

# ENTOMOLOGIA:

Estudos sobre a biodiversidade, fisiologia,  
controle e importância médica dos insetos 2

---

José Max Barbosa Oliveira-Junior

Lenize Batista Calvão

(Organizadores)



  
Ano 2022

# Entomologia: estudos sobre a biodiversidade, fisiologia, controle e importância médica dos insetos 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** José Max Barbosa Oliveira-Junior  
Lenize Batista Calvão

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E61 Entomologia: estudos sobre a biodiversidade, fisiologia, controle e importância médica dos insetos 2 / Organizadores José Max Barbosa Oliveira-Junior, Lenize Batista Calvão. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0616-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.167221410>

1. Biodiversidade. 2. Fisiologia. 3. Insetos. I. Oliveira-Junior, José Max Barbosa (Organizador). II. Calvão, Lenize Batista (Organizador). III. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ESTIMATIVAS DO DESENVOLVIMENTO DE *Amblypelta nitida* POR DEMANDAS TÉRMICAS EM ÁREA DE MACADÂMIA DE SÃO PAULO**


Maria Conceição Peres Young Pessoa

Rafael Mingoti

Leonardo Massaharu Moriya

Pedro Luís Blasi de Toledo Piva

Micaela de Souza Diogo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214101>

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **ESTRATÉGIAS PROSPECTIVAS DE USO DE CONTROLE QUÍMICO PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DE *Anastrepha curvicauda* EM MAMÃO**

Vera Lucia Ferracini

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Rafael Mingoti

Giovanna Galhardo Ramos

Bárbara de Oliveira Jacomo

Marco Antonio Ferreira Gomes

Jeanne Scardini Marinho-Prado

Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214102>

### **CAPÍTULO 3..... 51**

#### **O USO DA *Galleria mellonella* COMO MODELO EXPERIMENTAL PARA TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA: UMA REVISÃO DE LITERATURA**


Bruno Luís Lima Soares

Bruno Vinicius Daquila

Bárbara Emanoele Costa Oliveira

Luís Cláudio Nascimento da Silva

Helio Conte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214103>

### **CAPÍTULO 4..... 63**

#### **MORFOMETRIA DE APÊNDICES LOCOMOTORES DAS FÊMEAS DE *HEDYPATHES BETULINUS* KLUG (1825) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE).**

Marcelo Costa

Maria Eliza Miyoko Tomotake

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1672214104>

### **CAPÍTULO 5..... 71**

#### ***Scirtothrips dorsalis* E PROSPECÇÃO DE SEU DESENVOLVIMENTO EM CONDIÇÃO TÉRMICA DE DOIS CÓRREGOS, SP**

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Leonardo Massaharu Moriya

# CAPÍTULO 2

## ESTRATÉGIAS PROSPECTIVAS DE USO DE CONTROLE QUÍMICO PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DE *Anastrepha curvicauda* EM MAMÃO

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 19/08/2022

**Jeanne Scardini Marinho-Prado**

Embrapa Meio Ambiente

Jaguariúna - São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/8742593129238690>

**Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos**

Embrapa Semiárido

Petrolina - Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/6606136052148527>

**Vera Lucia Ferracini**

Embrapa Meio Ambiente

Jaguariúna, São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/6614285934767123>

**Maria Conceição Peres Young Pessoa**

Embrapa Meio Ambiente

Jaguariúna - São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/7609273004875279>

**Rafael Mingoti**

Embrapa Territorial

Campinas- São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/3479283038505977>

**Giovanna Galhardo Ramos**

Bolsista Embrapa Meio Ambiente/Graduanda

Medicina Veterinária-UNIFAJ (período:

março/2020 a julho/2021)

Jaguariúna, São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/9267496163655298>

**Bárbara de Oliveira Jacomo**

Bolsista Embrapa Territorial/Graduanda

Ciências Biológicas-UNICAMP (período:

novembro/2019 a julho/2021)

Campinas, São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/9208682264184448>

**Marco Antonio Ferreira Gomes**

Embrapa Meio Ambiente

Jaguariúna, São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/5589120793657544>

