à colheita de grãos economicamente viáveis, necessitam de uma redução de perdas provocadas por doenças e também nos de custos na aplicação de fungicidas. A resistência genética das cultivares e a sanidade de sementes associadas à rotação de culturas pode ser uma das principais medidas de controle adotadas, especialmente em sistema de sob o plantio direto (SANTOS; FONTANELI; SPERA, 2019), onde se destaca o nível de dano econômico.

2.2. Caminhos para a sustentabilidade na agricultura

2.2.1. Evolução do conceito de desenvolvimento sustentável

De acordo com Hsu *et al.* (2013) entre as preocupações que afligem as sociedades modernas, as organizações empresariais, os governos e outros atores sociais, destacam-se as questões relacionadas a sustentabilidade e ao meio ambiente. Salientando ainda que, a gestão das cadeias de suprimentos verdes está evoluindo para uma importante abordagem relacionada às organizações econômicas em sociedades emergentes, visando gerenciar as responsabilidades ambientais.

No entanto, mesmo com sua destacada importância para minimizar a degradação ambiental e também promover o incremento de benefícios econômicos, a avaliação dos fatores que influenciam as iniciativas da cadeia de abastecimento verde em economias emergentes apresenta-se ainda como uma área pouco pesquisada. A noção de incrementar padrões de desenvolvimento que têm como objetivo satisfazer a geração atual, sem impactar as necessidades das futuras gerações, praticamente, baseia-se no conceito proposto no Relatório Brundtland, em 1987, o qual define o desenvolvimento sustentável (DS) como desenvolvimento que satisfaz tanto as necessidades do presente como das gerações futuras, de acordo com a Comissão das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD1991, p. 46).

Neste sentido, Dovers e Handmer (1992, *apud* SILVA, 2017) apontam a sustentabilidade como a capacidade dos sistemas humanos, sejam naturais ou mistos em resistir ou se adaptar às mudanças num determinado período de tempo. Destacam também que a resiliência, sob vários aspectos, pode se apresentar também como sinônimo de sustentabilidade.

A compreensão do fenômeno do esgotamento de padrões visando o desenvolvimento implementados desde o século passado é notório, assim como o pensamento social da necessidade de recorrer a novas opções de progresso, o que fez surgir um modelo de desenvolvimento, conhecido como desenvolvimento sustentável (DS), que vem se consolidando desde 1972, por ocasião da I Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Conferência de Estocolmo. Tal fato prende-se ao desenvolvimento de uma consciência quanto à limitação dos

recursos naturais, e, que o futuro do desenvolvimento fica restrito às vulnerabilidades do meio ambiente (SILVA, 2017).

A Conferência de Estocolmo simbolizou uma grande mudança no sentido de se reavaliar a questão do impacto causado pelo desenvolvimento ao meio ambiente. A ambiguidade entre o meio ambiente e o desenvolvimento até então vistos como contraditórios, levavam a crer que a existência de um anulava o outro. Atualmente, com o desenvolvimento das discussões, destaca-se que ambos não são opostos, mas devem caminhar juntos (BARRETO, 2007).

Assim sendo, no quadro 3 apresenta-se um breve e um paralelo entre os marcos do desenvolvimento sustentável e os marcos do desenvolvimento sustentável na agricultura.

Quadro 3. Paralelismo entre os conceitos de desenvolvimento sustentável e desenvolvimento rural sustentável

Período	Marcos para o desenvolvimento sustentável	Marcos para o desenvolvimento rural sustentável	Fontes
1962	Livro Primavera silenciosa	Contaminação por pesticida Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT)	CARSON, 1962
1968	Clube de Roma e Sessão do Conselho Econômico e Social da ONU	Impacto ambiental de agrotóxicos e resíduos	DIAS, 2015
1970	Fundação da Agência de Proteção Ambiental Americana	Proibição uso DDT	EPA, 1970
1972	Livros: Limites do crescimento; e Uma terra somente	Poluição e produção de alimentos	DIAS, 2015
1980	Documento: Estratégia mundial de conservação global	Utilização sustentável de recursos	DIAS, 2015
1987	Nosso Futuro Comum Comissão Brundtland	Desenvolvimento: social, ambiental e econômico	DIAS, 2015
1992	Rio-92 Comissão sobre desenvolvimento sustentável Agenda 21	Atividades sem danos ao meio ambiente Agricultura sustentável	CETESB, 2013
2000	Objetivos do desenvolvimento do milênio	Sustentabilidade ambiental	DIAS, 2015
2014	Objetivos do desenvolvimento sustentável	Agricultura sustentável	DIAS, 2015

Fonte: Adaptado de Dias, 2015

2.2.2 Conceitos de agricultura sustentável

Os impactos negativos gerados pelo intenso uso de implementos agrícolas, de insumos agrícolas (fertilizantes sintéticos, corretivos e sementes) e de produtos

agroquímicos (inseticidas, reguladores de crescimento etc.), têm estimulado a adoção de um manejo sustentável dos agroecossistemas, conforme observado por Matson, Reijntjes e outros (1997, 1998, *apud* AMARAL, 2003).

Na maioria dos agroecossistemas, a adoção da monocultura, com a redução da biodiversidade dos cultivos e com o uso de fertilizantes químicos e agroquímicos sintéticos, concorre para o aumento do desenvolvimento de insetos herbívoros (ALTIERI & LETOURNEAU, 1982).

A agricultura sustentável se baseia no gerenciamento racional dos recursos naturais, afastando-se a possibilidade da degradação ambiental, atendendo as necessidades da geração atual sem impactar nas das futuras gerações. Isto faz com que o sistema convencional de agricultura em relação ao uso de fontes não renováveis, principalmente de energia, seja revisto, alterando o aspecto dos padrões viáveis para o equilíbrio entre a produção de alimentos e os impactos ambientais. As mudanças levam à diminuição da ferramenta do uso de produtos químicos sintéticos com a adoção de uso mais amplo de processos biológicos nos sistemas agrícolas. A adoção do conceito de níveis de dano econômico, ou seja, utilizar-se produtos químicos quando a praga atingir um determinado nível de infestação, reduziria sobremaneira as quantidades utilizadas destes produtos. Gravena e outros (1998, *apud* GHINI; BETTIOL, 2000), adotando o manejo ecológico de pragas e doenças na cultura do tomate, constataram a possibilidade na redução de trinta e uma aplicações de inseticidas e fungicidas, no manejo convencional, para dez e uma aplicações, no controle de pragas como tripes, pulgão, mosca branca, traça, broca pequena, requeima, pinta preta e vira-cabeça, sem, contudo, diminuir a produtividade da lavoura.

No Brasil, as instituições públicas que não adotarem o desafio do desenvolvimento agrícola sustentável a partir de uma visão interativa e agroecológica que beneficie a versatilidade da agricultura, a produção local e familiar, a biodiversidade e a manutenção de recursos da natureza, permanecerão na inercia conservadora, perdendo a chance de se tornarem instituições dinâmicas em incrementar a nova realidade. Porém, toda mudança organizacional advém da mudança interna das pessoas e da vontade política da autoridade intelectual que facilitam as alterações necessárias. O inegável processo renovador da agricultura no Brasil trouxe impactos ambientais e mudanças sociais em proporções muito amplas que refletem na análise crítica do modelo de crescimento adotado no setor agrícola e

estudos voltados para novas alternativas que despontam, como exemplo, a agricultura orgânica (THEODORO, 2006).

A prática agrícola sustentável favoreceria as três colunas da sustentabilidade: ambiental, social e econômico. Assim sendo, a utilização de práticas sustentáveis tornaria viável a conservação dos recursos naturais e da produção agrícola por longo período de tempo, com uma menor geração que geraria menos impactos indesejáveis ao ambiente, otimizando a produtividade com pequena adoção de insumos agrícolas (BARRETO, 2007).

As propostas de alteração dos modelos adotados pelo padrão de renovação da agricultura, como também do padrão atual de crescimento, se fazem necessárias, visto que os efeitos adversos e indesejáveis desses modelos se tornaram cada vez mais evidentes. O aquecimento global, a redução da biodiversidade, a poluição dos corpos hídricos e do solo, e a distribuição desigual da renda resultam da consequência do desenvolvimento que impactam a sociedade e o meio ambiente (BARRETO, 2007).

No contexto desta discussão, criou-se termos como “ecodesenvolvimento” e “desenvolvimento sustentável”, sendo que a variação agrícola se tornou “agricultura sustentável”, que passaram a ser utilizados amplamente em âmbito mundial”. O termo “ecodesenvolvimento” surgiu como uma busca da conciliação entre um desenvolvimento atento aos limites ambientais, sendo o crescimento econômico necessário, mas não podendo ser encarado como suficiente para resolver eliminação da fome, miséria e desigualdades sociais (ROMEIRO, 1999).

A expressão “desenvolvimento sustentável” surgiu na década de 1980, passando a ganhar maior notoriedade a partir de 1987, com o lançamento da publicação “Nosso futuro comum”, também conhecida como Relatório Brundtland. A partir dessa publicação, se tornou conhecido o termo: “Desenvolvimento sustentável” sendo este “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades” (CNUMAD, 1991, p. 46).

De acordo com a publicação da Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista (ANAP), intitulado “Tecnologias em Agricultura Sustentável” (PUTTI, 2017), diversos projetos estão em desenvolvimento visando a sustentabilidade na agricultura, em diversas áreas tais como:

- “Qualidade física do solo degradado em recuperação”;
- “Integração da lavoura e pecuária como alternativa de produção sustentável”;

- “Manejo sustentável de recursos hídricos”;
- “Aquaponia: sistema de inovação no cultivo intermitente de plantas e peixes”;
- “Aproveitamento de águas de qualidade inferior na agricultura”;
- “Manejo de plantas daninhas”;
- “Bactérias diazotróficas e seu potencial em promover o crescimento vegetal”;
- “Possibilidades e métodos de utilização no uso de drones na agricultura”;
- “Metodologia de classificação supervisionada em imagens de satélite para análise de alvos agrícolas”;
- “Espacialização dos elementos climáticos para caracterização agrícola utilizando as geotecnologias”;
- “Inventário de gases de efeito estufa na agricultura”;
- “Sustentabilidade no controle de fitonematoides”;
- “Sustentabilidade na aquicultura”.

2.3 Práticas sustentáveis para as culturas de café e citros

O café orgânico recebe um ágio pela forma sustentável de produção, entretanto, ele é insuficiente visto o maior custo com certificações e inspeções. “A renda líquida de fazendas de café orgânico é de 25% a 50% menor do que em fazendas convencionais, entretanto, são muito lucrativas quando os preços do café estão altos” (THEODORO, 2006, p. 14).

Um estudo comparativo entre a agricultura orgânica, biodinâmica e convencional conduzido por vinte anos (1978 a 1998), demonstrou que apesar da produtividade dos sistemas orgânicos serem até 20% menor, o consumo de energia por hectare no sistema de agricultura convencional é 50% maior, visto ser dependente de fertilizantes e pesticidas. Observou-se ainda que, a fertilidade do solo é conservada nos sistemas de agricultura biodinâmica e orgânica, com alta biodiversidade da fauna do solo e maior atividade microbiana. Como conclusão apesar da produtividade na agricultura orgânica ser menor que na agricultura convencional, ele é mais eficiente causando menos impacto ao meio ambiente (MADER et al., 2002). Mesmo que o agricultor não obtenha ágio na venda do café orgânico, somente pelo fato de utilizar menos insumos sintéticos já teve um ganho em minimizar seus custos de produção.

De forma geral, o ágio pago pelo mercado de produtos obtidos com a agricultura orgânica, varia de 20% a 70% (média de 33%), entretanto, observa-se que os

“empresários capitalistas” obtém ágio superior a 40%, sendo que os produzidos no sistema de agricultura familiar estão entre 20% e 40%. Isso traduz o nível de dificuldade encontrado pela produção familiar de café orgânico para conseguir vender sua produção nesse mercado que passa a ser altamente seletivo (ASSIS & ROMEIRO, 2004).

É um conceito equivocado de que o princípio de uma agricultura genuinamente ecológica é simplesmente pela exclusão do uso de agrotóxicos e da adubação mineral. A agricultura ecológica e orgânica percorre uma jornada que visa o aumento da produtividade do sistema “solo-planta-animal”, por meio de uma vasta avaliação e entendimento das relações intrínsecas ao mesmo. Diferente da agricultura convencional, que adota a adubação como retorno de nutrientes às plantas, a agricultura orgânica entende ser necessário o fortalecimento natural do sistema solo-planta, respeitando as leis da fertilidade, contemplada pela lei da restituição, lei do máximo e do mínimo e lei dos rendimentos não proporcionais (SCHELLER, 2003).

A adoção de microorganismos como fungo no controle de pragas é uma das bases do MIP. Já existe junto ao MAPA, produto aprovado para o controle de da broca-do-café e do Psilídeo-dos-citros à base do fungo *Beauveria bassiana* (MAPA, 2021d).

As alterações adotadas no cultivo da cultura do café, sobremaneira influenciaram no aumento da infestação da praga, como maior espaçamento de plantio, proporcionando aeração facilitando a mecanização para aplicação de produtos no controle da doença ferrugem. A adoção também do excessivo uso de agroquímicos, trouxe um desequilíbrio populacional dos inimigos naturais da praga, causando aumento na população da praga, favorecendo sobremaneira sua proliferação (PARRA, 1975 apud CONCEIÇÃO, 2005). A Figura 1 apresenta a curva de flutuação da população do Bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville e Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) durante o ano.

Figura 1. Curva de flutuação populacional do bicho-mineiro durante o ano nas regiões de clima favorável à praga, com ocorrência dos picos populacionais (Alto Paranaíba, Triângulo Mineiro, Jequitinhonha e outras)

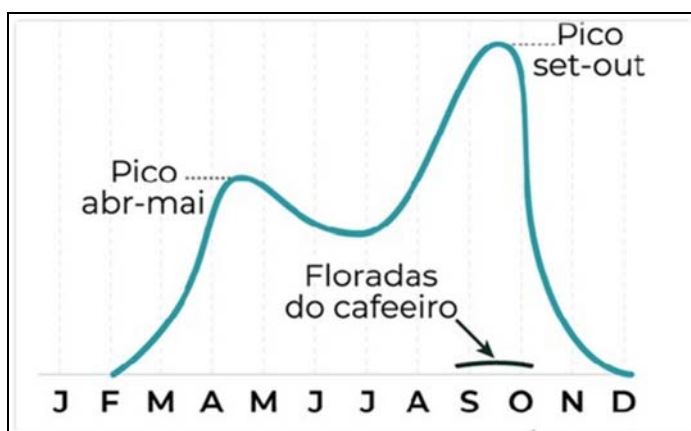


Figura 2. Foto da broca-do-café e danos causados aos grãos (fonte: Google- foto gratuita)



Figura 3. Foto do bicho-mineiro do café e dano foliar (Fonte: Google- foto gratuita)



Na Figura 2 pode se ver a ilustração da broca-do-café e os danos causados aos grãos e na Figura 3 a ilustração do bicho-mineiro do café e os danos causados.

Em relação à citricultura, o Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS, 2019) apresenta que, a citricultura sustentável tem como objetivo buscar a produção

sustentável de alimentos, respeitando a proteção do meio ambiente, minimizando o uso de água e adotando-se a utilização de insumos agrícolas de forma racional.

O controle biológico com o uso de inimigos naturais tais como predadores, parasitóides ou patógenos, conforme apresentado no Quadro 4, é uma das ferramentas que sustentam a estratégia do programa MIP. Como medida de controle, pode ser integrado a outros métodos de controle como os culturais, físicos, de resistência de plantas, métodos comportamentais com o uso de feromônios e químicos (YAMAMOTO, 2008).

Quadro 4. Pragas e inimigos naturais do citros.

Pragas	Inimigos naturais
Ácaro da ferrugem	Ácaros predadores (fitoseídeos); Fungo benéfico (<i>Hirsutella</i>)
Ácaro da leprose	Ácaros predadores (fitoseídeos e stigmatóides)
Minadora dos citros	Parasitóide da ordem Hymenoptera principalmente da família Eulophidae
Bicho-furão	Hymenochaonia
Mosca-das-frutas	Formigas, estafilinídeos, aranhas e parasitóides (larva no solo para empupar)
Parlatória e Pardinha	Joaninhas; Bicho lixeiro; Parasitóides
Orthezia	Fungo benéfico (<i>Aschersonia</i> sp.)
Psilídeo	vespa <i>Tamarixia radiata</i>

Fonte: PARRA, 2002; GRAVENA, 2004; YAMAMOTO, 2008

A doença chamada “*greening*” é ataca a cultura dos citros no mundo todo. Ela é causada por uma bactéria, que é transmitida por um inseto vetor conhecido como psilídeo-dos-citros, que leva à redução da produtividade. As empresas citrícolas, como a Citrosuco, praticam o controle biológico, o que viabiliza a redução na aplicação de agrotóxicos. O controle se faz identificando-se e erradicando-se plantas contaminadas, e por criação em laboratórios e liberação nos pomares da vespa *Tamarixia radiata*, que é inimiga natural do psilídeo-dos-citros (CITROSUCO, 2020).

O Psilídeo-do-citros, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) via de regra visita as plantas da família Rutaceae, que compreende aproximadamente 20 espécies que funcionam como plantas hospedeiras, sendo que em algumas, embora haja oviposição, não há desenvolvimento ninfal. Além dos citros, o inseto pode ser encontrado na espécie murta-de-cheiro (*Murraya paniculata*), normalmente com efeito paisagístico na arborização de cidades (NAVA et al., 2012). De maneira geral, os seus

indivíduos adultos medem cerca de 2 mm de comprimento, de cor marrom-claro com manchas escuras. Quando jovens, são achatados e com pernas curtas. No instar de ninfa possuem tecas alares, geralmente largas no lado do tórax, aumentando a largura do corpo. Na fase adulta, visitam vários ramos de uma planta ou de várias plantas, visto que as fases jovens quase não se movimentam, conforme mostram as Figuras 4 e 5 (GALLO et al., 2002; PARRA et al., 2010).

Figura 4. Adulto psilídeo-dos-citros se alimentando de broto de citros



(Fonte: EMBRAPA, 2012)

Figura 5. Diferentes fases do psilídeo-dos-citros na folha de citros



(Fonte: Google- foto gratuita)

A pulverização sistemática de inseticidas para o controle de *Diuraphis citri* tem ameaçado o manejo integrado de pragas em citros, tornando-se necessário desenvolver medidas alternativas para o manejo deste inseto. A aplicação de um filme de partículas à base de caulim sobre as plantas pode substituir inseticidas no controle de pragas, por afetar a orientação à planta hospedeira e sua aceitação pelo inseto. (TURATI, 2008, p. 8).

2.4 Estudos de eficácia para fins de pesquisa e desenvolvimento

A avaliação da eficácia de um produto tem como objetivo principal confirmar os benefícios provenientes de seu uso a partir de uma dose efetiva mínima recomendada, apontando para as condições de uso que promovam a proteção das lavouras. Essas avaliações ou testes podem ser conduzidas em campo, em laboratórios ou em casa de vegetação, de modo a garantir ao usuário que os benefícios propostos pela adoção das recomendações no rótulo do produto, apresentem-se apoiadas por dados de estudos que refletem o desempenho real do produto (FAO, 2006).

A eficácia de um produto pode ser definida como o resultado que equilibra os efeitos positivos do tratamento na realização da atividade de proteção à cultura desejada contra quaisquer efeitos negativos na própria colheita ou no sistema de produção em um sentido mais amplo. Os efeitos positivos do produto podem ser expressos em termos de redução do ataque de uma praga, doença ou da população de plantas daninhas que ocorre em uma lavoura, com a redução de danos à cultura, e aumento da produtividade da cultura, com melhoria da qualidade da colheita, e proteção de grãos ou frutos em armazéns. Os efeitos negativos de um produto em uma cultura ou sistema de produção podem incluir fitotoxicidade ou injúria para as culturas alvo ou adjacentes, redução do rendimento, efeitos negativos nas culturas subsequentes, efeitos adversos nos polinizadores ou inimigos naturais de pragas da cultura, um aumento no risco de desenvolvimento de resistência, ou outros efeitos que podem reduzir a sustentabilidade do sistema de produção (FAO, 2006).

A avaliação dos efeitos positivos e negativos de um produto é feita com base na análise de experimentos ou ensaios, que são um trabalho previamente planejado, que segue determinados princípios básicos e no qual se faz a comparação dos efeitos dos tratamentos. Em uma pesquisa o procedimento geral é de formular hipóteses e verificá-las. O uso de análise estatística para testar as hipóteses formuladas se faz necessário devido aos efeitos de fatores não controlados que causam variação, tais como: pequenas diferenças de fertilidade do solo, nível de infestação desuniforme da praga, variação na constituição genética da planta, pequenas variações na dose do produto aplicado, etc. (BANZATTO, 1989).

O setor da mineração, pela natureza de sua atividade, apresenta fortes impactos negativos ao meio ambiente, havendo a necessidade de implantar uma gestão diferenciada, ou seja, uma gestão sustentável com a preocupação efetiva de sustentabilidade para a região (ANDRADE, AZEVEDO, 2015).

A mineração, ou extração de minerais da natureza, pode parecer atividade não sustentável, entretanto, apesar da exploração em um local possa ter impactos ambientais, poderá solucionar o problema através da adoção de procedimentos com base na sustentabilidade (FERREIRA et al, 2010).