**RESUMO:** Este capítulo apresenta estratégias prospectivas visando a seleção de princípios ativos de agrotóxicos para apoiar planos futuros para o uso de controle químico para o manejo sustentável de *Anastrepha curvicauda* Gertaecker, 1860 (*syn. Toxotrypana curvicauda*) (Diptera: Tephritidae) em cultivo de mamão no Brasil. Apesar do fato de *A. curvicauda* ser considerada uma praga quarentenária ausente (PQA) no Brasil, sua presença já foi confirmada em alguns países da América do Sul, aumentando o risco de sua introdução. O zoneamento territorial brasileiro de áreas propícias ao desenvolvimento de *A. curvicauda*, obtido por técnica de geoprocessamento (ArcGIS) considerando os locais já atacados pelo inseto no exterior em modelo de nicho ecológico GARP/Openmodeller e os locais com cultivo de mamão no país, foi utilizado. Zoneamentos de áreas brasileiras com aquíferos sedimentares granulares e cársticos livres e de altas pluviosidades, consideradas áreas frágeis devido ao alto potencial para contaminação de água, foram obtidas. Oito princípios ativos (p.a.) de agrotóxicos utilizados no controle do inseto

no exterior foram identificados, assim como seus respectivos parâmetros físico-químicos, viabilizando o uso de modelos matemáticos *screening* de avaliação do potencial de lixiviação. Informações sobre impactos em abelhas (polinizadores) também foram apresentadas. Os resultados apresentados subsidiam futuras políticas públicas de defesa vegetal para a seleção e uso de princípios ativos para o controle químico da PQA *A. curvicauda* com foco na sustentabilidade ambiental da frutífera brasileira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Praga quarentenária; mosca; mamão; Brasil.

## PROSPECTIVE STRATEGIES FOR THE USE OF CHEMICAL CONTROL FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF *Anastrepha curvicauda* IN PAPAYA

**ABSTRACT:** This chapter presents prospective strategies towards the selection of active principles of pesticides in order to support future plans for the use of chemical control for the sustainable management for *Anastrepha curvicauda* Gertaecker, 1860 (*syn. Toxotrypana curvicauda*) (Diptera: Tephritidae) in papaya crop in Brazil. Despite the fact that *A. curvicauda* is considered an absent quarantine pest (AQP) in Brazil, its presence was already confirmed in some countries of South America, increasing the risk of its introduction. The Brazilian territorial zoning of the propitious areas to the development of *A. curvicauda*, obtained by geoprocessing technique (ArcGIS) considering both the places already attacked abroad by the insect in ecological niche model GARP/Openmodeller and the location with papaya crop in the country, was used. Brazilian zoning maps of both non-confined granulated and karstic sedimentary aquifers and of high pluviosity areas, considered weak areas due to the high potential for water contamination, were also obtained. Eight active principles (p.a.) of pesticides for the insect control abroad were identified, as well as their respective physical-chemical parameters enabling the use of screening-mathematical models of evaluation of leaching potential. Information on the impact of (p.a.) on bees (pollinators) was also presented. The results presented can subsidize future public policies of crop protection for the selection and use of active principles for the chemical control of *the AQP A. curvicauda* focusing on the environmental sustainability of Brazilian fruit crop.

**KEYWORDS:** Quarantine pest; fly; papaya; Brazil.

## 1 | CONSIDERAÇÕES SOBRE *Anastrepha curvicauda*

*Anastrepha curvicauda* Gertaecker, 1860 (*syn. Toxotrypana curvicauda* Gertaecker, 1860) (Diptera: Tephritidae) é um inseto-praga exótico considerado de grande importância econômica para o cultivo de mamão (*Carica papaya* L.) no exterior, onde é conhecido pelos nomes comuns de “mosca do mamão” e “*papaya fruit-fly*” (ESKÁFI e CUNNINGHAM, 1987; BUSTILLO, 1988; BOSCÁN e GODOY, 1998; MARTINEZ e BURBANO, 2006; VILLA-AYALA, CASTREJON-AYALA e JIMENEZ-PÉREZ, 2010; SILVA, SOUZA e NASCIMENTO, 2018; SELMAN, HEPPNER e FASULO, 2018; NORRBOM et al., 2018; BERRONES-MORALES et al., 2020). Entre os principais produtores mundiais de mamão citam-se Índia, Brasil, México, Indonésia, República Dominicana, Nigéria, República Popular do Congo, Cuba, Colômbia, Tailândia, Peru e Filipinas (ATLAS BIG, 2021). Stibick (2004) relatou

que *A. curvicauda* é um inseto nativo do Texas (EUA) até Venezuela e Antilhas e que foi introduzido e se estabeleceu também na Flórida (EUA) em 1905.

Informações sobre *A. curvicauda* foram recuperadas em levantamentos realizados em literatura técnico-científica internacional (BUSTILLO, 1988; TORRES, 2000; LONG, GAN e NETT, 2005; SALGADO e BACA, 2006; VEINTIMILLA, 2008; GARCÍA, 2010; EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. DIRECCION GENERAL DE AGRÍCOLA, 2011; MOSSLER e CRANE, 2013; LEWIS et al., 2016; DÍAZ-FLEISCHER et al., 2017; CALDERÓN e VIDES, 2018; COLÔMBIA. MINISTERIO DE MEIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. ANLA, 2018; SILVA, SOUZA e NASCIMENTO, 2018), onde foram obtidas informações biológicas do inseto, de áreas atacadas, de cultivos hospedeiros e de alternativas de controle químico, entre outras. As informações foram organizadas e são apresentadas a seguir.