A aplicação de produtos minerais, como o caulim, em cultivos tem demonstrado efeito de repelência e controle de insetos com redução da infestação, demonstrando ser uma opção na redução do uso de produtos químicos sintéticos, na busca de prática mais sustentável na agricultura (GLENN & PUTERKA 2005). O caulim aplicado em macieira na forma de película sobre a planta, repeliu a mosca-das-frutas (*Rhagoletis pomonella*), reduzindo ataque às frutas e levando os insetos à morte (LESKEY; WRIGHT; GLENN; PUTERKA, 2010). Aplicações de caulim foram eficazes contra a mosca *Drosophila suzukii* na cultura da uva, sem riscos ao meio ambiente, à qualidade do vinho e à saúde humana (LINDER, et ali 2020). Os resultados mostraram que o caulim tem potencial como repelente para reduzir o ataque de broca-do-café se usado de forma adequada e frequente, podendo ser usado como componente de um programa integrado de controle (KAWABATA, et ali, 2015). A aplicação de caulim reduziu a taxa de oviposição e a escolha alimentar da tripes da cebola, sendo que os resultados indicam o potencial do filme de partículas de caulim no programa de manejo integrado de pragas (LARENTZAKI, SHELTON, PLATE, 2008)

De acordo com os preconizados para sistemas de manejo sustentáveis, preconizados pela Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Meio Ambiente (EMBRAPA, 2021), a adoção do caulim no manejo de pragas nas culturas de maneira geral, vai ao encontro de tais princípios, pois apresenta:

- Uso em agricultura orgânica (ex. Europa, Estados Unidos, etc);
- Uso sustentável dos recursos naturais, com extração sustentável de matéria prima;
- Uso racional de insumos, manejo de pragas e produção integrada;
- Uso na produção de alimentos seguros sem resíduos químicos e contaminantes;

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa e abordagem metodológica

A presente pesquisa segue a classificação dada a partir da estrutura da Figura 6.

Figura 6. Desenho metodológico da pesquisa



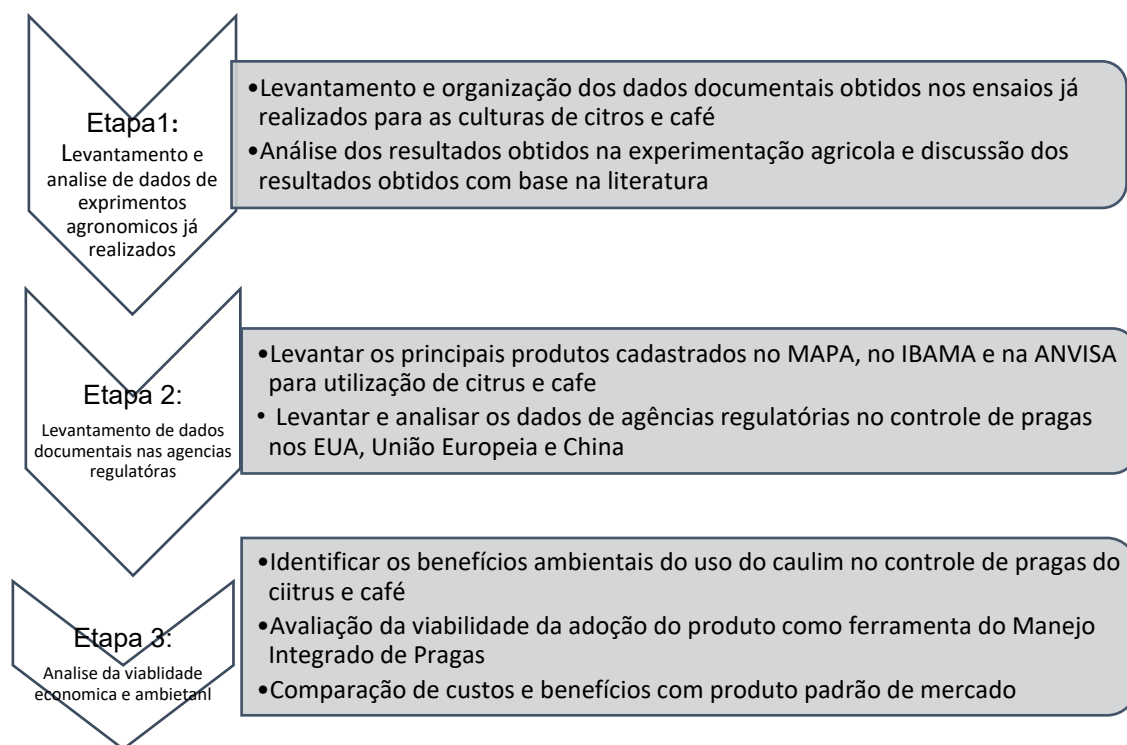
Em relação a abordagem, trata-se de uma pesquisa **quali-quantitativa**, pois avalia comparativamente os resultados coletados em estudos realizados em campo, além de comparar e discutir os resultados com fontes biográficas e agências regulatórias nacionais e internacionais.

Em relação aos objetivos é **exploratória**, pois visa identificar e confirmar pela avaliação e comparação dos dados coletados nas mesmas pragas e culturas, café e citros, mas em diferentes regiões.

O método adotado trata-se de um **estudo de caso** (GIL, 2008, p. 27) pois é específico quanto à viabilidade da adoção de produto à base de caulim como ferramenta ao Manejo Integrado de Pragas sendo a coleta de dados feita por uma **análise documental** em relatórios de estudos gerados para demonstrar de forma científica, a viabilidade do produto quando comparado com produtos já utilizados.

A Figura 7 apresenta as etapas e *outlines* da pesquisa, distribuídos da seguinte forma:

FIGURA 7. OUTLINE DA PESQUISA



Etapa 1: análise dos resultados de ensaios anteriormente realizados para avaliar os efeitos do caulim no combate às pragas selecionadas numa comparação com os produtos mais usados pelos agricultores, visando avaliar a eficácia do caulim no combate às pragas;

Etapa 2: Análise da toxicidade dos produtos usados e autorizados no Brasil para avaliar os ganhos ambientais resultantes do uso do caulim no controle de pragas através de pesquisa documental e levantamento do consumo de agrotóxicos no Brasil usados na citricultura e cafeicultura;

Etapa 3 – discussão da viabilidade ambiental dos resultados obtidos.

3.2. Levantamento e análise de dados documentais obtidos em ensaios agrônômicos

O presente trabalho pretendeu analisar e discutir o efeito de produto à base de caulim na redução da incidência de pragas de café e citros. Esta pesquisa foi baseada na avaliação dos resultados de estudos de campo já realizados por empresas de pesquisa e experimentação agrícola e conduzidos nas culturas de citros e de café, em diferentes regiões entre os anos de 2018 e 2020.

Os experimentos de campo foram conduzidos, conforme Quadro 5, por empresas credenciadas junto ao MAPA (BRASIL, 2021d) para realização de pesquisas com produtos que têm o objetivo fitossanitário, ou seja, de proteger as lavouras de pragas, doenças, plantas daninhas etc. (BRASIL, 2011). A autorização para a análise e discussão dos dados encontra-se em Anexo 1.

A empresa PB Brasil Industria e Comércio de Gelatina Ltda., detentora no Brasil da tecnologia de produção do Surround (TKI-15BR ou caulim), contratou e patrocinou a condução dos estudos de campo utilizados parcialmente nesse trabalho, com o objetivo de atender o exigido pelo MAPA para registro de produtos fitossanitários, autorizando assim, a utilização destes relatórios para fins de desenvolver este trabalho.

Foram analisados resultados de doze estudos de campo realizados de fevereiro de 2018 a junho de 2020, em lavouras comerciais de café e citros em áreas representativas de cultivo, nos estados de Goiás, Minas Gerais, Paraná e São Paulo, conforme descrito no Quadro 5.

Quadro 5. Descrição da cultura, praga alvo, código de campo e localidade de implantação dos ensaios:

Ensaio	Cultura	Alvo	Código do Campo	Local	Período
1	Café	Bicho-mineiro (<i>Leucoptera coffeella</i>)	013-MG-2018-E	Lavras/MG	Jul – Nov/18
2			010-MG-071-2018-E	Lavras/MG	Set/18 – Jan/19
3			2569 004 19 N	Iracemápolis/SP	Jul – Nov/19
4		Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>)	003-MG-2018-E	Lavras/MG	Fev – Jun/18
5			002-MG-2019-E	Lavras/ MG	Jan – Jun/19
6			010-MG-082-2019-E	Lavras/ MG	Nov/19 – Jun/20
7	Citros	Citros Psilídeo-dos-Citros (<i>Diaphorina citri</i>)	064-SP-2017-E	Bebedouro/SP	Abr – Mai/18
8			065-SP-2017-E	Bebedouro/SP	Abr – Mai/18
9			076-SP-2017-E	Bebedouro/SP	Abr – Mai/18
10			2569 001 19 N	Iracemapólis/SP	Jul – Out/19
11			2569 002 19 N	Santa Mariana/PR	Ago – Out/19
12			2569 003 19 N	Anápolis/GO	Jul – Out/19

Fonte: Elaboração própria com base nos estudos de campo concedidos pela empresa PB Brasil.

A solicitação de registro ou licença do produto à base de caulim foi protocolada junto ao MAPA, ANVISA e IBAMA, e a partir de sua avaliação e aprovação, a aplicação do produto poderá ser recomendada comercialmente. O MAPA exige três testes de campo em três locais diferentes numa mesma safra, ou no mesmo local em três safras diferentes (BRASIL, 2011a). Para produtos químicos sintéticos são exigidos testes de resíduo a campo para determinar se o produto é degradado pelo sol e chuva, e assim, se determinar período seguro entre a aplicação e a colheita de que não haverá resíduo remanescente ou que o nível não ofereça risco ao consumo (ANVISA, 2019). Entretanto, pelas características da substância teste objetivo deste estudo, os mesmos não são requeridos por ter sua origem na natureza e se degradar no ambiente.

Os protocolos adotados para a condução dos estudos basearam-se nos princípios experimentais agrônômicos, buscando-se eliminar todas as variáveis que concorram para conclusão da eficiência e praticabilidade do produto, a ser adotado como ferramenta no manejo de controle da influência das pragas na produção. Os estudos ou experimentos conduzidos na lavoura de café, foram conduzidos com desenho experimental composto de sete tratamentos e quatro repetições na forma de blocos aleatórios (Quadro 6).

Os tratamentos utilizados nos ensaios constaram de cinco doses do produto em avaliação, uma testemunha sem produto e um tratamento de produto padrão, ou seja, já aprovado e utilizado pelos agricultores para o controle de bicho-minero ou de broca-do-café. Cabe salientar das cinco doses do produto avaliado, a menor dose teoricamente é conhecida como dose que não apresenta efeito efetivo sobre a praga. As doses utilizadas foram: 1,5; 5,0; 10,0; 15,0; 25,0 Kg/ha.

No quadro 6 foram descritos os seis campos na cultura do café. Neste quadro, foram detalhados os parâmetros avaliados quanto aos danos ocasionados pelas pragas, produção e fitotoxicidade, que é definida pelo potencial injúria causada pelos tratamentos à cultura.

Quadro 6. Descrição dos experimentos realizados na cultura do Café

Campo	Parâmetro Avaliado	Delineamento Experimental	Doses do Produto (kg/Ha)	Volume água (L//Ha)
Bicho-mineiro				
1	Número de folhas minadas Número de folhas com minas intactas ou ativas	Blocos casualizados 7 tratamentos 4 repetições (parcelas)	1,5; 5,0; 10,0; 15,0; 25,0	400

	Número de lagartas vivas (50 folhas/parcela) Produção Fitotoxicidade	10 plantas/parcela		
2	Número de folhas minadas Número de folhas com minas intactas ou ativas Número de lagartas vivas (200 folhas/parcela) Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 7 tratamentos 4 repetições (parcelas) 10 plantas/parcela	1,5; 5,0; 10,0; 15,0; 25,0	400
3	Número de folhas minadas (50 folhas/parcela) Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 7 tratamentos 4 repetições (parcelas) 4 plantas/parcela	1,5; 5,0; 10,0; 15,0; 25,0	400
Broca-do-café				
4	Frutos broqueados Insetos (adultos, ovos, larvas e pupas) Galerias abandonadas (200 frutos/parcela) Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 7 tratamentos 4 repetições (parcelas) 8 plantas/parcela	1,5; 5,0; 10,0; 15,0; 25,0	600
5	Frutos broqueados Insetos (adultos, ovos e larvas) (200 frutos/parcela) Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 7 tratamentos 4 repetições (parcelas) 8 plantas/parcela	1,5; 5,0; 10,0; 15,0; 25,0	500
6	Frutos broqueados Insetos (adultos e larvas) (100 frutos/parcela) Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 7 tratamentos 4 repetições (parcelas) 10 plantas/parcela	1,5; 5,0; 10,0; 15,0; 25,0	500

Fonte: Elaboração própria com base nos estudos de campo concedidos pela empresa PB Brasil.

Os experimentos foram realizados com o delineamento de blocos casualizados (DBC), com sete tratamentos e quatro repetições. Para o controle do bicho-mineiro foram feitas duas aplicações e para a broca-do-café foram feitas três aplicações.

A testemunha foi utilizada como referência comparativa quanto ao nível de infestação e dano da praga, aos demais tratamentos. No Quadro 6 também foi incluída a quantidade de água utilizada por hectare, visto que os produtos necessitavam ser diluídos em água para serem aplicados à lavoura, que serviu como veículo para que atinjam as folhas e frutos da cultura, proporcionando uma maior cobertura das partes vegetativas e frutos, onde se alojam as pragas.

No Quadro 7 foram descritos os seis campos na cultura de citros, sendo detalhados os parâmetros avaliados quanto ao efeito do controle em dez insetos por planta, produção e fitotoxicidade. Foram feitas quatro aplicações com volume de água ou calda por hectare foi de 500 litros.

Quadro 07. Descrição dos experimentos realizados na cultura de citros

Campo	Parâmetro Avaliado	Delimitação Experimental	Doses do Produto (kg/Ha)	Volume água (L/Ha)
7	Controle 10 insetos adultos/planta Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 6 tratamentos 4 repetições (parcelas) 3 plantas/parcela	5,0; 10,0; 15,0; 25,0	500
8	Controle 10 insetos adultos/planta Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 6 tratamentos 4 repetições (parcelas) 3 plantas/parcela	5,0; 10,0; 15,0; 25,0	500
9	Controle 10 insetos adultos/planta Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 6 tratamentos 4 repetições (parcelas) 3 plantas/parcela	5,0; 10,0; 15,0; 25,0	500
10	Controle 10 insetos adultos/planta Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 6 tratamentos 4 repetições (parcelas) 3 plantas/parcela	5,0; 10,0; 15,0; 25,0	500
11	Controle 10 insetos adultos/planta Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 6 tratamentos 4 repetições (parcelas) 3 plantas/parcela	5,0; 10,0; 15,0; 25,0	500
12	Controle 10 insetos adultos/planta Produção Fitotoxicidade	Blocos casualizados 6 tratamentos 4 repetições (parcelas) 3 plantas/parcela	5,0; 10,0; 15,0; 25,0	500

Fonte: Elaboração própria com base nos estudos de campo concedidos pela empresa PB Brasil.

Observando-se tais protocolos, foram adotadas as práticas utilizadas pelo agricultor na aplicação de produtos quanto aos equipamentos de pulverização empregadas no dia-a-dia, tais como tipo de bico ou ponta de pulverização, pressão de trabalho do pulverizador, vazão (litros de água/hectare), padrão comparativo, etc. Como padrão comparativo, foram utilizados produtos já disponíveis no mercado e normalmente utilizados pelo agricultor, ou seja, produtos eficientes e de custo acessível tanto para a cultura do café como para a cultura de citros (Quadro 8).

Os produtos padrões comparativos foram produtos químicos sintéticos que embora avaliados e aprovados pelos órgãos federais competentes, apresentam algum grau de risco à saúde e ao meio ambiente. Inclusive alguns deles, como mencionado no quadro 08, podem ter restrição de uso em outros países.

Quadro 08. Produtos padrões comparativos – Café e citros

Marca Comercial	Ingrediente ativo	Concentração	Formulação	Grupo Químico	Modo de ação	Registro MAPA
Café						
Nomolt 150	Teflubenzurom	150 g/L	Suspensão concentrada	Benzoiluréia	Inibidor da síntese de quitina	1393
Altacor	Clorantraniliprole	350 g/kg	Granulado dispersível	Diamida	Moduladores dos receptores de Rianodina	8909
Benevia	Ciantraniliprole	100 g/L	Dispersão em óleo	Diamida	Moduladores dos receptores de Rianodina	13915
Sperto	Acetamiprido + Bifentrina	40 + 40 g/Kg	Granulado dispersível	Neonicotínóide + Piretróide	Moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina + Moduladores de canais de sódio	7312
Citros						
Provado	Imidacloprido	200 g/L	Suspensão concentrada	Neonicotínóide	Inibidor da síntese de quitina	06301

Fonte: Elaboração própria com base nos estudos de campo concedidos pela empresa PB Brasil.

Para cada experimento foram realizadas comparações entre os resultados obtidos nos ensaios e aqueles publicados na literatura com o auxílio do software Excel.

Os ensaios estatísticos já foram realizados sendo que os dados obtidos foram submetidos à análise estatística segundo análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% de significância para a comparação das médias.

3.3 Levantamento de dados documentais nas agências regulatórias

A análise e a discussão de possíveis ganhos ambientais promovidos pela utilização de caulim no controle de pragas de café e citrus, será realizada por meio de levantamentos de informações de toxicidade dos principais produtos utilizados nas culturas junto a agências reguladoras no Brasil e de alguns países, conforme apresentado no Quadro 9. O período de análise da base documental será dos últimos 10 anos.

Para esta análise, foram levantados os principais produtos convencionais e orgânicos cadastrados pelas agências regulatórias do Brasil: Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)

Quadro 09. Órgãos e Agências reguladoras selecionadas

No Brasil	
✓	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)
✓	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA)
✓	Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)
Agências reguladoras estrangeiras selecionadas	
✓	Agência de Proteção Ambiental Americana (<i>United States Environmental Protection Agency-USEPA</i>)
✓	Comissão da União Européia (<i>European Commission, European Union (EU)</i>)
✓	Instituto de Controle de Agroquímicos (<i>Institute of the Control of Agrochemicals (ICAMA)</i>)

3.4 Levantamento do perfil dos agrotóxicos utilizados como padrão nos campos de café e citros

O levantamento foi realizado a partir de dados obtidos junto ao IBAMA, órgão que avalia o perfil dos produtos quanto ao aspecto ambiental, emitindo uma Avaliação de Periculosidade Ambiental, que pode classificar o produto nas classes I, II, III ou IV, quanto à periculosidade ao meio ambiente. No Quadro 10 encontram-se o perfil dos produtos utilizados como padrão comparativo no presente estudo.

Quadro 10. Características dos produtos utilizados como padrão

Marca Comercial	Classe Ambiental (IBAMA) (*)	Categoria Toxicológica (ANVISA)	Efeito Adverso na praga	Efeito Organismos não alvo
Nomolt 150	II	Verde: não classificado	Aumento resistência	Nocivo a microcrustáceos
Altacor	II	Verde: não classificado	Aumento resistência	Nocivo a microcrustáceos
Benevia	III	Verde: não classificado	Aumento resistência	Nocivo a microcrustáceos
Sperto	I	Amarela: 3	Aumento resistência	Nocivo a: microcrustáceos, minhoca, peixes e abelhas
Provado 200 SC	III	Azul: 4	Aumento resistência	Nocivo a abelhas

(*) Classe Ambiental I = Altamente Perigoso, Classe II= Muito Perigoso, Classe III = Perigoso

Para análise da viabilidade ambiental do uso do caulim no controle do citros e do café serão analisadas:

- ✓ A descrição da toxicidade contida no rotulo dos produtos;

- ✓ Levantamento de dados disponibilizados pelas empresas;
- ✓ Informações levantadas junto as agências regulatórias referentes aos produtos descritos nos ensaios;

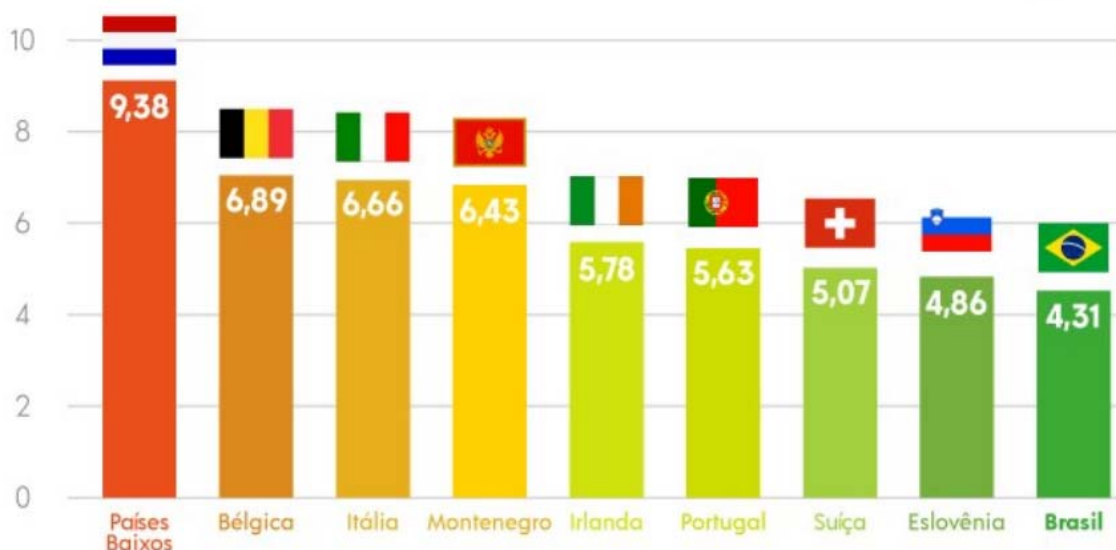
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Panorama sobre o uso de agrotóxicos para café e citros definido pelas agências nacionais e internacionais

Os Estados Unidos, a China e os membros da União Europeia (EU) são os mais importantes países no cenário mundial, sendo as maiores economias em termos de Produto Interno Bruto (Diário do Comércio e Indústria, 2021) e os maiores produtores e exportadores de agrotóxicos (CEFIC, 2021). Além da produção e exportação de produtos químicos, estes países se destacam e se encontram entre os cinco primeiros produtores e exportadores de alimentos, tais como açúcar, laranja, milho, trigo, carne, leite, etc. (SEAPA, 2021).

No Brasil, face às condições tropicais e edafoclimáticas favoráveis, em algumas regiões podem ocorrer de duas ou três safras agrícolas ao ano (cultivos de inverno e safrinha) de alguns produtos agrícolas, o que leva o País a um aumento no consumo de agrotóxicos. Frente a tais condições, se faz necessário o uso de produtos para o controle de pragas, de doenças e de plantas daninhas em safras de inverno e na safrinha, pois há ciclo de reprodução contínuo, enquanto que em regiões de clima temperado ocorre inibição de ataque às lavouras nos períodos de frio intenso (MAPA, 2019).

De acordo com levantamento feito pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) em 2016, o Brasil ocupa a 44ª posição no uso de agrotóxicos. O consumo no país foi de 4,3 quilos por hectare cultivado em 2016 (MAPA, 2019). Comparativamente aos países europeus que utilizam mais que o Brasil, estão: Holanda (9,4 kg/ha), Bélgica (6,9 kg/ha), Itália (6,7 kg/ha), Montenegro (6,4 kg/ha), Irlanda (5,8 kg/ha), Portugal (5,6 kg/ha), Suíça (5,1 kg/ha) e Eslovênia (4,9 kg/ha). Na figura 8 foram listados alguns países em comparação ao Brasil (Figura 8).

Figura 8. Ranking dos principais usuários de defensivos por hectare cultivado

Fonte: Adaptado de MAPA, 2021e

No Quadro 11 encontra-se a síntese das atribuições dos principais marcos reguladores de uso de agrotóxicos no Brasil e nos países consumidores.

Convenções internacionais, como a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (*Persistent Organic Pollutants, POPs*) e a Convenção de Rotterdam sobre Consentimento Prévio Informado (*Prior Inform Consent, PIC*), fornecem um meio para os países protegerem suas populações da exposição a pesticidas tóxicos. A implementação bem-sucedida dessas convenções requer informações sobre a incidência e as circunstâncias das exposições a pesticidas e sobre o impacto da exposição à saúde (WHO, 2020). O elevado crescimento da produção e comércio de produtos químicos trouxe preocupações sobre os riscos potenciais representados pelos produtos e pesticidas perigosos, sendo que, países sem infraestrutura adequada para monitorar a importação e uso desses produtos são os mais vulneráveis.

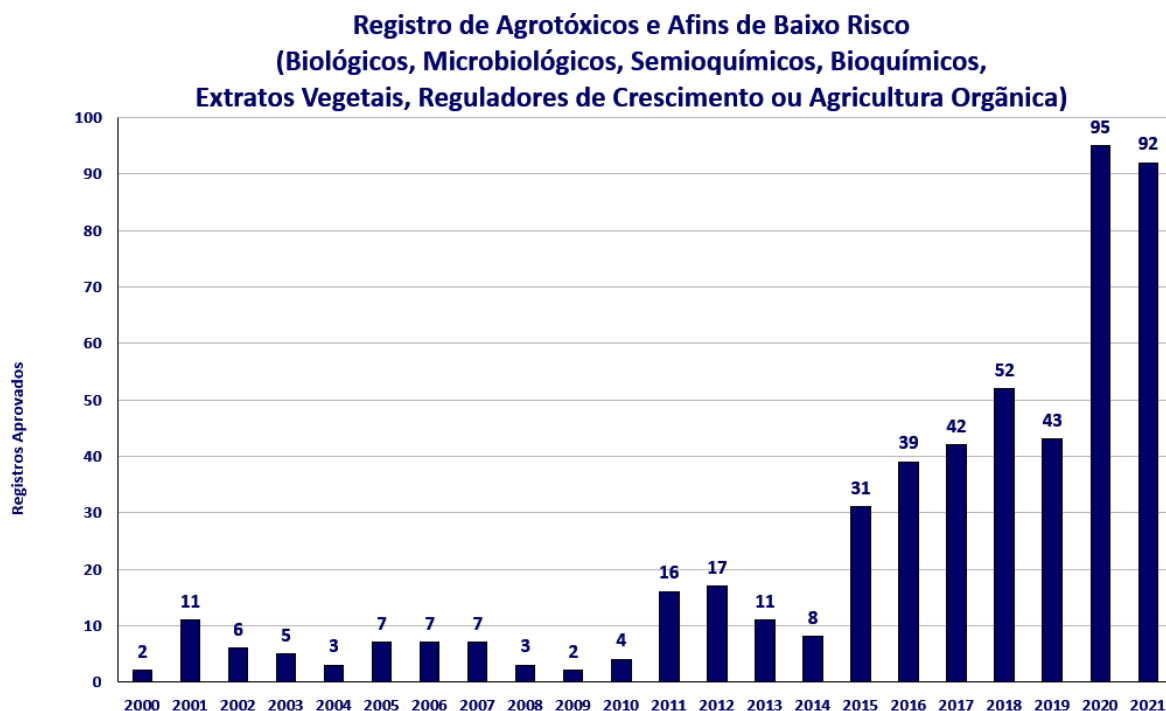
Quadro 11. Síntese das atribuições dos principais marcos regulatórios de uso de agrotóxicos no Brasil e nos países consumidores

Principais marcos regulatórios	Principais funções
Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (<i>Persistent Organic Pollutants, POPs</i>)	fornecer meios para os países protegerem suas populações da exposição a pesticidas tóxicos.
Convenção de Rotterdam sobre Consentimento Prévio Informado (<i>Prior Inform Consent, PIC</i>)	fornecer meios para os países protegerem suas populações da exposição a pesticidas tóxicos.

Código Internacional de Conduta sobre "Distribuição e Uso de Pesticidas" - FAO	estabelecer os princípios de gestão de produtos que são necessários para proteger a saúde humana e o meio ambiente e ao mesmo tempo obter a melhor produtividade agrícola
Diretrizes de Londres para o Intercâmbio de Informações sobre Produtos Químicos no Comércio Internacional em 1987 – PNUMA	controlar o transporte de produtos químicos perigosos, baseado no princípio do consentimento prévio do país importador e na responsabilidade compartilhada no comércio internacional desses produtos
Consentimento Prévio Informado voluntário (<i>Prior Informed Consent - PIC</i>)	obter e divulgar formalmente as decisões de país importador sobre se deseja receber remessas futuras dos produtos químicos listados pela convenção
No Brasil, a Lei 7.802/89, e o Decreto 4.074/02	definir características nocivas que um produto possa apresentar, que poderão levar à sua proibição
Decreto 4074/2002, atualizado pelos decretos 5981/2006 e 10833/2021	definir que o MAPA, a ANVISA e o IBAMA devem promover a reavaliação de agrotóxicos, quando surgirem indícios de riscos ao homem ou o meio ambiente, consoante a organizações internacionais das quais o Brasil seja membro
Instrução Normativa Conjunta nº 2/06,	estabelecer os procedimentos para reavaliação (agronômica, toxicológica ou ambiental) dos agrotóxicos

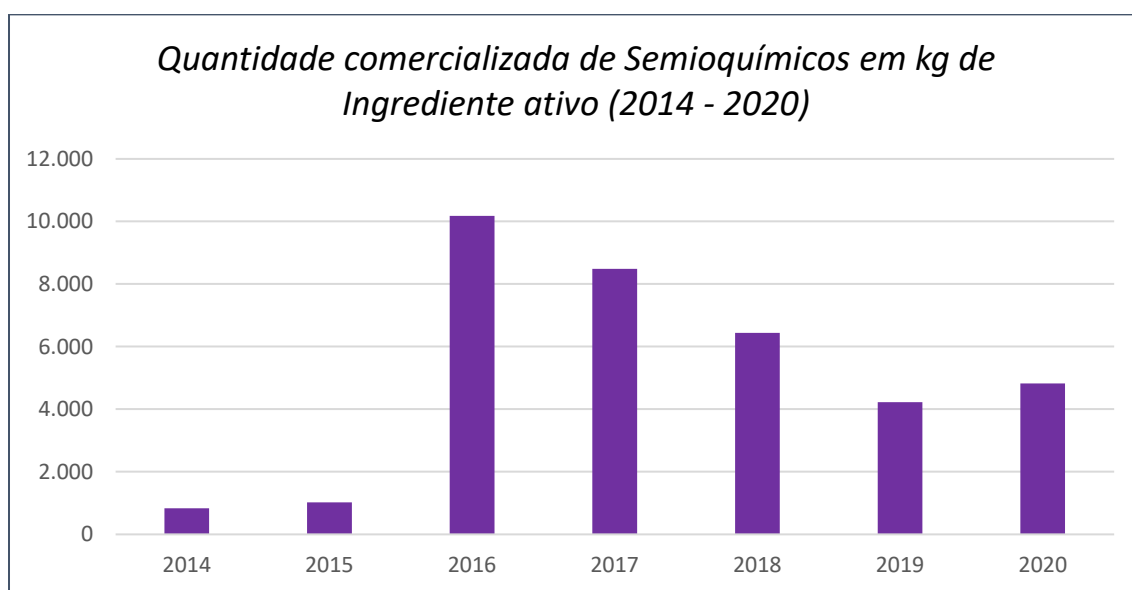
Fonte: Elaboração própria.

Em 2020, os agrotóxicos mais comercializados no Brasil foram os formulados a base dos seguintes ingredientes ativos: Glifosato; 2,4-D; Mancozebe; Atrazina; Acefato; Clorotalonil; Malationa; Enxofre; Imidacloprido e Clorpirifós. Apesar do elevado número de agrotóxicos aprovados, observa-se o aumento no número de produtos de baixo risco aprovados (semioquímicos ou feromônios, microbiológicos e agentes biológicos de controle), o que caracteriza uma tendência na procura e uso destes produtos na produção agrícola (MAPA, 2021), conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9. Registro de agrotóxicos de baixo risco no Brasil (2000-2021)

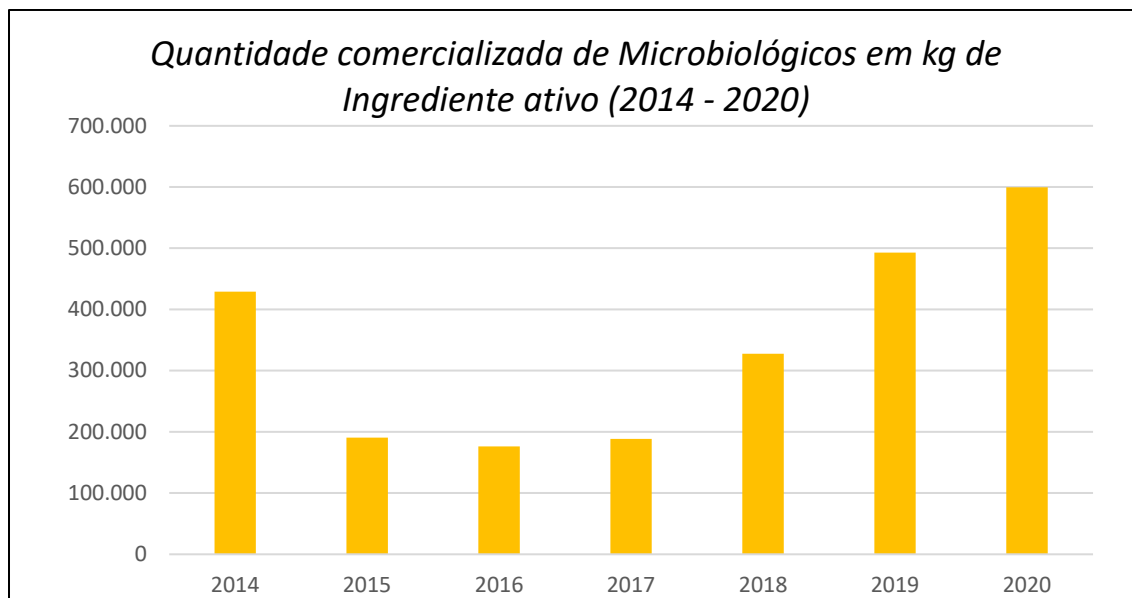
Fonte: Adaptado de MAPA, 2021.

As Figuras 10 e 11 apresentaram as quantidades comercializadas de Semioquímicos e produtos microbiológicos no Brasil no período de 2014 a 2019 (IBAMA, 2021b).

Figura 10. Quantidade comercializada de agrotóxicos com ingredientes ativos classificados como semioquímicos (Kg), Brasil, 2014-2020

Fonte: IBAMA, 2021b

Figura 11. Quantidade comercializada de agrotóxicos com ingredientes ativos classificados como microbiológicos (Kg), Brasil 2014-2020



Fonte: IBAMA, 2021b

A regulamentação do uso de agrotóxicos pode envolver agências de meio ambiente ou de saúde. Em países onde as agências de meio ambiente ou de saúde participam do sistema regulatório, há um maior controle e exigências mais rígidas de proteção à saúde humana e ao meio ambiente (BERG *et al*, 2020). No Quadro 12 há uma síntese das atribuições dos principais órgãos reguladores de uso de agrotóxicos no Brasil e nos países selecionados que apresentam importância no cenário mundial.

Quadro 12. Síntese das atribuições dos principais órgãos regulatórios de uso de agrotóxicos no Brasil e nos países consumidores

Países	Principais órgãos reguladores	Principais funções
Estados Unidos	Agência de Proteção Ambiental (<i>United States Environmental Protection Agency, USEPA</i>)	- Avaliar e aprovar do uso de agrotóxicos; - Reavaliar a aprovação dos mesmos que ocorre a cada 15 anos para determinar se este continua atendendo aos padrões atuais quanto à segurança ao homem e ao meio ambiente;
União Europeia	Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (<i>EFSA, European Food Safety Authority</i>)	- Revisar a avaliação e sua renovação feita pelos países membros na manutenção do uso dos agrotóxicos
China	Instituto de Controle de Agroquímicos do Ministério da Agricultura (<i>ICAMA</i>),	- Avaliar e autorizar a licença para produção e comercialização de agrotóxicos

Brasil	MAPA, a ANVISA e o IBAMA	- Avaliar e emitir licença para uso de agrotóxicos, e reavaliação deles quando surgirem indícios de riscos ao homem ou o meio ambiente, consoante a organizações internacionais das quais o Brasil seja membro
--------	--------------------------	--

Fonte: Elaboração própria.

Em relação aos Estados Unidos, a entidade americana que avalia e aprova o uso de agrotóxicos é a Agência de Proteção Ambiental (*United States Environmental Protection Agency, USEPA*). A reavaliação dos mesmos ocorre pelo menos a cada 15 anos para determinar se este produto continua atendendo aos padrões correntes quanto à segurança ao homem e ao meio ambiente, e assim, o resultado desta reavaliação poderá implicar na manutenção do mesmo no mercado, na manutenção com restrições ou até seu banimento. A *USEPA* foi gerada a partir da preocupação do governo sobre a proteção do meio ambiente na década de 1960.

A Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (*EFSA, European Food Safety Authority*) é também responsável pela revisão pelos países membros da União Europeia de avaliação da renovação e manutenção do uso dos agrotóxicos, assim como feito pela *USEPA* nos Estados Unidos. A *EFSA* é uma agência financiada pela União Europeia que opera independentemente das instituições legislativas e executivas europeias e dos Estados-Membros. Foi criada em 2002 na sequência de uma série de crises alimentares no final dos anos 90 para ser uma fonte de aconselhamento científico e comunicação sobre os riscos associados à cadeia alimentar. Estes são geralmente aprovados por um período de 10 anos, após o qual é possível que a empresa interessada solicite a renovação e manutenção. O pedido é submetido a um Estado Membro Relator (*RMS, Rapporteur Member State*), como são chamados os países membros, que fornece sua avaliação inicial em um relatório de avaliação de renovação. A *EFSA* realiza então, uma avaliação pelos pares do relatório em colaboração com os Estados-Membros, que pode levar desde a manutenção de sua comercialização até seu banimento (*EFSA, 2021*).

Na União Europeia (*UE, 2021*) muitos pesticidas são proibidos ou restringidos devido aos seus impactos negativos, conforme descrito no Regulamento (CE) n.º 1107/2009 e no Regulamento (CE) n.º 396/2005 (*Comissão Europeia, 2019*). No entanto, as empresas sediadas na *UE* exportam grandes quantidades de pesticidas proibidos para uso dentro do bloco para países em desenvolvimento, onde as

regulamentações sobre seu uso são menos rígidas. Os 20 principais destinos são Brasil, México, Indonésia, Malásia, Colômbia, Ucrânia, Peru, África do Sul, Federação Russa, Marrocos, Índia, Chile, Honduras, Vietnã, Equador, Egito, Tailândia, Cuba, Turquia e Guatemala.

Os fabricantes de pesticidas baseados na União Europeia (UE, 2021) enfrentam críticas pela venda internacional de pesticidas proibidos para uso na União Europeia. As empresas argumentam que os pesticidas são seguros se usados corretamente, apesar das configurações do mundo real mostrarem que o uso correto é muito difícil para muitos usuários em economias em desenvolvimento. Os fabricantes também citam as diferentes condições climáticas e ambientais nos países em desenvolvimento como o motivo pelo qual os pesticidas proibidos para uso na UE ainda podem ser exportados.

Na China, maior produtor e consumidor de agrotóxicos no mundo, o Instituto de Controle de Agroquímicos do Ministério da Agricultura (ICAMA), afiliado ao Ministério da Agricultura chines, foi estabelecido em 1963, com o objetivo de regular a autorização e produção de agrotóxicos. É designado como o centro nacional de supervisão e inspeção para a qualidade de pesticidas e controle de resíduos em alimentos. As atividades desenvolvidas contribuíram para melhorar a gestão de pesticidas, regulamentar o mercado, promover a segurança dos produtos agrícolas, garantir colheitas e conservar o meio ambiente. O ICAMA vem aperfeiçoando o sistema de registro em conformidade com as práticas internacionais, para atender às demandas globais, em especial, dos países com os quais desenvolve parceria comercial (ICAMA, 2021). Como a China participa da Organização Mundial de Comércio, é um pré-requisito adotar as regras estabelecidas pelo Acordo sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (WTO, 2021). Embora o tempo entre a reavaliação dos produtos possa variar de um país para outro, uma vez que organizações internacionais, das quais o país faça parte, alertarem para riscos de determinado produto, o país pode deliberadamente estabelecer relação de produtos a serem reavaliados.

No Brasil, a Lei 7.802/89 e o Decreto 4.074/02 definem quais as características nocivas que um produto possa apresentar, que poderão levar à sua proibição. Cabe salientar que as regulamentações e exigências estabelecidas no Brasil, apresentam nível semelhante às agências de países considerados desenvolvidos como estados Unidos, Japão, Canadá e da união europeia. Assim sendo, registros ou licenças de

produtos não serão concedidos ou cancelados, caso já aprovados, quando apresentarem uma das seguintes características nocivas ao homem: não possuírem antídoto ou tratamento eficaz; se considerados teratogênicos (efeito adverso ao feto sem causar efeito à mãe), carcinogênicos ou mutagênicos; se causarem distúrbios hormonais e ao aparelho reprodutor ou se forem mais perigosos para o homem do que para animais de laboratório. Neste caso a reavaliação é feita pela ANVISA.

De acordo com o decreto 4074/2002, atualizado pelo decreto 5981/2006 e 10.832/2021, o MAPA, a ANVISA e o IBAMA devem promover a reavaliação de agrotóxicos, quando surgirem indícios de riscos ao homem ou o meio ambiente, consoante a organizações internacionais das quais o Brasil seja membro (BRASIL, 2002). Tais reavaliações podem levar ao cancelamento de algumas recomendações de uso ou da própria licença ou registro do próprio produto.

A Instrução Normativa Conjunta nº 2/06, estabelece os procedimentos para reavaliação (agronômica, toxicológica ou ambiental) dos agrotóxicos conforme segue (BRASIL, 2006):

- Se houver alerta de organização internacional responsável pelo meio ambiente, pela saúde e pela alimentação, desaconselhando o uso de agrotóxico;
- Por iniciativa de órgão federal envolvido no processo de avaliação, se houver indícios de redução de eficiência no controle de pragas ou alteração dos riscos ao meio ambiente ou à saúde humana;
- Se solicitado pela empresa detentora do registro ou licença do produto, ou outro interessado, com fundamentação técnica.

A reavaliação feita pelo IBAMA pode ter os seguintes desdobramentos (Brasil, 2002a):

- manutenção do registro do produto sem restrições;
- redução da dose do produto ou proibição de método de aplicação (exemplo aplicação aérea);
- restrição da comercialização (aplicado somente por empresas especializadas);
- proibição, suspensão ou restrição da produção e/ou importação;
- suspensão ou cancelamento do registro do produto.

4.2 Principais defensivos usados na cafeicultura e na citricultura

Os principais defensivos (ou agrotóxicos) utilizados na cultura do café para o controle da broca-do-café e do bicho-mineiro são:

Abamectina, Acetamiprido, Azadiractina, Clorantraniliprole, Clorpirifós Ciantraniliprole, Espinosade, Etiprole, Fenpropatrina, Metaflimizona, Teflubenzurom e Tiametoxam (EMBRAPA, 2020; REHAGRO, 2021).

O Quadro 13 apresenta os produtos utilizados como padrão comparativo nos experimentos de campo em café e citros que foram discutidos no presente trabalho.

De modo geral, os produtos listados no Quadro 12 apresentam alguma característica nociva a organismos não alvo, que ocorrem naturalmente no meio ambiente, e por isto são utilizados em estudos de laboratório para detecção e quantificação de efeitos adversos de um produto (BRASIL, 2012). São eles: organismos aquáticos (algas, microcrustáceos e peixes), do solo (minhocas ou microorganismos), polinizadores como abelhas ou aves. Além de potenciais efeitos adversos a estes organismos, no Quadro 12 pode se observar também quais defensivos agrícolas são considerados altamente persistentes no meio ambiente, ou altamente móveis, e assim que podem atingir e contaminar águas subterrâneas nos lençóis freáticos.

Quadro 13. Situação dos Produtos no Brasil utilizados no trabalho

Marca Comercial	Ingrediente ativo/ Grupo Químico	MAPA (1)	ANVISA	IBAMA
Nomolt 150	Teflubenzurom (Benzoiluréia)	Sim	Sim	Sim: Muito tóxico para os organismos aquáticos
Altacor	Clorantraniliprole (Diamida)	Sim	Sim	Sim: altamente persistente no meio ambiente, e altamente tóxico para organismo aquático (microcrustáceos).
Benevia	Ciantraniliprole (Diamida)	Sim	Sim	Sim: altamente tóxico para organismo aquático (microcrustáceos).
Sperto	Acetamiprido (Neonicotinóide)	Sim	Sim	Sim: altamente móvel, podendo atingir águas subterrâneas. altamente persistente no meio ambiente. altamente tóxico para minhocas, organismos aquáticos (microcrustáceos, peixes) e abelhas podendo atingir outros insetos benéficos
	Bifentrina (Piretróide)	Sim	Sim	
Provado	Imidacloprido (Neonicotinóide)	Sim	Sim	Sim: Altamente tóxico a abelhas. Reavaliado com restrições de uso

Surround	Caulim	Solicitado	Solicitado	Solicitado
----------	--------	------------	------------	------------

Fonte: adaptado de AGROFIT (2021)

No mesmo quadro consta o produto à base de imidacloprido que, por apresentar características de elevada toxicidade a abelhas, está em fase de reavaliação pelo IBAMA (IBAMA, 2020). As informações sobre efeitos em organismos não alvo (Quadro 12), encontram-se nas bulas dos produtos, disponíveis no sistema AGROFIT (AGROFIT, 2021). Cabe salientar que, o produto à base de caulim encontra-se em fase de registro junto ao MAPA, ANVISA e IBAMA.