### 1.1 Cultivos hospedeiros

Embora os maiores relatos de ataques de *A. curvicauda* se concentrem em cultivo de mamão, outras espécies vegetais também são citadas em literatura como hospedeiras, tais como *Gonolobus niger* (“vaquitas”), *G. barbatus*, *G. erianthus* (“talayote”), *G. salvinii*, *G. sorodius* (“milkeed”), *G. taylorianus* (“cuchamper” ou “chinghayote”) *Jaracatia mexicana* (“cuaguayote”), *Cynanchum racemosum* (“talayote”), *Mangifera indica*, *Morrenia odorata* (“milkweed”), *Tabernaemontana sp.*, *Carica cauliflora* e *Carica sp.* (ALUYA et al., 1990; 2000; GODOY e MARTINEZ, 1999; STIBICK, 2004; OVRUSKI et al., 2006; VILLA-AYALA, CASTREJON-AYALA e JIMENEZ-PÉREZ, 2010; EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURAY GANADERIA. DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. DIVISIÓN DE VIGILANCIA Y CERTIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, 2011; MOSSLER e CRANE, 2013; SAAVÉDRA-DÍAZ, GALEANO-OLAYA e CANAL, 2017; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ et al., 2018; SELMAN, HEPPNER e FASULO, 2018; DEFESAVEGETAL. NET, 2020; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ e HORMAZA, 2020). Na Flórida houve relato de alimentação larval da praga também em manga (*Mangifera indica*) e *milkweed* (MOSSLER e CRANE, 2013; SELMAN, HEPPNER e FASULO, 2018), como hospedeiros alternativos; sendo *milkweed* nome comum frequentemente reportado para a espécie *Asclepias syriaca* ou algodão bravo. A ocorrência da praga em manga já havia sido reportada anteriormente (BUTCHER, 1952; STIBICK, 2004) e vem sendo confirmada, mais frequentemente, nos últimos dez anos (MOSSLER e CRANE, 2013; SELMAN, HEPPNER e FASULO, 2018; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ E HORMAZA, 2020).

### 1.2 Aspectos biológicos

Aspectos biológicos de *A. curvicauda*, incluindo os morfológicos e de danos também se encontram disponíveis em literatura, incluindo imagens de fases distintas do ciclo de vida, de danos e de partes atacadas das plantas hospedeiras, para auxiliar identificação e monitoramento preventivo (CALDERÓN e VIDES, 2018; SELMAN, HEPPNER e FASULO,

2018; SILVA, SOUZA e NASCIMENTO, 2018).

Selman, Heppner e Fasulo (2018) reportaram o ciclo de vida do inseto em duas fases, a imatura (ovo, larva e pupa) e a adulta (fêmea e macho). Citam ainda que a fêmea ativa prefere iniciar a oviposição em frutos verdes pequenos (com cerca de 5 a 7,5 cm), embora esta também ocorra em frutos maiores, inserindo seu ovipositor no interior da fruta até atingir a cavidade central. Stibick (2004) indicou que a fêmea faz a oviposição geralmente à noite. Segundo Selman, Heppner e Fasulo (2018), a fêmea deposita grupos de cerca de 10 ovos na cavidade central, próximo às sementes, que após 12 dias iniciam a fase larval; corroborando com informações de Silva, Souza e Nascimento (2018), de Stibick (2004) e de Mossler e Crane (2013) e encontra-se dentro da faixa apresentada por Calderón e Vides (2018), a saber de 12 a 14 dias. Esta fase continua seu desenvolvimento no mesmo local, porém alimentando-se de sementes (incluindo aquelas em formação) e outras partes internas da fruta (ALUJA et al., 2000; EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. DIVISIÓN DE VIGILANCIA Y CERTIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, 2011; SELMAN, HEPNER e FASULO, 2018). A fase larval demanda cerca de 15 a 16 dias (STIBICK, 2004; SILVA, SOUZA e NASCIMENTO, 2018; SELMAN, HEPNER e FASULO, 2018), próxima ao reportado por Calderón e Vides (2018) (14 a 16 dias) e, no limite superior (16 dias) ao relatado por Mossler e Crane (2013). Ao alcançar o final do instar larval, o desenvolvimento do inseto dá-se no fruto caído ao solo sob a planta (CALDERÓN e VIDES, 2018; SELMAN, HEPNER e FASULO, 2018).