No Quadro 14 estão dispostas informações coletadas junto às principais agências reguladoras como dos Estados Unidos, da Comunidade Europeia e da China dos produtos utilizados nos experimentos de campo. Embora todos os produtos encontram-se aprovados nos Estados Unidos, inclusive o caulim, objeto comparativo do presente estudo, todos apresentam algum tipo de restrição de efeito adverso a organismos não alvo, ou têm potencial de atingir águas subterrâneas.

Quadro 14. Situação dos produtos em Agências Reguladoras Internacionais

Marca Comercial	Ingrediente ativo/ Grupo Químico	Estados Unidos (EPA)	União Europeia	China
Nomolt 150	Teflubenzurom (Benzoiluréia)	Sim: altamente tóxico para invertebrados aquáticos incluindo crustáceos/ moluscos marinhos. Afeta a reprodução, o crescimento e a sobrevivência em invertebrados de água doce e a reprodução de invertebrados marinhos.	Não autorizado	Não autorizado
Altacor	Clorantraniliprole (Diamida)	Sim: tóxico para vários invertebrados terrestres e aquáticos inclusive ostras e camarões. Metabólitos ou produtos degradados mais tóxicos. Em solos permeáveis onde o lençol freático é raso, pode haver sua contaminação.	Sim: Risco para organismos aquáticos e macroorganismos do solo. Risco para as águas subterrâneas inclusive de metabólitos o risco para os organismos aquáticos dos metabólitos.	Sim
Benevia	Ciantraniliprole (Diamida)	Sim: Tóxico para invertebrados aquáticos. Altamente tóxico para abelhas expostas a tratamento direto ou resíduos em plantações em floração ou ervas daninhas.	Sim: Risco para organismos aquáticos, abelhas e outros artrópodes. O risco para abelhas liberadas para polinização, quando a substância for aplicada em estufas.	Sim

Sperto	Acetamiprido (Neonicotinóide)	Sim: alguns usos podem representar risco a invertebrados aquáticos	Sim: risco para organismos aquáticos, abelhas e outros artrópodes.	Sim
	Bifentrina (Piretróide)	Sim: extremamente tóxico para peixes e invertebrados aquáticos. Cuidado ao pulverizar para evitar peixes e répteis de estimação em / ao redor de lagos ornamentais. Altamente tóxico para abelhas expostas a tratamento direto ou resíduos em plantações em floração ou ervas daninhas.	Não autorizado	Sim
Provado	Imidacloprido (Neonicotinóide)	Sim: extremamente tóxico a abelhas.	Não autorizado	Sim
Surround	Caulim	Sim	Sim	Sem informação

Cabe salientar também que os ingredientes ativos Teflubenzurom, Bifentrina e Imidacloprido que, respectivamente, compõem os produtos Nomolt 150, Sperto e Provado, não estão aprovados para uso na União Europeia. Os demais, e que estão aprovados, apresentam restrições quanto a potencial efeito adverso a organismos não alvo.

No Quadro 15 pode se observar a quantidade de ingredientes ativos e respectivos produtos comerciais, registrados e aprovados no Brasil pelo MAPA, para serem comercializados no controle do bicho-mineiro e broca-do-café. Embora o número de produtos comerciais seja relativamente elevado, muitos destes produtos apesar de registrados, não são comercializados, por questões comerciais, disponibilidade de aquisição, etc. O valor das taxas oficiais a nível federal (BRASIL, 2015) e estadual, por vezes, inviabilizam a manutenção dos registros dos produtos que não são comercializados, como também, podem se tornar obsoletos quando comparado com a eficácia de novas moléculas ou ingredientes ativos.

Quadro 15. Produtos aprovados no Brasil para controle de bicho-mineiro e broca-do-café

Cultura	Alvo	Número de ingredientes ativos	Número de produtos comerciais
Café	Bicho-mineiro (<i>Leucoptera coffeella</i>)	37	149
	Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>)	16	29

(Agrofit, 2021, COSTA, 2020)

No Quadro 16 observa-se a quantidade de produtos registrados e aprovados para controle das pragas do café na Colômbia, que está entre os principais produtores e exportadores de café no mundo, atrás de Brasil e Vietnam.

Quadro 16. Produtos aprovados na Colômbia (para controle de bicho-mineiro e broca-do-café)

Cultura	Alvo	Número de ingredientes ativos	Número de produtos comerciais
Café	Bicho-mineiro (<i>Leucoptera coffeella</i>)	24	57
	Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>)		

(ICA, 2021)

Como é possível observar, o número é menor que o verificado no Brasil, podendo se concluir que isto se dá face à menor ocorrência de pragas e de menor área de cultivo da cultura, quando comparado ao Brasil.

Os principais produtos utilizados para o controle de psilídeo em citros são: abamectina, acetamiprido, azadiractina, clorantraniliprole + lambda-cialotrina, clorpirifos, diflubenzurom, esfenvalerato, espinetoram, etofenproxi, fenpiroximato, flupiradifurone, imidacloprido, piriproxifem, sulfoxaflor e tiametoxam (FUNDECITRUS, 2021).

No Quadro 17 observam-se os produtos aprovados para o controle do psilídeo-dos-citros, vetor da bactéria do “greening”. Observa-se também que, comparativamente aos produtos aprovados para o controle de bicho-mineiro em café (Quadro 16), a quantidade menor, embora também muitos não são comercializados. Entretanto, face à proliferação e difusão da praga que está levando à erradicação de plantas e pomares inteiros, em média são necessárias 30 aplicações por ciclo da cultura, com 1 ou 2 aplicações por semana.

Quadro 17. Produtos aprovados no Brasil para controle de psilídeo-dos-citros (Agrofit, 2021)

Cultura	Alvo	Número de ingredientes ativos	Número de produtos comerciais
Citros	Citros Psilídeo-dos-Citros (<i>Diaphorina citri</i>)	28	79

Nos Estados Unidos, segundo maior produtor mundial de citros, há um maior número de produtos comerciais autorizados para o controle de psilídeo-dos-citros de acordo com o Sistemas de Gerenciamento de Dados de Cultivo (*Crop Data*

Management Systems - CDMS), e pela Universidade da Flórida, um dos maiores centros de pesquisa mundial para o controle de pragas na cultura do citros dos Estados Unidos, como pode ser observado no Quadro 18 (DIEPENBROCK, 2020; CDMS, 2021).

A China, também grande produtor de citros como os Estados Unidos, apresenta 25 produtos comerciais aprovados para o controle do psilídeo-dos-citros (ICAMA, 2021).

Quadro 18. Produtos aprovados nos Estados Unidos para controle de psilídeo-dos-citros

Cultura	Alvo	Número de ingredientes ativos	Número de produtos comerciais
Citros	Citros Psilídeo-dos-Citros (<i>Diaphorina citri</i>)	23	132

(DIEPENBROCK, 2020; CDMS, 2021)

De acordo com o serviço de estatística da União Europeia (EUROSTAT, 2021), a Espanha é o maior produtor de citros da Europa. Assim sendo, no Quadro 19 estão os produtos aprovados para o controle do psilídeo naquele país.

Quadro 19. Produtos aprovados na Espanha para controle de psilídeo-dos-citros

Cultura	Alvo	Número de ingredientes ativos	Número de produtos comerciais
Citros	Citros Psilídeo-dos-Citros (<i>Diaphorina citri</i>)	19	35

(MAPA, 2020)

4.3 Uso do caulim no manejo integrado de pragas de café e citros

Nesse item foram apresentados e discutidos os resultados obtidos em experimentos realizados em campo por uma empresa terceirizada, conforme apontado nos anexos de 1 a 4, para o controle do psilídeo na cultura de citros, broca-do-café e bicho-mineiro na cultura de café por meio da utilização de caulim de modo a contribuir no manejo integrado dessas pragas. O objetivo do trabalho é discutir a viabilidade da aplicação do caulim como um produto a ser utilizado no manejo integrado de pragas. O manejo integrado de pragas (MIP) pode ser definido como “sistema de decisão para uso de práticas de controle, isoladamente ou associada harmoniosamente, numa estratégia de manejo baseada em análises de

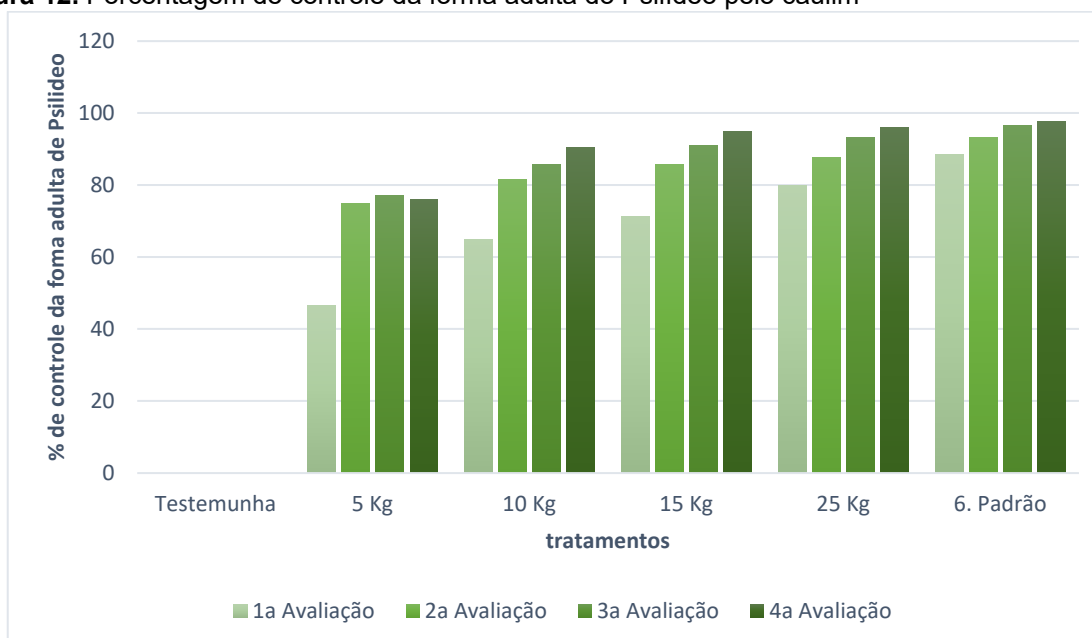
custo/benefício que levam em conta interesse e/ou impacto nos produtores, sociedade e ambiente” (KOGAN, p.249, 1998).

Cabe destacar que o presente trabalho pretende discutir as possíveis contribuições do produto para a área ambiental, apontando que o modelo tradicional de agricultura não é o ideal, sendo necessário buscar caminhos alternativos que garantam a produtividade necessária para a agricultura porém buscando alternativas ambientalmente mais sustentáveis.

4.3.1 Uso do caulim no controle do Psilídeo na cultura de citrus

Na Figura 12, observa-se a média da porcentagem de controle da forma adulta do psilídeo observada em seis campos realizados em pomares de laranja. Nestes campos foram feitas 4 aplicações de diferentes dosagens de caulim e as avaliações foram feitas 7 dias após cada aplicação. Como pode se observar, apesar de TKI-15BR na dose de 10 Kg já apresentar controle igual ou superior a 80% a partir da segunda aplicação, as doses de 15 e 25 Kg apresentaram controle semelhante ao padrão, Provado 200 SC.

Figura 12. Porcentagem de controle da forma adulta do Psilídeo pelo caulim



Fonte: adaptado de FEDATO (2019, 2019a, 2019b); FRANCO (2018, 2018a, 2018b)

Cabe salientar de uma forma geral que, 80% de controle de determinada praga pode ser aceitável, e talvez porcentagens menores quando se trata de produtos naturais, como à base de organismos microbiológicos (FAO, 2006), e produtos

naturais como à base de caulim. Entretanto, no caso específico do psilídeo, busca-se controle total ou 100%, visto que um único inseto infectado pela bactéria causadora do “greening”, pode disseminar em várias plantas de um pomar, quando for se alimentar da seiva nos ramos jovens.

Conforme as Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 (apresentadas no Anexo 2) relativas aos dados individuais de cada campo, sobre o número de psilídeos (*Diaphorina citri*) adultos vivos em citros (*Citrus sinensis*) 7 dias após cada aplicação, os resultados apresentaram diferenças significativas no teste de Tukey ($P < 0,05$). Cabe salientar que, o tratamento comparativo padrão utilizado em todos os seis campos foi o produto Provado 200 SC (Imidacloprido 20%) a 0,15 L de produto comercial por hectare. Embora o psilídeo esteja presente no pomar durante todo o ano, quando se deve realizar monitoramento da população e seu controle, sua maior incidência é no período em que ocorre a emissão das brotações jovens, final do inverno e início do verão (FUNDECITRUS, 2021b).

Na Tabela 1 (anexo 2), apresentando os resultados de mortalidade dos insetos confinados, observada nas quatro avaliações realizadas aos sete dias após cada aplicação, se pode observar, a partir da dose de 10 kg/ha, uma redução no nível de infestação da praga, já a partir da primeira aplicação. Embora as doses maiores de 15 e 25 kg/ha apresentem um controle mais próximo ao apresentado pelo padrão, próximo ou superior a 80%, somente na última avaliação aos sete dias após a quarta e última aplicação, que os tratamentos a partir de 10 kg/ha e o padrão, controlaram totalmente a praga.

Conforme pesquisa de campo realizada em pomar de limão taiti, demonstrou que a aplicação de caulim, além de reduzir a temperatura das folhas, alterou a flutuação da população do inseto praga psilídeo-dos-citros, reduzindo a incidência nas plantas tratadas com o produto (RAMÍREZ-GODOY et al., 2018). Frota e Siqueira (2021) fizeram uma abordagem ampla sobre a questão do uso de agrotóxicos e impactos causados questionando a possibilidade de avanços com a conscientização da sociedade sobre as consequências do uso em excesso dos agrotóxicos, dando visibilidade às experiências bem-sucedidas baseadas em modos sustentáveis de produção de alimentos em outros países.

A Tabela 2 (anexo 2), representando o campo 2, apresenta resultados semelhantes aos observados pelo campo na Tabela 1. Neste campo, as doses de 15 e 25 kg/ha apresentaram performance semelhante ao padrão até a última avaliação,

com redução entre 93 e 100% da incidência da praga. Hall *et al.* (2007) avaliaram o efeito da aplicação foliar de caulim sobre o número de adultos de psilídeo-dos-citros, observando que o produto promoveu uma redução de 78% no número de adultos, de 85% no número de ovos encontrados nas brotações novas e 78% no número de ninfas encontradas nos ramos tratados das plantas de citros.

Os resultados de mortalidade dos psilídeos adultos confinados após as aplicações no campo 3, confirmam efeito da dose resposta na redução da incidência da praga, ou seja, quanto maior a dose, maior a redução da praga (Tabela 3, Anexo 2). Ao longo deste estudo todos os tratamentos, com exceção da menor dose (5 kg/ha), apresentaram redução significativa da praga, podendo-se observar uma tendência de a maior dose estar mais próxima dos resultados apresentados pelo padrão.

Em teste de pomar de citros com a aplicação de caulim, observou-se que o filme de partículas sobre as folhas das plantas, reduziu o número de psilídeos presentes, numa comparação com aquelas que receberam somente aplicação de água. Observou-se também a redução na quantidade de ovos colocados pelos adultos de psilídeos que conseguiram pousar nas folhas cobertas com filme de partículas de caulim. Neste estudo comprovou-se o observado em laboratório, ou seja, que os psilídeos evitam plantas tratadas com filme de partículas de caulim em condições de laboratório e de campo. Este estudo conclui queo caulim pode ser uma alternativa viável para o manejo da praga em pomares de citros (PENG *et ali.*, 2011).

Todos os tratamentos com o produto à base de caulim, a partir da dose de 5 kg /ha, apresentaram controle superior a 92%, na primeira avaliação aos sete dias após a primeira aplicação, sendo que as doses de 15 e 25 kg/ha, se igualaram ao padrão com 100% de controle (Tabela 4, anexo 2). Este comportamento dos tratamentos foi observado ao longo de todo estudo sendo que na última avaliação, com exceção feita à menor dose, conforme observado no campo anterior, todos apresentaram entre 90 e 100% de redução da praga.

Diferentemente dos demais campos, os campos representados pelas Tabelas 5 e 6 (anexo 2), apresentaram resultados de redução da incidência da praga semelhantes, ao longo de todo o período avaliado. Com exceção à menor dose de 5 kg/ha, todos os tratamentos apresentaram redução total da praga com 100% de controle.

Com base nos resultados de controle apresentados pelo caulim nos campos descritos, observa-se que o produto não atingiu 100% de controle do Psilídeo, e que um mínimo de três aplicações é necessário durante o ciclo de desenvolvimento das frutas. Cabe salientar que no controle do Psilídeo, busca-se o controle total ou 100% de redução na sua ocorrência, visto ser ele vetor na transmissão de bactéria que, uma vez instalada na planta, dizima os pomares, obrigando a citricultor a erradicar as plantas infestadas. Entretanto, embora o caulim não tenha atingido o controle total nos campos avaliados, ele é uma ferramenta viável no manejo da praga que assola os pomares em todo o mundo. Ferramenta esta que pode ser utilizada no manejo integrado da praga (MIP), reduzindo sobremaneira o uso intensivo de agrotóxicos que acabam, conforme mencionado anteriormente, efeitos colaterais indesejáveis ao homem e ao meio ambiente.

Segundo Miranda *et al* (2020), o uso de inseticidas deve ser associado a outros métodos de controle, sendo o caulim processado uma ferramenta que tem potencial para contribuir com a diminuição da dispersão da praga para os pomares comerciais reduzindo assim a ocorrência da doença. O caulim (TKI-15BR) também foi eficaz e pode ser recomendado para o controle do psilídeo-dos citros (*Diaphorina citri*) em citros, dentro da faixa de dose de 10 a 25 kg/ha, não apresentando sintomas de fitotoxicidade para a cultura do citros.

4.3.2 Uso do caulim no controle da Broca do café

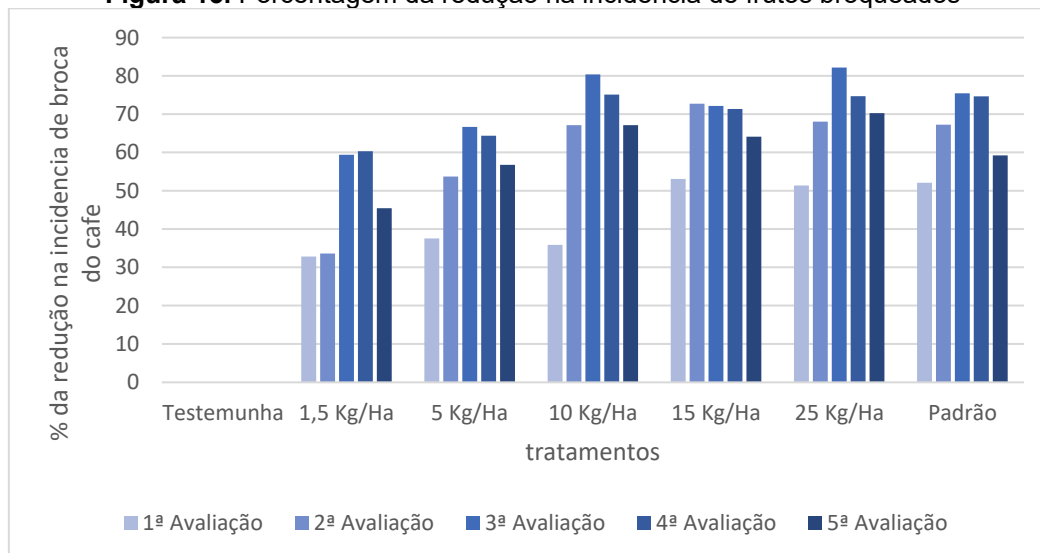
As Figuras 13, 14, e 15 referem-se às médias das avaliações realizadas de três campos em lavoura de café, sobre o efeito dos tratamentos no controle da broca-do-café *Hypothenemus hampei*.

Na Figura 13, observou-se a redução na porcentagem de frutos de café broqueados devido à ação dos tratamentos aplicados, com base na média de 3 campos. Foram realizadas três aplicações com intervalo de trinta dias, sendo também feita uma avaliação prévia. Observa-se que, a partir da terceira avaliação as doses de 5, 10, 15 e 25 Kg/ha comportaram-se de forma semelhante ou superior ao padrão quanto à redução de frutos broqueados. Os tratamentos que se destacaram foram a partir da dose de 10 Kg/ha.

Conforme Tabelas 7, 8 e 9 (apresentadas no anexo 3), relativas aos dados individuais de cada campo, sobre o número de frutos de café broqueados, em função

dos tratamentos e respectivos níveis de eficiências ao longo das avaliações, os resultados apresentaram diferenças significas no teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

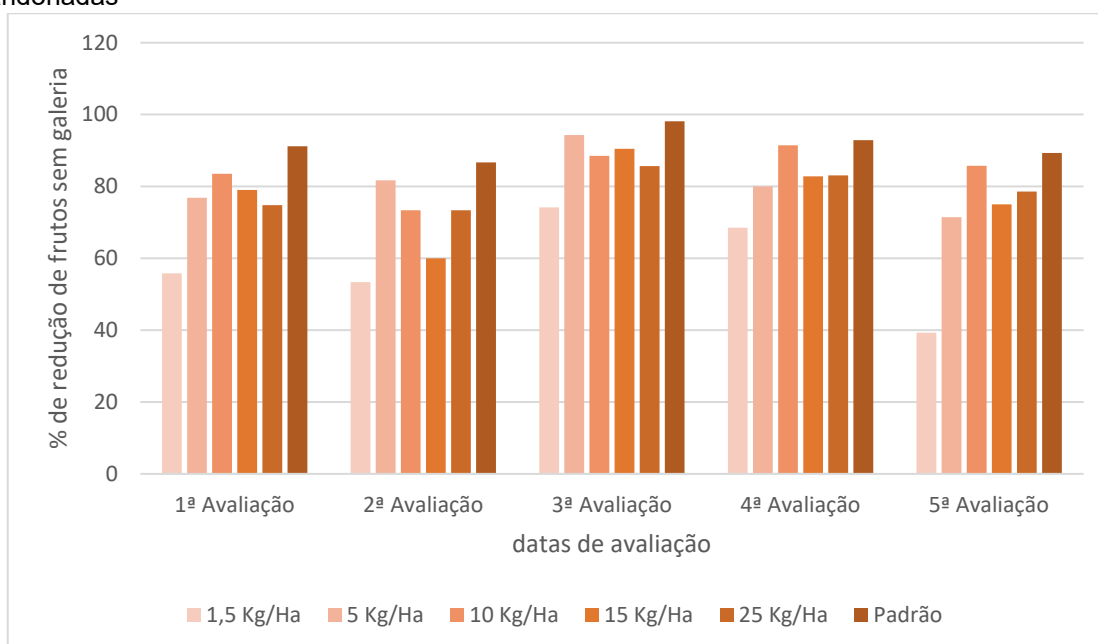
Figura 13. Porcentagem da redução na incidência de frutos broqueados



Fonte: adaptado de NASCIMENTO (2018), REIS, PEREIRA (2018, 2018a)

Na Figura 14, observam-se as médias da porcentagem na redução no número de frutos de café broqueados sem galerias abandonadas de três campos em lavoura de café.

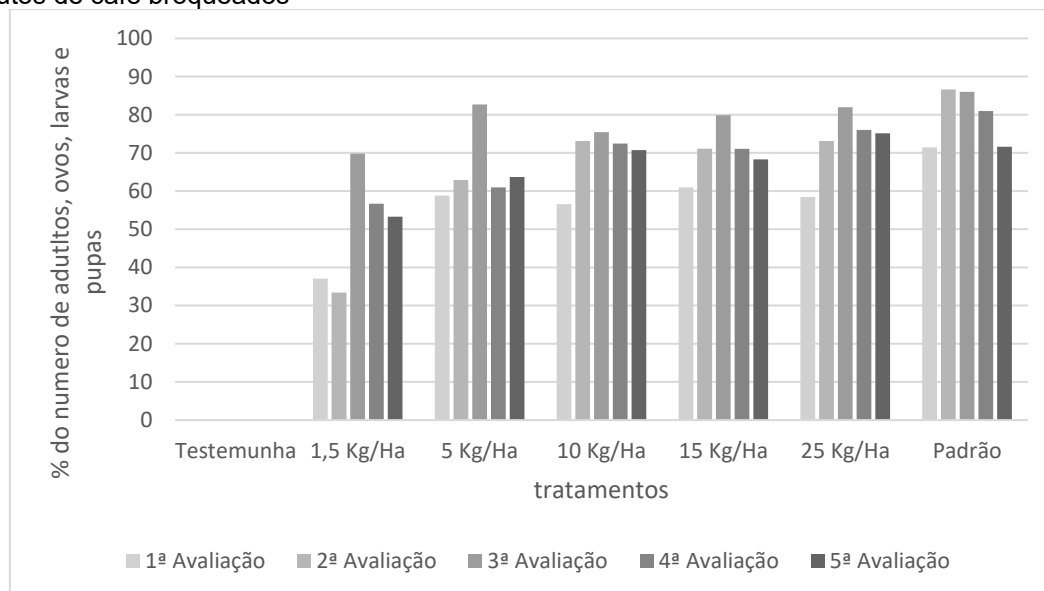
Figura 14. Porcentagem na redução no número de frutos de café broqueados sem galerias abandonadas



Fonte: adaptado de NASCIMENTO (2018), REIS, PEREIRA (2018, 2018a)

A Figura 15 apresenta as porcentagens médias de redução do número de adultos, ovos, larvas e pupas da broca no interior dos frutos de café broqueados, de três campos em lavoura de café.

Figura 15. Porcentagem de redução do número de adultos, ovos, larvas e pupas da broca no interior dos frutos de café broqueados



Fonte: adaptado de NASCIMENTO (2018), REIS, PEREIRA (2018, 2018a)

Nos campos representados pelas Tabelas 7 e 8 (anexo 3) foram utilizados como tratamento padrão o produto Benevia (ciantraniliprole 10%). No campo representado pela Tabela 9 (anexo 3) foi utilizado como tratamento padrão o produto Sperto (acetamiprido 25% + bifentrina 25%).

A Tabela 7 (anexo 3) apresentou os resultados de número total de frutos de café broqueados, em função dos tratamentos utilizados e respectivos níveis de controle ao longo do experimento. Neste experimento foram realizadas duas aplicações do tratamento padrão, máximo de aplicações recomendadas na bula do produto, e três aplicações do caulim (TKI-15 BR). A avaliação prévia comprovou que a infestação na área experimental era homogênea.

Pode-se observar que uma redução mais eficiente ocorre após a segunda aplicação, com valores superiores a 80%. Nesta avaliação, observou-se 5,3% de frutos broqueados, dentro do nível recomendado para controle da praga quando ocorre início de redução da produtividade (REIS et al, 2010).

Após a terceira aplicação, observa-se uma consistência de controle semelhante ao padrão com níveis superiores a 90% de controle. Já na última avaliação aos 60 dias

após a terceira aplicação, observou-se uma redução significativa de controle quando comparado ao padrão.

A Tabela 8 (anexo 3) apresentou os resultados do mesmo parâmetro da Tabela 7, com avaliação prévia comprovando homogeneidade da infestação na área experimental. Assim como no experimento anterior, neste experimento foram realizadas duas aplicações do padrão e três aplicações do caulim (TKI-15 BR).

A consistência dos resultados de controle foi observada a partir da terceira aplicação, ao invés da segunda conforme visto no campo anterior, com resultados semelhantes ao padrão a partir da dose de 10 kg/ha do caulim (TKI-15BR). Embora com performance de controle semelhante ao padrão, nas avaliações aos sessenta e noventa dias após a terceira aplicação, houve redução no controle próximo a 80%.

Considerando os resultados da última avaliação, conclui-se que o produto TKI-15BR entre 10 e 25 kg/ha reduz a incidência de frutos broqueados.

Conforme Tabela 9 (apêndice 3) a avaliação prévia do número de frutos atacados demonstrou infestação homogênea na área experimental. Embora o nível de controle tenha ficado abaixo de 80% para todos os tratamentos durante toda a condução do estudo, o produto foi superior ao padrão a partir da dose de 10 kg/ha.

A redução do número de adultos da broca-do-café foi observada a partir da dose de 10 Kg/ha já na primeira avaliação aos trinta dias após a primeira aplicação, que foi estatisticamente semelhante ao padrão ao longo de todo o estudo.

Na avaliação de redução de larvas vivas, observa-se um nível de controle satisfatório e semelhante ao padrão a partir da primeira avaliação aos trinta dias após a primeira aplicação a partir de 10 Kg/ha, observado ao longo de todo o estudo com o mesmo nível de controle do padrão.

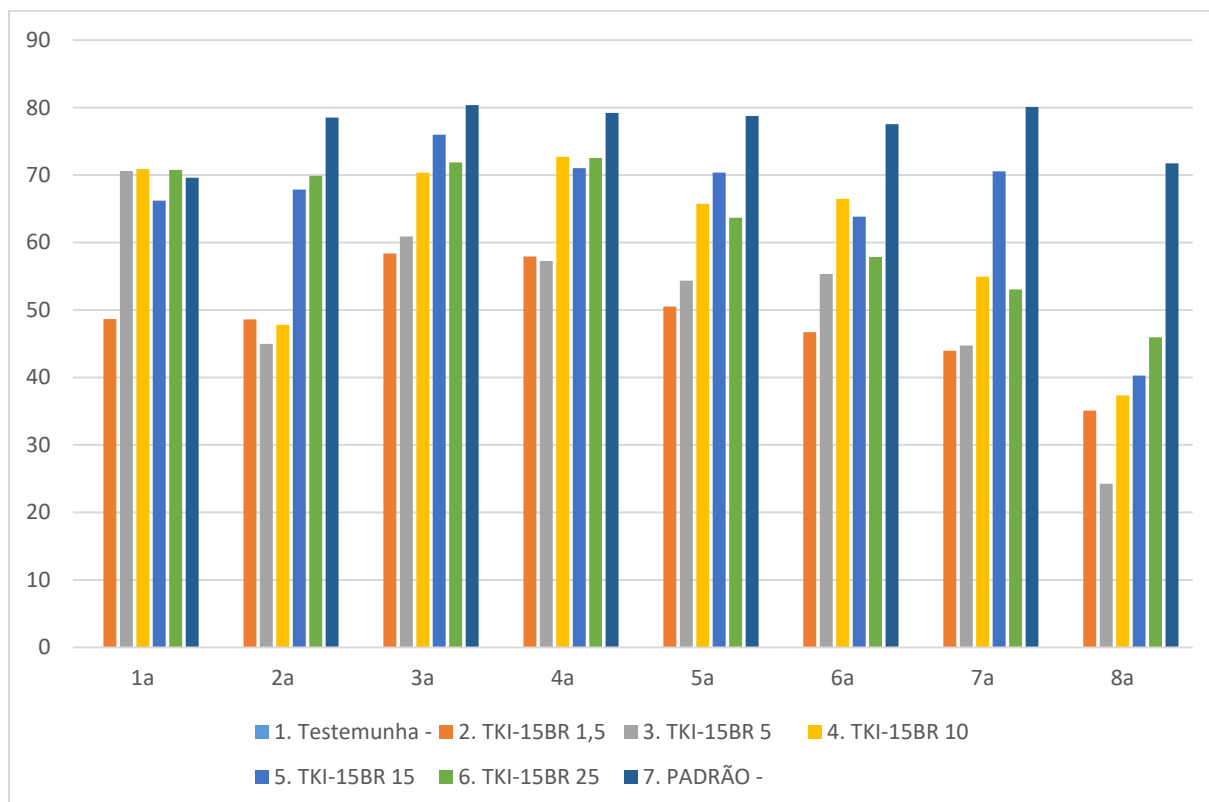
Em laboratório, concluíram ser uma alternativa viável para o controle de *H. hampei*, a utilização de pós inertes como a bentonita e o caulim, na forma sólida ou em suspensão aquosa em água (CONSTANSKI et al., 2011).

Com base nos resultados dos laudos de eficácia e praticabilidade agrônômica, conclui-se que o produto TKI-15BR foi eficaz e pode ser recomendado no controle do broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) em cafeeiro dentro da faixa de dose de 10 a 25 kg/ha. O produto não apresentou sintomas de fitotoxicidade para a cultura do café.

4.3.3 Uso do caulim no controle do bicho mineiro

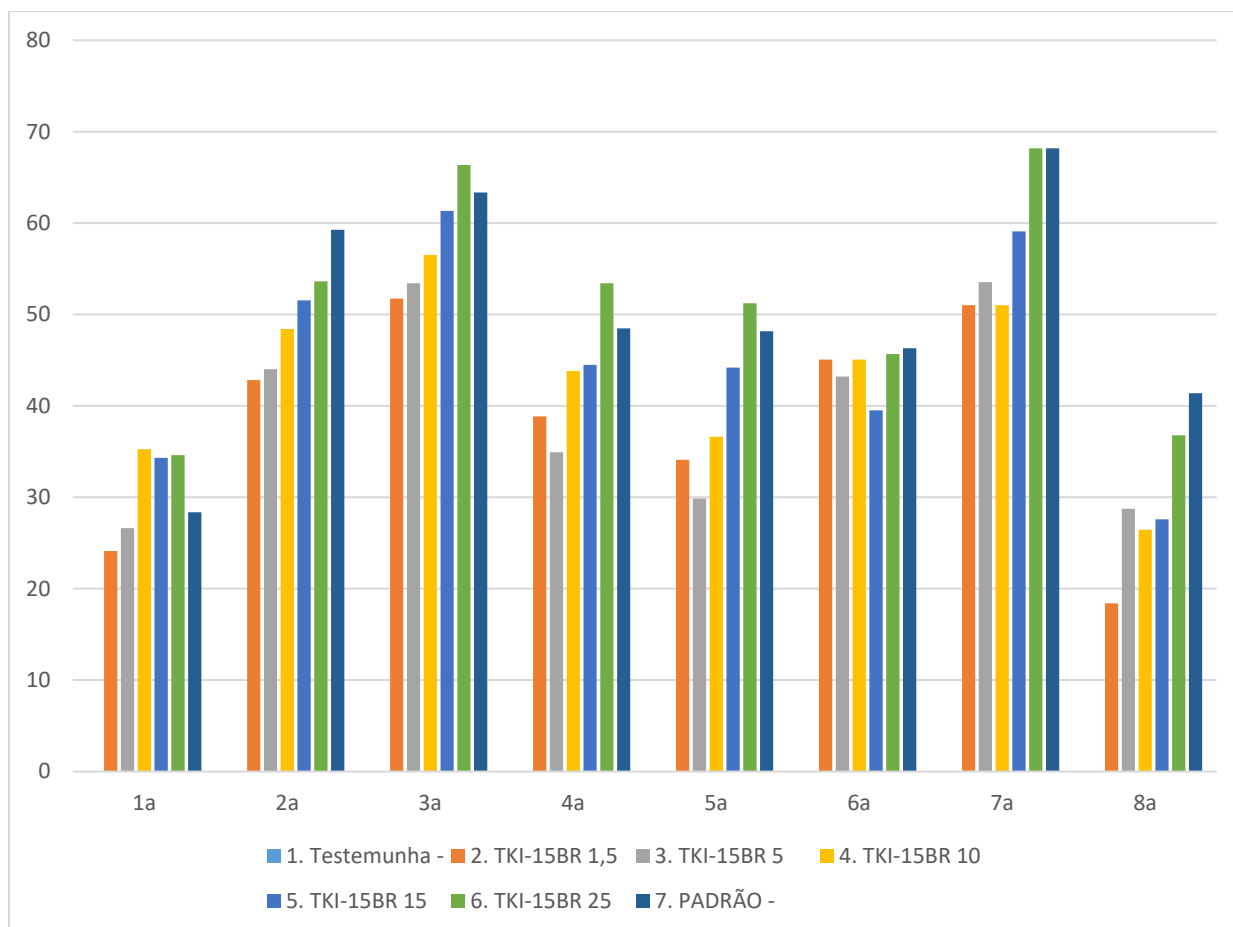
As Figuras 16 e 17 referem-se às médias das avaliações realizadas de três campos em lavoura de café, sobre o efeito dos tratamentos no controle do bicho mineiro.

Figura 16. Número de lagartas vivas nas minas das folhas minadas e eficiência de controle / avaliação



Fonte: adaptado FEDATO (2019), MONTEIRO (2019), REIS, PEREIRA (2018)

Figura 17. Média dos resultados dos experimentos número de folhas minadas com minas intactas ou ativas / eficiência de controle/ avaliação



Fonte: Adaptado de FEDATO (2019), MONTEIRO (2019), REIS, PEREIRA (2018)

Nos campos representados pelas Tabelas 10 e 12 (anexo 4) foi utilizado como tratamento padrão o produto Nomolt 150 (teflubenzurom 15%), e no campo representado pela Tabela 11, o produto utilizado como padrão foi Altacor (clorantraniliprole 35%).

Nos campos relativos às Tabelas 10 e 11 (anexo 4) foram avaliadas a redução do número de minas feitas pelo inseto no estágio larval, e o número de lagartas presentes nas minas. Apesar de o campo 12 não ter avaliado a redução no número de lagartas, pode-se dizer que teoricamente os itens avaliados nos campos 10 e 11 estão correlacionados, visto que a larva causadora da mina se transforma em lagarta.

Em todos os campos os resultados da avaliação prévia constataram homogeneidade de infestação na área experimental. Na Tabela 10 (anexo 4) observa-se que, durante todo o estudo, a redução do número de folhas minadas foi inferior a 80% para todos os tratamentos, inclusive o padrão. Observa-se que a segunda aplicação manteve o mesmo padrão de controle considerado satisfatório, na dose de

25 kg/ha e para o padrão, durante todo o estudo. Este comportamento não foi observado com as demais doses, que mantiveram níveis de controle insuficientes.

No estudo representado pela Tabela 11 (anexo 4), observa-se que até a avaliação de 60 dias após a segunda aplicação, o padrão de controle do produto, a partir da dose de 10 kg/ha, foi semelhante ao padrão utilizado, embora inferiores ao nível de 80% de controle.

A Tabela 12 apresenta a avaliação de 75 dias após a segunda aplicação. Observa-se que durante todo o período do estudo de campo, os tratamentos apresentaram controle semelhante ao padrão, exceção feita no caso de dose mais baixa. Na avaliação da Tabela 12 manteve-se o mesmo nível de controle das avaliações anteriores.

O campo representado pela Tabela 13 (anexo 4) apresenta o mesmo padrão de controle observado na Tabela 10, e embora nenhum tratamento tenha atingido 80% de controle, a partir da dose de 10 kg/ha, houve controle semelhante ao padrão, entre 60 e 70% de controle.

Na Tabela 14 (anexo 4) observa-se que até a avaliação em seguida da segunda aplicação, os tratamentos foram semelhantes ao padrão. O controle foi satisfatório a partir da dose de 10 kg/ha, embora inferiores a 80% e ao padrão.

Na cultura do café, o controle da broca e do bicho-mineiro visa aumentar a produtividade reduzindo as perdas causadas por estas pragas. Pode-se observar que caulim apresentou uma redução maior da infestação da broca-do-café do que do bicho mineiro e que o número de aplicações também influencia no nível de controle. Entretanto, assim como observado para a cultura dos citros, na cultura do café, o caulim também pode ser adotado no manejo integrado de pragas (MIP), como uma ferramenta que auxilia no controle da infestação, com a redução da aplicação de produtos químicos que podem causar efeitos colaterais indesejáveis à saúde humana e ao meio ambiente. De acordo com Soares e Porto (2012) a adoção da agricultura orgânica é fundamental na redução de intoxicações por agrotóxicos, atingindo até 47% a menos de chance de intoxicação. Essa ação, além de geradora de economia e redutora nos custos com a saúde do trabalhador, mostra-se cada vez mais eficiente.

Experimentos em casa de vegetação com formulação de caulim processado, demonstrou redução na ordem de 88% de folhas minadas em mudas de cafeeiro. O mesmo foi observado com mudas tratadas no campo, que apresentaram melhor sanidade e crescimento, comparadas às não tratadas (PRADO, 2015).

Com aplicação em condições de campo, observou-se redução em cerca de 84% de folhas minadas com lagarta vivas do bicho-mineiro (SANTINATO et al., 2016). Além do controle das pragas, a aplicação de caulim em café traz o benefício da redução da incidência de escaldadura, queima das folhas e dos grãos devido ao excesso de insolação, melhorando a qualidade dos grãos e produtividade (SANTINATO et al., 2016).

Com base nos resultados dos laudos de eficácia e praticabilidade agrônômica, conclui-se que o produto TKI-15BR foi eficaz e pode ser recomendado no controle da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) em cafeeiro dentro da faixa de dose de 10 a 25 kg/ha. O produto não apresentou sintomas de fitotoxicidade para a cultura do café.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura convencional ainda se baseia na utilização excessiva de produtos químicos que, embora tragam benefício de manutenção e aumento de produtividade, podem trazer efeitos adversos e indesejáveis ao homem e ao meio ambiente, inviabilizando a adoção de práticas de uma produção agrícola sustentável.

Entre as práticas de manejo de praga compatíveis com a agricultura sustentável nesta dissertação, foi estudado o uso do caulim no controle de pragas na cafeicultura e citricultura. Pela análise dos resultados obtidos pode-se dizer que o caulim pode ser adotado como ferramenta de um cultivo sustentável, por trazer uma série de benefícios, entre os quais:

- ✓ Possuir o potencial para a redução a incidência das principais pragas em café e citros, evitando perdas de produtividade. Sua utilização pode ser estendida para outros cultivos, visto que as pragas avaliadas pertencem a ordens de insetos que congregam diferentes espécies que infestam outros cultivos;
- ✓ Não apresentar efeito nocivo aos inimigos naturais que se alimentam ou parasitam as pragas que atacam as culturas;
- ✓ Não apresentar efeito nocivo às abelhas e polinizadores, que são benéficos para o aumento de produtividade em diversas culturas;
- ✓ Não apresentar o risco de deixar resíduos em alimentos, o que ocorre com os produtos químicos, em especial para culturas cuja produção visa a exportação, pois pode acarretar em problemas de embargos acarretando demanda diplomáticas e problemas comerciais;

- ✓ Eliminar o risco de intoxicação aguda ou efeitos crônicos à saúde do agricultor, inclusive porque pode substituir os produtos químicos, em casos de baixa infestação da praga, ou ser utilizado em aplicações alternadas visando redução da dose dos produtos químicos;

As pesquisas relatadas, comprovam que esta tecnologia, de utilização do caulim em cultivos perenes, como pomares de citros, café e maçã, entre outros, tem aumentado a longevidade e a qualidade do fruto, promovendo assim uma produção sustentável e sem estresse à planta. Conseqüentemente, a produção em uma mesma propriedade agrícola pode ser maximizada sem, entretanto, haver necessidade de expansão em novas áreas causando desmatamento desnecessário.

O caulim apresenta um modo de ação inovador como repelente, criando um filme ou uma película branca sobre a folha, inibindo a alimentação e postura de ovos pelo inseto, além de refletir a irradiação solar o que leva ao inseto a evitar pousar em tal superfície, visto sua natureza direciona-lo para aquelas de cor verde.

Pelo modo de ação, diferente de todos os produtos químicos disponíveis no mercado, o caulim não apresenta o risco de desenvolvimento de resistência por parte das pragas, e assim pode ser adotado como ferramenta para a agricultura convencional que tende a migrar para a sustentável.

O produto já possui certificação para uso em agricultura orgânica, que é base para o desenvolvimento da sustentabilidade na agricultura.

Pelo levantamento realizado de estudos e pelos resultados apresentados e discutidos dos estudos de campo, o caulim é uma ferramenta real para um manejo de pragas dentro de uma agricultura sustentável, necessitando tão somente começar a ser testado, difundido e adotado para as diferentes culturas nas quais as pragas concorrem para a manutenção a aumento na produtividade.

Sugestão de trabalhos a serem desenvolvidos para se avaliar quantas aplicações de produtos químicos sintéticos podem ser reduzidas com a adoção do caulim.

“A riqueza não consiste em ter grandes posses, mas em ter poucas necessidades.” Epícteto (55 d.C. – 135 d.C)

6 REFERÊNCIAS

ABIC - Associação Brasileira da Indústria do Café. O café brasileiro na atualidade. Brasil, [2020] Disponível em: <https://www.abic.com.br/o-cafe/historia/o-cafe-brasileiro-na-atualidade-2/>. Acesso: 10 jun. 2020.

AGROBIOLÓGICA. Leme: Agrobiológica Soluções Naturais, c[2021]. Disponível em: <https://www.agrobiologica.com.br/site/agricultura-biologica-historia-e-situacao-no-brasil/>. Acesso em 10 fev. 2021.

AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário do Ministério da Agricultura. **Bula de agrotóxicos aprovados no Brasil**. Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 22 ago. 2021

ALTIERI, M.A.; LETOURNEAU, D.K. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. **Critical Reviews in Plant Sciences** 2. p.131-169,1982.

AMARAL, D. S. S. L. **Estratégias de Manejo Ecológico de Pragas na cafeicultura orgânica**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

ANDRADE, M. V.; AZEVEDO, P. V. de. Análise da sustentabilidade da mineração do Caulim no município de Junco do Seridó – PB; **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 08 n. 05, p. 1393-1409, 2015.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Resolução Diretoria Colegiada; Publicada (RDC) Nº 294, de 29/07/19 (DOU de 31/07/19); 2019.

ASSIS, R.L. de; ROMEIRO, A.R. Análise do processo de conversão de sistemas de produção de café convencional para orgânico: um estudo de caso. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, v.21. n.1, p.143-168, jan./abr. 2004.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N.; **Experimentação Agrícola**; Departamento de Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus Jaboticabal, Jaboticabal. FUNEP,1989.

BARRETO, C. de A.; **Agricultura e meio ambiente: percepções e práticas de sojicultores em Rio Verde - GO**. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - PROCAM/USP, São Paulo, 2007.

BELASQUE JUNIOR, J.; BERGAMIN FILHO, A.; BASSANEZI, R. B.; BARBOSA, J. C.; FERNANDES, N. G.; YAMAMOTO, P. T.; LOPES, S. A.; MACHADO, M. A.; LEITE JUNIOR, R. P.; AYRES, A. J.; MASSARI, C. A.; Base científica para a erradicação de plantas sintomáticas e assintomáticas de Huanglongbing (HLB, Greening), visando o controle efetivo da doença. **Tropical Plant Pathology** 34:137-145, 2009.

BERG, H. VAN DEN; GU, B; GRENIER, B.; KOHLSCHMID, E.; AL-ERYANI, S.; BEZERRA, H. S. da S.; NAGPAL, B. N.; CHANDA, E.; GASIMOV, E.; VELAYUDHAN,

R.; YADAV, R. S.; Pesticide lifecycle management in agriculture and public health: Where are the gaps?; **Science of the Total Environment** 742 (2020) 140598, 2020

BIANCO, R. Amostragem e monitoramento para o manejo da broca do café no Brasil. In: **Manejo da Broca do Café - Workshop Internacional**, 2004, Londrina. Anais. p.139 - 140, 2004.

BOVÉ, J.M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology**. v.88. n.1, p.7-37, 2006.

BRASIL. Decreto Federal N. 4074 (D.O.U. 08/01/2002), 2002.

_____. 2002a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/reavaliacao-ambiental#sobre-a-reavaliacao-ambiental>. Acesso em: 31 ago.2021.

_____. Instrução Normativa Conjunta nº 02/2006. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt.br/acessoainformacao/perguntasfrequentees/agrotoxicos/reavaliacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 31 ago.2021.

_____. Instrução Normativa MAPA 41/2008 (D.O.U. 02/07/2008); 2008.

_____. Instrução Normativa MAPA 46/2011 (D.O.U. 07/10/2011); 2011.

_____. Instrução Normativa SDA 42/2011 (D.O.U. 06/12/2011); 2011a.

_____. PORTARIA IBAMA N- 6/2012; 2012

_____. Instrução Normativa MAPA 17/2014 (D.O.U. 20/06/2014); 2014.

_____. PORTARIA INTERMINISTERIAL IBAMA MF N. 812/2015; 2015

_____. PORTARIA MAPA N. 52/2021 (D.O.U.23/03/2021).

BRUM, C. S., FRANCO, A. A., SCORZA JUNIOR, R. P.; Degradação do herbicida sulfentrazone em dois solos de Mato Grosso do Sul. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**. v.17, n.5, p.558-564, 2013.

BUSATO, M.A.; AREZI, B. A.; SOUZA, M. A.; TEO, C. R. P. A.; LUTINSKI, J. A.; FERRAZ, L.; Uso e manuseio de agrotóxicos na produção de alimentos da agricultura familiar e sua relação com a saúde e o meio ambiente. UNOCHAPECO. Chapeco, 2016.

CAMPOS, A. L. DE; IGNÁCIO, A. R. A.; OLIVEIRA JUNIOR, E. S.; LÁZARO, W. L.; O avanço do agrotóxico no Brasil e seus impactos na saúde e no ambiente; **Revista Agro Ambiental**, v. 14, n.1, p. 191-204, 2021.

CAPOOR, S., RAO, D., VISWANATH, S.; *Diaphorina citri* Kuwayma (Hemiptera: Liviidae), a vector of the greening disease of citrus in India. **Indian Journal Agricultural Sciences** 37(6):572–579, 1967.

CARSON, R.; **Primavera Silenciosa**, 1962. 328p. Boston, MA; Editora Houghton Mifflin Harcourt;

CASÃO JUNIOR, R.; ARAUJO, A. G. de; LLANILLO, R.F. **Plantio direto no Sul** do Brasil: Fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização conservacionista. Londrina: IAPAR, 2012. 77 p.: il.

CDMS - CROP DATA MANAGEMENT SYSTEMS. Applied Intelligence; Disponível em: <http://www.cdms.net/Label-Database/Advanced-Search>; Acesso em: 10 set. 2021.

CEFIC - CONSEIL EUROPÉEN DES FÉDÉRATIONS DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE. **2021 Facts and Figures of the European Chemical Industry**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://cefic.org/our-industry/a-pillar-of-the-european-economy/facts-and-figures-of-the-european-chemical-industry/>. Acesso em: 22 ago. 2021.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. <https://cetesb.sp.gov.br> > 2013/12 > declaracao_rio_ma; 2013. Acesso 09/02/2021

CITROSUCO; Relatório de Sustentabilidade 2018-2019; 2020. Disponível em: https://www.citrosuco.com.br/wp-content/uploads/2021/07/Citrosuco_RS2020_02.pdf. Acesso 09/02/2021

CMMAD - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COLLETA-FILHO, H.D., TAGON, M.L.P.N., TAKITA, M.A., DE NEGRI, J.D., AMARAL, A.M., MÜLLER, G.W., POMPEU JÚNIOR, J., CARVALHO, S.A., MACHADO, M.A.; Detecção do agente causal do greening do citros (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica** 30:510, 2004.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café: terceiro levantamento, janeiro/2020**. Brasília, 2020. 76 p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>>. Acesso em: 05 jun. 2020.

CONCEIÇÃO, C. H. C.; **Biologia, dano e controle do bicho-mineiro em cultivares de café arábica**. 2005; 86 fls.: 30 il. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônomo, Campinas, 2005.

CONSTANSKI, K.C.; ZORZETTI, J; SANTORO, P.H.; NEVES, P.M.O.J.; Controle alternativo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1876) (Coleoptera: Curculionidae) com a utilização de pós inertes. **SIMÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7**. Araxá, 2011.

COSTA, José Nilton Medeiros. **Alternativas para o controle da broca-do-café-2020**; Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52115273/artigo---alternativas-para-o-controle-da-broca-do-cafe?p_auth=8RplZji2. Acesso em 24 dez. 2021.

DCI - DIÁRIO DO COMÉRCIO E INDÚSTRIA. **PIB: quais as maiores economias do mundo em 2021**. Disponível em: <https://www.dci.com.br/economia/maiores-economias-do-mundo-de-acordo-com-o-pib/139440/>. Acesso em: 22 ago. 2021.

DIAS, R.; **Sustentabilidade: origem e fundamentos**; educação e governança global; modelo de desenvolvimento; São Paulo: Atlas, 2015.

DIEPENBROCK, L. M.; QURESHI, J.; STELINSKI, L. **2020–2021 Florida Citrus Production Guide: Asian Citrus Psyllid - CG097**. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2020.

EC - EUROPEAN COMMISSION. **Final Review report for the active substance chlorantraniliprole, 2013 - 2018**. Disponível em: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/active-substances/?event=as.details&as_id=526. Acesso em 22 ago. 2021.

_____. **Final Review report for the active substance cyantraniliprole**. Disponível em: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/active-substances/?event=as.details&as_id=1083. Acesso em 22 ago. 2021.

_____. **Review report for the active substance acetamiprid, 2004, 2016, 2018**. Disponível em: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/active-substances/?event=as.details&as_id=1050. Acesso em 22 ago. 2021.

ECYCLE. São Paulo: Ecycle. 2010. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/8955-agricultura-sustentavel.html>. Acesso em: 09 fev. 2021.

EFSA - EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. **Pesticides**. Parma: EFSA. c[2009] Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/pesticides#peer-review>. Acesso em: 22 ago. 2021.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Meio Ambiente– Pesquisa e Desenvolvimento. Brasília: EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/meio-ambiente/qualidade-agroambiental-e-sistemas-produtivos-sustentaveis>. Acesso em: 31 dez. 2021.

EPA-ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Imidacloprid Proposed Interim Registration Review Decision Case Number 7605, January 2020**. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/default/files/202001/documents/imidacloprid_pid_signed_1_22.2020.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. **Name of Chemical: Acetamiprid**. Disponível em: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-099050_15-Mar-02.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. **R.E.D. FACTS – Diflubenzuron.** Disponível em: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/fs_PC-108201_1-Aug-97.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. **Reavaliação: Revisão de Pesticidas Registrados.** Disponível em: <https://www.epa.gov/pesticide-reevaluation>. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. **Pesticide Fact Sheet Name of Chemical: Chlorantraniliprole.** Disponível em: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-090100_01-Apr-08.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. **Product Name: DuPont Cyazypyr Technical.** Disponível em: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/cyantraniliprole_ext_of_excl_use_20150716.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. **PRIA Label Amendment - To add rice and soybean seed treatment to the label.** Disponível em: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/ppls/000100-01418-20170328.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. **Reregistration Eligibility Decision for Pyrethrins List B - Case No. 2580.** Disponível em: https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/pdf/pyrethrins_red.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. **Ground Water and Drinking Water;** Disponível em: <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations>. Acesso em: 31 ago. 2021.

EU-European Union. The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food; Study Requested by the DEVE Committee; Policy Department for External Relations Directorate General for External Policies of the Union; PE 653.622 - January 2021.

EUROSTAT- European Statistical Office; DG AGRI DASHBOARD: CITRUS FRUIT Disponível em: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/farming/documents/citrus-dashboard_en.pdf. Acesso em: 24 dez. 2021.

FAO-Food and Agriculture Organization. **Guidelines on efficacy data for the registration of pesticides for plant protection.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 61p. 2006.

FEDATO, P. H. O. **Avaliação da eficiência e praticabilidade agronômica do produto TKI-15BR (caulim calcinado 500 g/kg), no controle do bicho-mineiro (*leucoptera coffeella*), na cultura do café (*coffea arabica l.*).** EF 2569 004 19 N; PLANTEC Laboratórios, 2019.

_____. **Avaliação da eficiência e praticabilidade agronômica do produto TKI-15 BR (caulim calcinado 500 g/kg), no controle do psilídeo (*Diaphorina citri*), na cultura do citros (*Citrus sinensis*).** EF 2569 001 19 N; PLANTEC Laboratórios, 2019;

_____. **Avaliação da eficiência e praticabilidade agronômica do produto TKI-15 BR (caulim calcinado 500 g/kg), no controle do psilídeo (*Diaphorina citri*), na cultura do citros (*Citrus sinensis*).** EF 2569 002 19 N; PLANTEC Laboratórios, 2019a;

_____. **Avaliação da eficiência e praticabilidade agronômica do produto TKI-15 BR (caulim calcinado 500 g/kg), no controle do psilídeo (*Diaphorina citri*), na cultura do citros (*Citrus sinensis*).** EF 2569 003 19 N; PLANTEC Laboratórios, 2019b;

FERREIRA, E. DA S.; LIRA, W. S.; CANDIDO, G. A.; Sustentabilidade no Setor de Mineração: uma Aplicação do Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal. v. 7, n. 3, p. 074-091. jul. /set. 2010.

FRANCO, D.; FUKUDA, L. A.; Eficácia e praticabilidade agronômica de TKI-15BR no controle de psilídeo (*Diaphorina citri*) em citros (*Citrus sinensis*); 064-SP-2017-E; FARM ASSISTÊNCIA TÉCNICA S/S LTDA.; 2018

FRANCO, D.; FUKUDA, L. A.; Eficácia e praticabilidade agronômica de TKI-15BR no controle de psilídeo (*Diaphorina citri*) em citros (*Citrus sinensis*); 065-SP-2017-E; FARM ASSISTÊNCIA TÉCNICA S/S LTDA.; 2018a

FRANCO, D.; FUKUDA, L. A.; Eficácia e praticabilidade agronômica de TKI-15BR no controle de psilídeo (*Diaphorina citri*) em citros (*Citrus sinensis*); 076-SP-2017-E; FARM ASSISTÊNCIA TÉCNICA S/S LTDA.; 2018b

FROTA, M. T. B. A.; SIQUEIRA, C. E.; Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa. **Cadernos de Saúde Pública**, 2021; 37(2):e00004321.

FUNDECITRUS - FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. **Inventário de árvores e estimativa de safra.** Araraquara: FUNDECITRUS, [2020]. Disponível em: <<https://www.fundecitrus.com.br/pes/estimativa>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

_____. **Produtos para proteção da Citricultura, 2021;** Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/protocitrus>. Acesso em: 24 dez. 2021.

_____. Alerta Fitossanitário – Período crítico: segundo semestre exige controle mais rigoroso do psilídeo; In. **Revista Citricultor**, Ano IX, n. 45, pp.26, 2018. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/revista_detalhes/revista-citricultor-edicao-45/54. Acesso em: 24 dez 2021. 2021b

FURTADO, R.; **Agribusiness Brasileiro: A História.** São Paulo: Editora Evoluir Cultural, 2002.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. DE; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GHINI, R., BETTIOL, W.; Proteção de plantas na agricultura sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, v.17, n.1, p.61-70, jan./abr; 2000.

GIL, A. C.; **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLENN, D. M.; PUTERKA, G. J.; Particle films: a new technology for agriculture. **Horticultural reviews**, p.1-44, 2005.

GONÇALVES, M. T.; HANNAS, A. S. C. D.; Agricultura Alternativa e Mecanismos de Certificação Agropecuária: Uma Análise do Marco Regulatório. **Rural Urbano**, UFPE, 2018.

GONÇALVES, S. L.; GAUDENCIO, C. DE A.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R.; GARCIA, A.; Rotação de Culturas; **Circular Técnica 45**. EMBRAPA, Londrina, 2007.

GOTTWALD, T.R., DA GRAÇA, J.V., BASSANEZI, R.B. Citrus huanglongbing: the pathogen, its epidemiology, and impact. **Plant Healthy Progress**. Volume 8, Número 01, 2007.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas é vital na produção de citros. In Revista **Scietia Agricola**. Esalq/USP p.54-59, 2004.

GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G.; BALIZA, D.P. **Semiologia do cafeeiro**: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas. Lavras: Editora UFLA, 2010. 215 p.

HALBERT, S.E. The discovery of huanglongbing in Florida. **Proceedings of the 2nd International Citrus Canker and Huanglongbing Research Workshop**. Orlando, 2005. p. H-3.

HALL, O. G.; LAPOINTE, S. L.; WENNINGER, E. J. Effects of a Particle Film on Biology and Behavior of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and Its Infestations in Citrus. **Horticultural Entomology**. n.100, v.3; p.847-854, 2007.

HEISER, C.B.; **Sementes para a Civilização: a história da civilização humana**. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1977. 253 p.

HOLMGREN, D.; **Permacultura**: princípios e caminhos além da sustentabilidade. Porto Alegre: Via Sapiens, 2013. 416p.

HSU, C. C.; TAN, K-C; ZAILANI, S. H. M.; JAYARAMAN, V.; Supply chain drivers that foster the development of green initiatives in an emerging economy. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 33, n. 6, p. 656-688, 2013.

IAC - Instituto Agronômico de Campinas; **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas** / Eds.; Adriano Tosoni da Eira Aguiar, Charleston Gonçalves, Maria Elisa Ayres; Guidetti Zagatto Paterniani; *et al.* 7.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agronômico, 2014. 452 p.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Reavaliação dos neonicotinóides – Imidacloprido; Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/reavaliacao-ambiental#sobre-a-reavaliacao-ambiental>. Acesso em: 31 ago. 2021

_____. Boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil-2019; Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/relatorios/2019/grafico_do_historico_de_comercializacao_2000-2019.pdf. Acesso em: 23 dez. 2021

_____. Boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil-2019; Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 23 dez. 2021(b)

ICA - Instituto Colombiano de Agropecuária. Listado de Registros nacionales de plaguicidas quimicos de uso agrícola. Disponível em: <https://www.ica.gov.co/getdoc/d3612ebf-a5a6-4702-8d4b-8427c1cdaeb1/registros-nacionales-pgua-15-04-09.aspx>. Acesso em 13 ago. 2021

ICAMA - Institute of the Control of Agrochemicals. **Regulamentação de agrotóxicos na China**. Disponível em: <http://www.chinapesticide.org.cn/hyxx/index.jhtml>. Acesso em: 22 ago. 2021.

KAWABATA, A. M.; NAKAMOTO, S. T.; CURTISS, R. T. Recommendations for coffee berry borer integrated pest management in Hawai'i 2015. **University of Hawaii at Mānoa**, IP-33, 2015.

KAY, I.R. & COLLINS, P.J.; The problem of resistance to insecticides in tropical insects pests. **Insect Science Applicata**, v. 8, p.715-721; 1987.

KOGAN, M. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Development. **Ann. Rev. Entomol.**, 43: 243-270; 1998.

KORIN. **Agricultura natural**. Disponível em: <https://www.korin.com.br/quem-somos/agricultura-natural/>. Acesso 09 fev. 2021.

LA BIODIVERSIDAD. **Cartilha da Agricultura ecológica- princípios básicos**. Disponível em: http://www.biodiversidadla.org/Documentos/Cartilha_da_Agricultura_Ecologica_-_Principios_Basicos. Acesso em: 09 fev. 2021. 2012.

LARENTZAKI, E.; SHELTON, PLATE, J.; Effect of kaolin particle film on Thrips tabaci (Thysanoptera: Thripidae), oviposition, feeding and development on onions: A lab and

field case study; In. **Crop Protection** 27 (2008) 727–734

LAUX, L.C.; BÜTTENBENDER, D; PETRY, H. B.; GONZATTO, M. P.; OLIVEIRA, R. P. de; SCIVITTARO, W. B.; BARROS, I. B. I. de; **Citricultura biodinâmica: princípios e insumos para nutrição de plantas**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2013. 34p.

LESKEY, T. C.; WRIGHT, S. E.; GLENN, D. M.; PUTERKA, G. J. Effect of Surround WP on behavior and mortality of apple maggot (Diptera: Tephritidae). **Journal of economic entomology**, v. 103, n. 2, p. 394-401, 2010.

LINDER, C.; RÖSTI, J.; LORENZINI, F.; DENEULIN, P.; BADERTSCHER, R.; KEHRLI, P.; Efficacy of kaolin treatments against *Drosophila suzukii* and their impact on the composition and taste of processed wines; In **Vitis** 59, 49–52 (2020)

MADER, P; FLIEBBACH, A.; DUBOIS, D.; GUNST, L.; FRIED, P.; NIGGLI, U; Soil fertility and biodiversity in organic farming. **Science**. v.296, p.1694-1697, 2002.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O que são produtos orgânicos? Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/o-que-sao-produtos-organicos>. Acesso em 16 set. 2021.

_____. **Produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/produtos-fitossanitarios/produtos-fitossanitarios>. Acesso em 16 set. 2021a.

_____. **Especificações de Referência**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/produtos-fitossanitarios/especificacao-de-referencia>. Acesso em 16 set. 2021 b.

_____. **Eficácia e Praticabilidade agrônômica**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/eficacia-e-praticabilidade-agronomica-1>, Acesso em 16 set. 2021c

_____. **Agrofit Consulta aberta**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 16 set. 2021d.

_____. **Ranking da FAO mostra que uso de defensivos no Brasil é menor que em diversos países da Europa**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ranking-da-fao-mostra-que-uso-de-defensivos-no-brasil-e-menor-que-em-diversos-paises-da-europa>. Acesso em 16 set. 2021e.

MAPA - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Plan de Contingencia de *Diaphorina citri* Kuwayana. **Programa Nacional Para la Aplicación de la Normativa Fitosanitaria**.. Octubre, 2020. Disponível em: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos->

fitosanitarios/guias-gestion-plagas/citricos-subtropical/default.aspx. Acesso em: 10 out. 2021

MARCHI, E.C. S.; **Influência da adubação orgânica e de doses de material húmico sobre a produção de alface americana e teores de carbono no solo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Lavras: UFLA, 2006.

MARSARO JUNIOR A.L.; PEREIRA, P. R. V. da S.; PIRES, J. L. F.; STRIEDER, M. L.; MORI, C. de; SCARPARO, A. P.; LAU, D.; PANIZZI, A. R.; Manejo de insetos pragas na sucessão trigo-soja em Passo Fundo, RS. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2017. 31p.

MARTINEZ, A., WALLACE, J.; Citrus leaf mottle-yellows disease in the Philippines and transmission of the causal virus by a psyllid, *Diaphorina citri*. **Plant Disease Reporter** 51:692–695, 1967.

MARTINI, L.F.D.; AVILA, L.A.; CASSOL, G.V.; ZANELLA, R.; MACHADO, S.L.O.; MARQUES, M.S., DE VICARI, M. Transporte de agrotóxicos em lavoura de arroz irrigado sob três manejos de irrigação; In: **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 799-808, 2012.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2010. 542 p.

MELLO, F. A. FAGIANI, M. de A. B.; SILVA, R. C. R. e; NAI, G. A. e; Agrotóxicos: impactos ao meio ambiente e à saúde humana - 2018; In **Colloq Vitae**. mai-ago, 2019.

MIRANDA, M. P. de.; EDUARDO, W. I.; VOLPE, H. X. L.; BASSANEZI, R. B. Utilização de caulim processado para o manejo do psilídeo e Greening (HLB) – Uma ferramenta que pode reduzir a dispersão do psilídeo para os pomares comerciais e consequentemente a incidência da doença”; In: **Citricultura Atual – Revista do Grupo de Consultores em Citros**. Ano XXIV, n. 127, nov. 2020; pp. 32-34.

MONTEIRO, A. C. A.; NASCIMENTO, A. M.; SOUZA, S. R.; Avaliação da eficácia e seletividade do produto TKI 15BR (Caolim calcinado) no controle do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) na cultura do café (*Coffea arabica* L.). Relatório de Estudo de Campo - MAPA 010-MG-071-2018-E; AGROTESTE – PESQUISA E DESENVOLVIMENTO, 2019.

NASCIMENTO, A. M.; MONTEIRO, A. C. A.; BARROS, A. F.; Avaliação da eficácia e da seletividade do produto TKI-15BR (Caolim calcinado), via pulverização foliar, no controle da Broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) no cafeeiro (*Coffea sp.*). Relatório de Estudo de Campo - MAPA 010-MG-082-2019-E; AGROTESTE – PESQUISA E DESENVOLVIMENTO, 2018.

NAVA, D. E.; BERNARDO UENO, B.; MELO, M.; CARBONARI, J. J.; DANIELI, R.; GRASSELLI, V.; GONÇALVES, R. da S.; ALBA, J. M. F.; ALMEIDA, I. R. de; OLIVEIRA, R. P de; **Bioecologia, danos e controle de *Diaphorina citri* e do**

Huanglongbing em citros e resultado do monitoramento e zoneamento para o Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 26 p.

NEVES, P. D. M.; MENDONÇA, M. R.; BELLINI, M.; PÔSSAS, I. B.; Intoxicação por agrotóxicos agrícolas no estado de Goiás, Brasil, de 2005-2015: análise dos registros nos sistemas oficiais de informação. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25(7):2743-2754, 2020.

NOVELINI, L.; **Disponibilidade da radiação sola e eficiência de cultivos consorciados de milho safrinha e feijão. 2018. 70p.** Tese de Doutorado (Sistemas de Produção Agrícola Familiar) - Universidade federal de Pelotas, Pelotas/RS, 2018.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, A. A. C.; AQUINO, A. R. L. DE; MAIA, S. M. F.; **Influência da cobertura morta no desenvolvimento de fruteiras tropicais.** - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 24p.

ONU - Organização das Nações Unidas. Fome zero e agricultura sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2>. Acesso em: 27 mar. 2021.; 2015.

PARRA, J. R. P. **Controle biológico das pragas de citros.** Bebedouro: EECB - Boletim Citrícola. 37p. 2002.

PARRA, J. R. P. ; LOPES, J. R. S.; TORRES, M. L. G.; NAVA, D. E.; PAIVA, P. E. B; Bioecologia do vetor *Diaphorina citri* e transmissão de bactérias associadas ao Huanglongbing. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis. v. 31, p. 37-51, 2010.

PENG, L.; TRUMBLE, J. T.; MUNYANEZAE, J. E.; LIUA, T-X.; Repellency of a kaolin particle film to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae), on tomato under laboratory and field conditions. **Pest management Science**. v. 67, n. 7, p. 815-824, 2011.

PENSAMENTO VERDE. **Entenda o conceito de agricultura regenerativa e sua contribuição para a natureza.** Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/entenda-o-conceito-de-agricultura-regenerativa-e-sua-contribuicao-para-natureza/>. Acesso em: 27 março de 2021.

PEREIRA, A. P. **Espécies vegetais potenciais para adubação verde.** 2015. Dissertação de Mestrado (Desenvolvimento Rural, Área de Concentração em Desenvolvimento Rural Sustentável); Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, RS, 2015.

PRADO, E. Tecnologia de partículas e perspectivas de uso em cafezais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 41.** Poços de Caldas. PROCAFÉ, 2015. p.250~251.

PUTTI, F. F.; SILVA, A. L. C. da; GABRIEL FILHO, L. R. A. G.; **Tecnologias em agricultura sustentável**; 1.ed. Tupã: ANAP; 2017. 392p.

RAGASSI, B.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; O. P da SILVA JUNIOR; Ecotoxicidade de agrotóxicos para algas de água doce; In. ANAP Brasil, Revista Científica, v.10, n. 19, 2017.

RAMÍREZ-GODOY, A.; PUENTES-PERÉZ, G.; RESTREPO-DÍAS, H. Evaluation of the effect of foliar application of kaolin clay and calcium carbonate on populations of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) in Tahiti lime. **Crop Protection**. n.109, p.62-71, 2018.

REHAGRO: Manejo do Bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*); Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/manejo-do-bicho-mineiro/>. Acesso em: 24 dez. 2021. 2021;

REIJNTJES, C.; B. HAVEKORT, B.; WATERS-BAYER, A.; 1999. Agricultura para o Futuro: uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos. ASPTA. Rio de Janeiro. 2ed. 324p.

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Doenças dos cereais de inverno**: diagnose, epidemiologia e controle. Lages: Graphel, 2007. 176p.

REIS, P. R.; PEREIRA, M. C.; Avaliação da eficiência do produto TKI-15BR aplicado em pulverização no controle do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), na cultura do cafeeiro, *Coffea arabica* L. Relatório de Estudo de Campo - MAPA 013-MG-2018-E; CROP TEST - Teste de Produtos Fitossanitários em Agricultura Ltda, 2018.

_____. Avaliação da eficácia do produto TKI-15BR (Caulim calcinado 50% WP) em aplicação foliar no controle da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), na cultura do cafeeiro, *Coffea arabica* L. Relatório de Estudo de Campo - MAPA 003-MG-2018-E; CROP TEST - Teste de Produtos Fitossanitários em Agricultura Ltda, 2018.

_____. Avaliação da eficácia do produto TKI-15BR (Caulim calcinado 50% WP) em aplicação foliar no controle da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), na cultura do cafeeiro, *Coffea arabica* L. Relatório de Estudo de Campo - MAPA 002-MG-2019-E; CROP TEST - Teste de Produtos Fitossanitários em Agricultura Ltda, 2018a.

REIS, P.R. ; SOUZA, J. C. de; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. ; SILVA, R. A. ZACARIAS, M. S. ;C ; Manejo integrado das pragas do cafeeiro, p.573-688. In: REIS, P.R; CUNHA, R.L. da. (Eds.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG Sul de Minas, 2010. 896p.

RICCI, M. dos S. F.; ARAUJO, M. do C. F.; FRANCH, C. M. de C. **Cultivo orgânico do café**: recomendações técnicas. Formação Tecnológica. Brasília: Embrapa, 2002. 101p.

RODA, N. de M.; BRANCHI, B. A.; LONGO, R. M.; FERREIRA, D. H. L.; ABREU, D. P. de; PONTIN, J. C.; Uso de caulinita processada como técnica sustentável de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas na produção agrícola. **II Sustentare –**

Seminário de Sustentabilidade da PUC-Campinas; V WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa de Indicadores de Sustentabilidade, nov.2020.

ROMEIRO, A. R.; Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares. **Texto para Discussão**. IE/UNICAMP, Campinas, n. 68, abr. 1999.

SALGADO, J. A. M.; NASCIMENTO, A. M.; MONTEIRO, A. C. A.; Relatório técnico de eficiência e praticabilidade agrônômica. Protocolo: TKI-15BR café broca. Relatório de Estudo de Campo - Agroteste - Pesquisa e Desenvolvimento. Lavras, 2020.

SANTINATO, R.; SANTINATO, F.; SILVA, R. O.; ECKHARDT, C. F.; RODA, N. DE M.; "Mineral partícula filme de proteção contra insolação" Surround® WP atuando na proteção do cafeeiro contra cercosporiose e bicho mineiro. **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 42**, 2016. Serra Negra, PROCAFÉ, p.97-99, 2016.

SANTOS, H. P; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T. A importância da Rotação de Culturas para os Cereais de Inverno. In: SANTOS, H. P. dos. *et al.* **Sistemas de produção para cereais de inverno: três décadas de estudos**. Brasília: Embrapa, p. 29-44, 2019.

SHELLER, E. **Fundamentos científicos da nutrição vegetal na agricultura ecológica**. Tradução de Bernardo Thomas Sixel. Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2003. 78p.

SCORZA JUNIOR, R. P.; REGITANO, R. L. O.; Sorção, degradação e lixiviação do inseticida tiametoxam em dois solos de Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.5, p.564-572, 2012.

SEAPA - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MG; **Perfil Mundial**. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais; SUPEA, SIEA; Belo Horizonte; MG; Disponível em: http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php?option=com_gmg&controller=document&id=27-perfil-mundial&external=true. Acesso em: 16 set. 2021.

SILVA, A. DE C.; GOMES, C. C.; SACRAMENTO, F. Z.; GARCIA, G. L.; SCHULTZ, H.; PIAN, L. B.; ALMEIDA, L. H. M. DE; AGUIAR, L. A.; TAMASHIRO, L. A. G. TAMASHIRO **Guia para o reconhecimento de inimigos naturais de pragas agrícolas**. Brasília: Embrapa, 2013. 47 p.

SILVA, A. L. de L., SILVA, C. A. D. da. Concentração eficiente e econômica de caulim para a proteção de algodoeiro contra o bicudo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.50, n.9, p.763-768, set. 2015.

SILVA, W. H. **Sustentabilidade e cultura da qualidade na gestão da cadeia de suprimentos do café na região do Cerrado Mineiro**. 2017. 183 p. Dissertação. (Mestrado em Agronegócio) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SOARES, D. F.; FARIA, A. M.; ROSA, A. H.; Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. *Engenharia Sanitária Ambiental*. v.22, n.2, p.277-284, mar/abr 2017.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F de S. Uso de agrotóxicos e impactos econômicos sobre a saúde. **Revista Saúde Pública**, 2012;46(2):209-17.

SOUZA, J.C.de; **Bicho-mineiro do cafeeiro**: biologia, danos e manejo integrado. 2. ed. Ver. Aum.; Boletim Técnico 54, EPAMIG, Belo Horizonte, 1998.

STEIN, C. P.; **Manejo de Pragas de Plantas**. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2014. 8p.

TEIXEIRA, D.C.; AYRES, J.; KITAJIMA, E.W.; DANET, L.; J-E, S.; SAILLARD, C.; BOVÉ J. M.; First report of a huanglongbing-like disease of citrus in São Paulo State, Brazil, and association of a new liberibacter species. *Candidatus Liberibacter americanus*, with the disease. **Plant Disease** 89:107, 2005a.

TEIXEIRA, D.C.; SAILLARD, C.; EVEILLARD, S.; DANET, J. L.; COSTA, P. I. D.; AYRES, A. J.; BOVÉ, J; *Candidatus Liberibacter americanus* sp. nov., associated with citrus huanglongbing (greening disease) in São Paulo State, Brazil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 55:1857-1862, 2005b.

THEODORO, V. C. de A. **Transição do manejo de lavoura cafeeira do sistema convencional para o orgânico**. 2006. 142p. Dissertação (Tese Doutorado em Agronomia). Lavras, UFLA, 2006.

TURATI, D. T. **Efeito de filme de partículas de caulim sobre a seleção hospedeira e desenvolvimento de *Diaphorina citri* Kuwayama em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck**. 2008. 73 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008. Piracicaba, 2008.

UNEP - United Nations Environment Programme. **History of the negotiations of the Rotterdam Convention**. Disponível em: <http://www.pic.int/TheConvention/Overview/History/Overview/tabid/1360/language/en-US/Default.aspx>. Acesso em: 16 set. 2021

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA history**. 2021. Disponível em: <https://www.epa.gov/history>. Acesso em: 09 fev. 2021

YAMAMOTO, P. T. **Manejo integrado de pragas dos citros**. Piracicaba, 2008. 336p.

YAMAMOTO, P. T.; FELIPPE, M. R.; GARBIM, L. F.; COELHO, J. H. C.; XIMENES, N. L.; MARTINS, E. C.; *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae): vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter americanus*. **Proceeding Huanglongbing Greening International Workshop**. Ribeirão Preto, 2006. 96 p.

WHO - World Health Organization. **Acordos internacionais sobre o uso de agrotóxicos**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/chemical-safety-pesticides>. Acesso em: 22 ago. 2021. 2020

WTO - World Trade Organization. **Sanitary and Phytosanitary Measures: Introduction - Understanding the WTO Agreement on Sanitary and Phytosanitary Measures**. Disponível em: https://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsund_e.htm. Acesso em: 22 ago. 2021. 1998

Anexo 1. A autorização para a análise e discussão dos dados produzidos pela empresa PB Brasil Indústria e Comércio de Gelatina Ltda., detentora no Brasil da tecnologia de produção do Surround.

Anexo 2. Uso do caulim no controle do Psilídeo na cultura de citrus

Tabela 1. Número de psilídeos (*Diaphorina citri*) adultos vivos em citros (*Citrus sinensis*), 7 dias após cada aplicação. Bebedouro, SP, 2018 (ensaio 1) 064-SP-2017-E

Tratamentos ou L/ha	Dose (kg)	Número de insetos vivos							
		7 DAA**		7 DAB**		7 DAC**		7 DAD**	
		16/04/2018	30/04/2018	14/05/2018	28/05/2018				
BBCH		32	34	36	38				
		Efic (%)		Efic (%)		Efic (%)		Efic (%)	
1. Testemunha	-	9,00 b	8,75 b	8,50 b	9,00 b				
2. TKI-15BR	5,0	4,50 ab	4,25 ab	4,00 ab	1,50 a	50,0	51	52,9	83,3
3. TKI-15BR	10,0	3,50 ab	3,25 a	3,00 a	0,00 a	61,1	62,9	64,7	100,0
4. TKI-15BR	15,0	2,00 a	1,75 a	1,75 a	0,00 a	77,8	80,0	79,4	100,0
5. TKI-15BR	25,0	2,50 ab	2,00 a	1,50 a	0,00 a	72,2	77,1	82,4	100,0
5. TKI-15BR	0,15	1,25 a	1,25 a	1,25 a	0,50 a	86,1	85,7	85,3	94,4
6. Provado 200 SC*									
Teste F		3,456 *	11,917	5,870 **	47,250 **				
cv (%)		32,34	17,72	26,19	16,61				

1. ns = diferença não significativa; * diferença significativa a 5% de probabilidade de erro; significativa a 1%

2 As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram entre si pelo teste de Tukey (P 0,05).

3 Porcentagens de eficiência calculadas pela fórmula de Abbott (1925).

** DAA: 7 dias após a aplicação A; DAB 14 após aplicação A; DAC 14 dias após aplicação B; DAD: 14 dias após aplicação D

* Marca registrada da Bayer S.A.

Adaptado de FRANCO, 2018

Tabela 2. Número de psíldeos (*Diaphorina citri*) adultos vivos em citros (*Citrus sinensis*), 7 dias após cada aplicação. Bebedouro, SP, 2018 (ensaio 2)

Tratamentos	Dose (kg ou L/ha)	Número de insetos vivos								
		7 DAA 16/04/2018		7 DAB 30/04/2018		7 DAC 14/05/2018		7 DAD 28/05/2018		
BBCH		32		34		36		38		
		Efic (%)		Efic (%)		Efic (%)		Efic (%)		
1. Testemunha	-	8,50	b	9,00	c	8,25	d	7,50	b	
2. TKI-15BR	5,0	7,00	b	4,00	bc	3,25	c	2,75	a	63,3
3. TKI-15BR	10,0	5,00	ab	2,00	ab	1,50	bc	1,00	a	86,7
4. TKI-15BR	15,0	4,50	ab	2,25	ab	1,00	ab	0,00	a	100,0
5. TKI-15BR	25,0	2,50	a	1,50	ab	1,00	ab	0,50	a	93,3
6. Provado 200 SC*	0,15	2,25	a	0,00	a	0,00	a	0,25	a	96,7
Teste F		6,187 **		10,080 **		31,227 **		11,863 **		
CV (%)		17,79		29,60		18,31		26,95		

¹ ns = diferença não significativa; * diferença significativa a 5% de probabilidade de erro; ** significativa a 1%.

² As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

³ Porcentagens de eficiência calculadas pela fórmula de Abbott (1925).

* Marca registrada da Bayer S.A.

Adaptado de FRANCO, 2018a

Tabela 3. Número de psilídeos (*Diaphorina citri*) adultos vivos em citros (*Citrus sinensis*), 7 dias após cada aplicação. Bebedouro, SP, 2018 (ensaio 3)

Tratamentos	Dose (kg ou L/ha)	Número de insetos vivos							
		7 DAA**		7 DAB**		7 DAC**		7 DAD**	
		16/04/2018		30/04/2018		14/05/2018		28/05/2018	
BBCH		32		34		36		38	
		Efic (%)		Efic (%)		Efic (%)		Efic (%)	
1. Testemunha	-	8,75	b	8,50	A	9,25	b	8,75	c
2. TKI-15BR	5,0	6,50	ab	25,7		4,00	A	52,9	
3. TKI-15BR	10,0	3,50	ab	60,0		4,00	A	52,9	
4. TKI-15BR	15,0	3,50	ab	60,0		3,50	A	58,8	
5. TKI-15BR	25,0	2,00	ab	77,1		3,00	A	64,7	
6. Provado 200 SC	0,15	0,50	a	94,3		2,25	A	73,5	
Teste F		3,398	*			1,592	Ns		
CV (%)		37,29				34,70			
						6,863	**		
								6,841	**
						28,86		26,31	

¹ ns = diferença não significativa; * diferença significativa a 5% de probabilidade de erro; ** significativa a 1%.

² As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

³ Porcentagens de eficiência calculadas pela fórmula de Abbott (1925).

** DAA: 7 dias após a aplicação A; DAB: 14 após aplicação A; DAC: 14 dias após aplicação B; DAD: 14 dias após aplicação D

* Marca registrada da Bayer S.A.

Adaptado de FRANCO, 2018b

Tabela 4. Número de psílídeos (*Diaphorina citri*) adultos vivos em citros (*Citrus sinensis*), 7 dias após cada aplicação. Itacemópolis, SP, 2019 (ensaio 4)

Tratamento	Dose (Kg ou L/Ha)	Número de Insetos (1)	E%	Número de Insetos (2)	E%	Número de Insetos (3)	E%	Número de Insetos (4)	E%
1. Testemunha	0	10	A	0	A	0	a	0	a
2. TKI-15BR	5	0,75	B	92,5	B	90	b	92,5	b
3. TKI-15BR	10	0,25	bc	97,5	bc	95	b	95	c
4. TKI-15BR	15	0	C	100	C	100	b	100	d
5. TKI-15BR	25	0	C	100	C	100	b	100	d
6. Provado 200 SC *	0,15	0	C	100	C	100	b	100	d

(1) Média 1,83 / CV% 4,55; (2) Média 1,92 / CV% 5,11; (3) Média 1,88 / CV% 5,95; (4) Média 2,21 / CV% 0,73

E%: porcentagem de eficiência no controle do inseto

* Marca registrada da Bayer S.A.

Adaptado de FEDATO, 2019

Tabela 5. Número de psílídeos (*Diaphorina citri*) adultos vivos em citros (*Citrus sinensis*), 7 dias após cada aplicação. Santa Mariana, PR, 2019 (ensaio 5)

Tratamento	Dose (Kg ou L/Ha)	Número de Insetos (1)	E%	Número de Insetos (2)	E%	Número de Insetos (3)	E%	Número de Insetos (4)	E%
1. Testemunha	0	10	a	0	a	0	a	0	A
2. TKI-15BR	5	0	b	100	b	100	b	100	B
3. TKI-15BR	10	0	b	100	b	100	b	100	B
4. TKI-15BR	15	0	b	100	b	100	b	100	B
5. TKI-15BR	25	0	b	100	b	100	b	100	B
6. Provado 200 SC *	0,15	0	b	100	b	100	b	100	B

(1) / (2) / (3) / (4): Média 1,67 / CV% 0,00

E%: porcentagem de eficiência no controle do inseto

* Marca registrada da Bayer S.A.

Adaptado de FEDATO, 2019^a

Tabela 6. Número de psíldeos (*Diaphorina citri*) adultos vivos em citros (*Citrus sinensis*), 7 dias após cada aplicação. Anápolis, GO, 2019 (ensaio 6)

Tratamento	Dose (Kg ou L/Ha)	Número de Insetos (1)		E%	Número de Insetos (2)		E%	Número de Insetos (3)		E%	Número de Insetos (4)		E%
1. Testemunha	0	10	a	0	10	A	0	10	a	0	10	A	0
2. TKI-15BR	5	0	b	100	0	B	100	0	b	100	0,75	B	92,5
3. TKI-15BR	10	0	b	100	0	B	100	0	b	100	0	B	100
4. TKI-15BR	15	0	b	100	0	B	100	0	b	100	0	B	100
5. TKI-15BR	25	0	b	100	0	B	100	0	b	100	0	B	100
6. Provado 200 SC	0,15	0	b	100	0	B	100	0	b	100	0	B	100

(1) / (2) / (3): Média 1,67 / CV% 0,00; (4): Média 1,79 / CV% 3,37

E%: porcentagem de eficiência no controle do inseto

* Marca registrada da Bayer S.A.

Adaptado de FEDATO, 2019b

Anexo 3. Uso do caulim no controle da Broca do café

Tabela 7. Número de frutos de café, *Coffea arabica*, broqueados, com e sem galerias abandonadas, pela broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, em função dos tratamentos e respectivos níveis de eficiências ao longo das avaliações. Estação Experimental da Crop Test, Lavras, MG. Ano agrícola 2018-2019. (n = 200 frutos). Ensaio 4

Tratamentos	Dose p.c. ha ⁻¹	Número de frutos de café broqueados em função dos tratamentos e porcentagem de eficiências /avaliação								
		Avaliação Prévia 19/02/2018	1ª Avaliação 30 DAA 20/03/2018	2ª Avaliação 30 DAB 19/04/2018		3ª Avaliação 30 DAC 21/05/2018		4ª Avaliação 60 DAC 20/06/2018		
		NFB ⁽¹⁾	NFB ⁽¹⁾	Efic. % ⁽²⁾	NFB ⁽¹⁾	Efic. % ⁽²⁾	NFB ⁽¹⁾	Efic. % ⁽²⁾	NFB ⁽¹⁾	Efic. % ⁽²⁾
1. Testemunha	-	1,75 ns	7,75 b	-	10,50 b	-	17,00 b	-	29,50 c	-
2. TKI-15BR	1,50 kg	0,75 ns	2,50 a	67,74	1,75 a	83,33	3,25 a	80,88	4,50 b	84,75
3. TKI-15BR	5,00 kg	2,00 ns	2,75 a	64,52	1,50 a	85,71	1,25 a	92,65	5,25 b	82,20
4. TKI-15BR	10,00 kg	1,50 ns	2,00 a	74,19	0,50 a	95,24	0,75 a	95,59	2,50 a	91,53
5. TKI-15BR	15,00 kg	2,25 ns	2,75 a	64,52	1,25 a	88,10	1,75 a	89,71	6,00 b	79,66
6. TKI-15BR	25,00 kg	2,00 ns	2,50 a	67,74	0,50 a	95,24	1,00 a	94,12	8,25 b	72,03
7. Benevia*	1,50 L	1,00 ns	1,25 a	83,87	0,75 a	92,86	0,50 a	97,06	1,75 a	94,07
Média Geral		1,61	3,07		2,39		3,64		8,25	
C.V. (%) ⁽³⁾		37,87	29,03		28,04		25,09		21,38	

¹ NFB = Número de frutos broqueados, com e sem galerias abandonadas. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Observação: ns = não significativo. DAA = dias após a primeira aplicação; DAB = dias após a segunda aplicação e DAC = dias após a terceira aplicação.

² Efic. % = Porcentagem de eficiência (ABBOTT, 1925).

³ C.V. (%) = Coeficiente de variação dos dados transformados.

* Marca registrada da FMC Química do Brasil Ltda.

Adaptado de REIS, P. R.; PEREIRA, M. C., 2018

Tabela 8. Número de frutos de café, *Coffea arabica*, broqueados, com e sem galerias abandonadas, pela broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, em função dos tratamentos e respectivos níveis de eficiências ao longo das avaliações. Estação Experimental da Crop Test, Lavras, MG. Ano agrícola 2019-2020. (n = 200 frutos). (ensaio 5)

Tratamentos	Dose p.c. ha ⁻¹	Número de frutos de café broqueados em função dos tratamentos e porcentagem de eficiências /avaliação											
		Avaliação Prévia		1ª Avaliação 30 DAA		2ª Avaliação 30 DAB		3ª Avaliação 30 DAC		4ª Avaliação 60 DAC		5ª Avaliação 90 DAC	
		07/01/2019	08/02/2019	08/03/2019	08/04/2019	08/05/2019	07/06/2019	NFB ⁽¹⁾	Efic. % ⁽²⁾	NFB ⁽¹⁾	Efic. % ⁽²⁾	NFB ⁽¹⁾	Efic. % ⁽²⁾
1. Testemunha	-	3,25 ns	6,00 ns	-	10,00 b	-	10,00 b	-	13,25 c	-	10,50 c	-	
2. TKI-15BR	1,50 kg	4,00 ns	5,25 ns	12,50	8,25 b	17,50	4,75 a	52,50	7,00 b	47,17	5,75 b	45,24	
3. TKI-15BR	5,00 kg	3,50 ns	4,75 ns	20,83	6,75 b	32,50	3,75 a	62,50	3,50 a	73,58	3,00 a	71,43	
4. TKI-15BR	10,00 kg	3,25 ns	4,00 ns	33,33	4,75 a	52,50	2,00 a	80,00	1,50 a	88,68	1,75 a	83,33	
5. TKI-15BR	15,00 kg	3,75 ns	3,50 ns	41,67	4,50 a	55,00	2,50 a	75,00	3,50 a	73,58	2,75 a	73,81	
6. TKI-15BR	25,00 kg	3,00 ns	3,00 ns	50,00	3,75 a	62,50	2,00 a	80,00	3,25 a	75,47	2,75 a	73,81	
7 .Benevia	1,50 L	3,00 ns	2,75 ns	54,17	3,75 a	62,50	2,25 a	77,50	1,50 a	88,68	1,75 a	83,33	
Média Geral		3,39	4,18		5,96		3,89		4,79		4,04		
C.V. (%) ⁽³⁾		17,49	22,63		27,16		25,94		26,86		20,77		

¹ NFB = Número de frutos broqueados, com e sem galerias abandonadas. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

² Efic. % = Porcentagem de eficiência (ABBOTT, 1925).

³ C.V. (%) = Coeficiente de variação dos dados transformados.

Observação: ns = não significativo. DAA = dias após a primeira aplicação; DAB = dias após a segunda aplicação e DAC = dias após a terceira aplicação.

* Marca registrada da FMC Química do Brasil Ltda.

Adaptado de REIS, P. R.; PEREIRA, M. C, 2018a

Tabela 9. Frutos de café broqueados pela broca-do-café *Hypothenemus hampei*, em função dos tratamentos e respectivos níveis de eficiência ao longo das avaliações. Lavras, MG. Ano agrícola 2020. (Ensaio 6)

AVALIAÇÃO DO NÚMERO DE FRUTOS ATACADOS*												
Tratamentos	Kg p.c.ha ⁻¹	Prévia	30DAT1		30DAT2		30DAT3		60DAT3		90DAT3	
		m	m	E%	m	E%	m	E%	m	E%	m	E%
Testemunha	-	1,0 a	2,8 a	0,0	7,0 a	0,0	7,3 b	0,0	12,8 a	0,0	14,3 b	0,0
TKI-15BR	1,50	1,5 a	2,3 a	18,2	7,0 a	0,0	4,0 a	44,8	6,5 a	49,0	7,8 a	45,6
TKI-15BR	5,0	0,3 a	2,0 a	27,3	4,0 a	42,9	4,0 a	44,8	8,0 a	37,3	8,3 a	42,1
TKI-15BR	10,0	1,8 a	2,8 a	0,0	3,3 a	53,6	2,5 a	65,5	7,0 a	45,1	7,0 a	50,9
TKI-15BR	15,0	1,0 a	3,5 a	--	1,8 a	75,0	3,5 a	51,7	5,0 a	60,8	6,5 a	54,4
TKI-15BR	25,0	1,0 a	1,8 a	36,4	3,8 a	46,4	2,0 a	72,4	3,0 a	76,5	4,8 a	66,7
Sperto*	0,16	1,7 a	2,3 a	18,2	3,8 a	46,4	3,5 a	51,7	7,5 a	41,2	9,3 a	35,1
CV(%)		29,04	24,97		27,82		20,07		24,21		15,65	
Média		1,17	2,46		4,35		3,82		7,10		8,25	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$); Kg p.c. ha⁻¹: gramas de produto comercial por hectare; DAT1: dias após a primeira aplicação dos tratamentos, DAT2: dias após a segunda aplicação dos tratamentos; DAT3: dias após a terceira aplicação dos tratamentos. m: média; E%:eficácia proporcionada pelos tratamentos em relação à testemunha; CV (%): coeficiente de variação. *Os dados brutos foram transformados em $\sqrt{x + 1}$.

* Marca registrada da UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A.

Anexo 4. Uso do caulim no controle do bicho mineiro

Tabela 10. Número de folhas de cafeeiro, *Coffea arabica*, apresentando minas do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella*, e porcentagem de eficiência dos tratamentos ao longo da execução do experimento. Lavras, MG, 2018. (n = 50 folhas). Ensaio 01

Tratamentos	Dose ⁽¹⁾	Número de folhas minadas e eficiência de controle / avaliação															
		Avaliação Prévia 12/07/2018		1ª Avaliação 15 DAA 27/07/2018		2ª Avaliação 30 DAA 13/08/2018		3ª Avaliação 15 DAB 27/08/2018		4ª Avaliação 30 DAB 12/09/2018		5ª Avaliação 45 DAB 26/09/2018		6ª Avaliação 60 DAB 11/10/2018		7ª Avaliação 75 DAB 26/10/2018	
		NFM ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NFM ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NFM ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NFM ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NFM ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NFM ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NFM ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NFM ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾
1. Testemunha	-	8,75 ns	-	21,50 b	-	24,25 b	-	23,25 b	-	25,50 c	-	19,50 d	-	10,00 b	-	2,75 ns	-
2. TKI-15BR	1,50	7,00 ns	44,19	12,00 a	44,19	16,00 a	34,02	17,50 b	24,73	20,25 c	20,59	13,00 c	33,33	5,50 a	45,00	1,75 ns	36,36
3. TKI-15BR	5,00	10,25 ns	46,51	11,50 a	46,51	16,75 a	30,93	18,75 b	19,35	22,50 c	11,76	13,75 c	29,49	5,50 a	45,00	1,25 ns	54,55
4. TKI-15BR	10,00	9,25 ns	51,16	10,50 a	51,16	13,25 a	45,36	14,50 a	37,63	17,50 b	31,37	11,50 b	29,49	5,50 a	45,00	3,25 ns	0,00
5. TKI-15BR	15,00	8,00 ns	48,84	11,00 a	48,84	12,50 a	48,45	14,00 a	39,78	17,25 b	32,35	11,00 b	43,59	6,25 a	37,50	3,25 ns	0,00
6. TKI-15BR	25,00	7,25 ns	47,67	11,25 a	47,67	11,25 a	53,61	11,75 a	49,46	14,50 b	43,14	8,00 a	58,97	5,75 a	42,50	4,00 ns	0,00
7. Nomolt 150*	250,00	9,50 ns	32,56	14,50 a	32,56	12,50 a	48,45	11,00 a	52,69	11,50 a	54,90	7,00 a	64,10	4,25 a	57,50	1,50 ns	45,45
Média Geral	-	8,57	-	13,18	-	15,21	-	15,82	-	18,43	-	11,96	-	6,11	-	2,54	-
C.V. (%) ⁽⁴⁾	-	17,44	-	14,66	-	11,20	-	9,20	-	7,07	-	9,54	-	11,68	-	28,77	-

⁽¹⁾ Dose = kg ou mL do produto comercial/ha

⁽²⁾ NFM = Número de folhas minadas. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

⁽³⁾ Porcentagem de eficiência (ABBOTT, 1925).

⁽⁴⁾ Coeficiente de variação dos dados transformados.

* marca registrada da empresa BASF S.A

Adaptado de REIS, P. R.; PEREIRA, M. C., 2018

Tabela 11. Número de folhas minadas e eficiência de controle – Ensaio 02

		PORCENTAGEM DE FOLHAS MINADAS																
Tratamentos	Kg. p.c.ha ⁻¹	Prévia	15DAT1		30DAT1		15DAT2		30DAT2		45DAT2		60DAT2		75DAT2		90DAT2	
		m	m	%E	m	%E	m	%E	m	%E	m	%E	m	%E	m	%E	m	%E
Testemunha	-	9,75 a	41,75 a	---	31,38 b	---	28,13 b	---	26,38 c	---	24,50 b	---	18,75 b	---	13,00 c	---	14,63 c	---
TKI-15BR	1,50	10,38 a	35,00 a	16,17	23,38 a	25,50	22,25 b	20,89	18,00 b	31,75	14,38 a	41,33	13,00 a	30,67	9,13 b	29,81	10,25 b	29,91
TKI-15BR	5,00	11,25 a	31,63 a	24,25	19,38 a	38,25	22,25 b	20,89	17,38 b	34,12	14,13 a	42,35	13,00 a	30,67	9,75 b	25,00	10,50 b	28,21
TKI-15BR	10,00	11,25 a	31,50 a	24,55	19,13 a	39,04	23,25 b	17,33	16,88 b	36,02	13,75 a	43,88	12,88 a	31,33	9,50 b	26,92	10,38 b	29,06
TKI-15BR	15,00	11,13 a	26,00 a	37,72	18,63 a	40,64	22,13 b	21,33	15,50 b	41,23	12,38 a	49,49	12,25 a	34,67	8,75 b	32,69	10,63 b	27,35
TKI-15BR	25,00	12,00 a	24,13 a	42,22	18,13 a	42,23	22,50 b	20,00	15,38 b	41,71	12,25 a	50,00	11,88 a	36,67	8,25 b	36,54	9,38 b	35,90
Altacor *	0,09	11,50 a	23,88 a	42,81	18,38 a	41,43	15,75 a	44,00	11,13 a	57,82	11,00 a	55,10	8,88 a	52,67	5,38 a	58,65	6,13 a	58,12
CV (%)		27,76	19,15		9,23		7,96		9,09		8,22		8,69		8,63		9,34	
Média		11,04	30,55		21,20		22,32		17,23		14,63		12,95		9,10		10,27	

médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$); Kg p.c. ha⁻¹: quilogramas de produto comercial por hectare; E(%): eficácias proporcionadas pelos tratamentos em relação à testemunha; CV (%): coeficiente de variação; DAT: dias após a aplicações dos tratamentos.

* marca registrada da FMC Química do Brasil Ltda.

Adaptado de MONTEIRO, A. C. A.; NASCIMENTO, A. M.; SOUZA, S. R., 2019

Tabela 12. Número de folhas minadas e eficiência de controle – Ensaio 03

Tratamentos	Dose /ha ⁽¹⁾		Repetições ⁽²⁾				Média ⁽³⁾	E% ⁽⁴⁾	
	kg ou L p.c.	g i.a.	A	B	C	D			
1. Testemunha	-	-	26	30	32	33	30,25	a	-
2. TKI-15BR	1,5	750	13	12	14	13	13,00	b	57,02
3. TKI-15BR	5	2500	8	7	10	8	8,25	c	72,73
4. TKI-15BR	10	5000	6	8	7	9	7,50	c	75,21
5. TKI-15BR	15	7500	6	8	8	7	7,25	c	76,03
6. TKI-15BR	25	12500	5	7	8	7	6,75	c	77,69
7. Nomolt 150 ⁶	0,25	37,5	6	8	8	7	7,25	c	76,03
Média							11,46		
CV% ⁽⁵⁾							3,74		

1. Quilogramas ou litros do produto comercial e gramas de ingrediente ativo por hectare; 2. Repetições observadas a campo; 3. Teste de Tukey, a 5 % de probabilidade; 4. Cálculo da eficiência pela fórmula de Abbott (1925); 5. Coeficiente de variação dos dados transformados; 6. Produto padrão utilizado para comparação.

* marca registrada da empresa BASF S.A

Adaptado de REIS, P. R.; PEREIRA, M. C., 2018

TABELA 13. Número de lagartas vivas de bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella*, encontradas no interior das minas intactas de folhas minadas de cafeeiro, *Coffea arabica*, e porcentagem de eficiência dos tratamentos ao longo da execução do experimento. Lavras, MG, 2018. (n = 50 folhas).

Tratamentos	Dose ⁽¹⁾	Número de lagartas vivas nas minas das folhas minadas e eficiência de controle / avaliação														
		Avaliação Prévia 12/07/2018	1ª Avaliação 15 DAA 27/07/2018	2ª Avaliação 30 DAA 13/08/2018	3ª Avaliação 15 DAB 27/08/2018	4ª Avaliação 30 DAB 12/09/2018	5ª Avaliação 45 DAB 26/09/2018	6ª Avaliação 60 DAB 11/10/2018	7ª Avaliação 75 DAB 26/10/2018							
		NLV ⁽²⁾	NLV ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NLV ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NLV ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NLV ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NLV ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NLV ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾	NLV ⁽²⁾	Efic. (%) ⁽³⁾
1. Testemunha	-	4,25 ns	17,75 b	-	15,00 b	-	17,00 c	-	15,25 b	-	10,75 b	-	4,00 b	-	1,00 ns	-
2. TKI-15BR	1,50	3,75 ns	11,25 a	36,62	7,00 a	53,33	7,75 b	54,41	8,50 a	44,26	5,50 a	48,83	2,00 a	50,00	1,50 ns	0,00
3. TKI-15BR	5,00	5,00 ns	5,75 a	67,61	6,25 a	58,33	6,75 b	60,29	7,75 a	49,18	4,75 a	55,81	1,25 a	68,75	0,50 ns	50,00
4. TKI-15BR	10,00	4,25 ns	6,75 a	61,97	5,00 a	66,67	4,75 a	72,06	5,00 a	67,21	4,00 a	62,79	1,50 a	62,50	1,50 ns	0,00
5. TKI-15BR	15,00	3,50 ns	9,00 a	49,30	5,00 a	66,67	4,00 a	76,47	6,00 a	60,66	3,75 a	65,12	1,75 a	56,25	1,00 ns	0,00
6. TKI-15BR	25,00	4,25 ns	8,00 a	54,93	4,00 a	73,33	3,75 a	77,94	4,50 a	70,49	3,50 a	67,44	1,75 a	56,25	2,00 ns	0,00
7. Nomolt 150*	250,00	4,00 ns	9,25 a	47,89	3,75 a	75,00	4,25 a	75,00	5,50 a	63,93	3,75 a	65,12	1,50 a	62,50	0,75 ns	25,00
Média Geral	-	4,14	9,68	-	6,57	-	6,89	-	7,50	-	5,14	-	1,96	-	1,18	-
C.V. (%) ⁽⁴⁾	-	13,66	13,99	-	13,04	-	13,71	-	22,11	-	12,75	-	19,85	-	30,59	-

⁽¹⁾ Dose = kg ou mL do produto comercial/ha

⁽²⁾ NLV = Número de lagartas vivas nas minas intactas. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

⁽³⁾ Porcentagem de eficiência (ABBOTT, 1925).

⁽⁴⁾ Coeficiente de variação dos dados transformados.

* marca registrada da empresa BASF S.A

Adaptado de FEDATO, 2018

TABELA 14. Avaliação do número de lagartas vivas, em função da aplicação dos tratamentos para o controle de *L. coffeella* na cultura do café e eficácia proporcionada. Lavras - MG, 2019

		NÚMERO DE LAGARTAS VIVAS															
Tratamentos	Kg. p.c.ha ⁻¹	15DAT1		30DAT1		15DAT2		30DAT2		45DAT2		60DAT2		75DAT2		90DAT2	
		m	%E	m	%E	m	%E	m	%E	m	%E	m	%E	m	%E	m	%E
Testemunha	-	15,00 c	---	14,50 b	---	16,75 b	---	15,75 b	---	20,00 d	---	20,50 c	---	15,25 c	---	22,25 b	---
TKI-15BR	1,50	7,25 b	60,7	10,00 b	43,88	7,75 a	62,35	5,50 a	71,58	11,75 c	52,19	14,25 c	43,43	10,50 b	43,97	17,75 b	35,08
TKI-15BR	5,00	4,00 a	73,6	10,00 b	31,61	6,50 a	61,52	5,50 a	65,37	9,50 c	52,90	12,00 c	41,96	8,50 b	44,73	17,00 b	24,24
TKI-15BR	10,00	3,75 a	79,8	12,75 b	28,93	6,50 a	68,64	4,25 a	78,19	7,75 b	68,68	7,50 b	70,43	8,50 b	54,95	17,25 b	37,34
TKI-15BR	15,00	3,25 a	83,1	5,75 a	69,01	5,25 a	75,51	3,75 a	81,39	6,25 b	75,58	7,50 b	71,41	5,75 a	70,54	17,00 b	40,29
TKI-15BR	25,00	1,75 a	86,6	4,25 a	66,42	5,00 a	65,80	3,50 a	74,54	7,00 b	59,90	7,25 b	59,48	6,25 a	53,05	10,50 a	45,94
Altacor	0,09	1,50 a	91,3	3,00 a	82,05	2,75 a	85,76	1,00 a	94,49	1,75 a	92,41	1,75 a	92,59	3,50 a	80,09	7,25 a	71,73
CV (%)		21,69		15,98		19,09		28,18		14,31		18,71		15,96		14,82	
Média		5,21		8,61		7,21		5,61		9,14		10,11		8,32		15,57	

médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$); Kg p.c. ha⁻¹: quilogramas de produto comercial por hectare; E(%): eficácia proporcionada pelos tratamentos em relação à testemunha; DAT: dias após tratamento; CV (%): coeficiente de variação.

* marca registrada da FMC Química do Brasil Ltda.

Adaptado de MONTEIRO, A. C. A.; NASCIMENTO, A. M.; SOUZA, S. R., 2019



AUTORIZAÇÃO

PB Brasil Indústria e Comércio de Gelatinas Ltda., estabelecida à Av. Doutor José Bonifácio Coutinho Nogueira, 150, Jardim Madalena - CEP: 13091-611 - Campinas - SP, inscrita no CNPJ sob o nº. 10.914.514/0002-97, neste ato representada pelo seu procurador **Sr. Newton de Matos Roda**, brasileiro, casado, portador do CPF nº 058.507.808-40, RG nº 11.800.464-5 SSP/SP, Engenheiro Agrônomo CREASP nº 0601693750, carteira nº 169375D, pelo presente instrumento, autoriza o **Sr. João Carlos Pontin**, brasileiro, engenheiro agrônomo, casado, portador da carteira de identidade no 6.894.107 - SSP/SP, inscrito no CPF/MF sob o número 040.344.798-41, a utilizar os dados, relatórios e estudos de eficácia agronômica realizados com o produto TKI-15 BR (Surround, caulim), para fins de estudo e dissertação de conclusão do curso de mestrado em sustentabilidade, junto à Pontifícia Universidade Católica de Campinas, intitulado TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL NO CONTROLE DE PRAGAS NA CAFEICULTURA E CITRICULTURA.

Campinas 20, de janeiro de 2022.



Eng. Agr. Newton de Matos Roda
CREAA. 0601693750
Representante Legal/Responsável Técnico