Após o terceiro estágio larval, geralmente, o inseto abandona o fruto para se enterrar no solo, iniciando sua fase de pupa; porém esta fase pode ocorrer também dentro do fruto (ALUYA et al., 2000; EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. DIVISIÓN DE VIGILANCIA Y CERTIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, 2011). Dependendo da umidade e temperatura do solo, a fase pupal transcorre entre 14 e 42 dias, após a qual o inseto atinge sua fase adulta (STIBICK, 2004; MOSSLER e CRANE, 2013; SELMAN, HEPNER e FASULO, 2018). Porém Mason (1922) relatou que, sob condições favoráveis de umidade, os adultos emergem, em média, após 18 a 20 dias em clima quente e entre 30 e 40 dias no inverno. Silva, Souza e Nascimento (2018) reportaram que a fase adulta demanda 17 a 21 dias, enquanto Calderón e Vides (2018) relataram necessitar de 14 a 20 dias. Os adultos atingem a maturação sexual em 6 a 12 dias após a emergência, enquanto as posturas de fêmeas ocorrem de 3-6 dias após o acasalamento (EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. DIVISIÓN DE VIGILANCIA Y CERTIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, 2011).

Silva, Souza e Nascimento (2018) indicaram que os adultos permanecem nos pomares durante o dia (das 8 às 17 h), migrando para áreas vizinhas, o que se diferencia do apontado por Calderón e Vides (2018), que relataram que o inseto adulto tem hábito

noturno, dificultando sua identificação na cultura (observado somente bem no início da manhã e ao entardecer) em condições de El Salvador. O apontado por Calderón e Vide (2018) corrobora com Stibick (2004), que relatou que o adulto aparentemente tem fotofobia (reação negativa à luz do sol), procurando o lado sombreado da fruta e passando pouco tempo no hospedeiro; estando a maior parte do tempo em vegetação não hospedeira. Stibick (2004) também informou que os adultos não se alimentam de vegetação altamente proteica, geralmente necessária para o desenvolvimento de ovos e a maturação reprodutiva de insetos; conforme o autor, aparentemente esta é suprida durante a fase larval, quando o inseto consome as sementes do hospedeiro. Segundo Calderón e Vides (2018), o ciclo de vida de desenvolvimento do inseto requer 45 a 55 dias, enquanto Silva, Souza e Nascimento (2018) indicaram que este demandou 44 a 49 dias e, Stibick (2004) o estimaram entre 41 a 70 dias.

O dano causado pela presença de *A. curvicauda* na cultura de mamão, o mais relatado em literatura, é variável. Em condições de cultivo na Flórida (EUA) reportaram-se danos de 2% a 30% de frutos infestados, em condições da safra primavera-verão (SELMAN, HEPPNER e FASULO, 2018).

### 1.3 Distribuição

Atualmente, *A. curvicauda* encontra-se distribuída em áreas de países do Sul da América do Norte (incluindo áreas peninsulares), da América Central e Caribe e da América do Sul, onde está presente em áreas da Venezuela e Colômbia (BOSCÁN e GODOY, 1998; MARTINEZ e BURBANO, 2006; STIBICK, 2004; SAAVÉDRA-DÍAZ et al, 2017; AUSTRALIA PLANT HEALTH, 2021; JACOMO et al., 2021 citando CABI, 2021).

### 1.4 *Anastrepha curvicauda*: Praga quarentenária ausente no Brasil

*Anastrepha curvicauda* é uma praga quarentenária ausente (PQA) no Brasil, conforme a Instrução Normativa (I.N.) nº 39 de 01 de outubro de 2018 da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL.MAPA.SDA, 2018). Este inseto-praga vem sendo sinalizado como PQA pelo Mapa desde a IN SDA nº 38 de 14 de outubro de 1999 por apresentar potencial para impactar o cultivo nacional de mamão (BRASIL.MAPA.SDA, 1999). A presença do inseto em países da América do Sul, bem como o comércio internacional da frutífera de mamão, seu principal hospedeiro relatado em literatura internacional, e trânsitos fronteiriços de pessoas, veículos e cargas, entre outros, contribuem para o risco iminente de entrada de *A. curvicauda* em áreas brasileiras. Acrescenta-se também a grande área de cultivo nacional de mamão, de cerca de 30,72 mil hectares em 2019, e que se encontra distribuída em todas as regiões brasileiras. Embora com produção predominante nas regiões Nordeste (54,9%) e Sudeste (40,3%), esta também ocorre nas regiões Norte (3,4%), Centro-Oeste (0,3%) e Sul (0,3%), implicando em grande importância social dada à decorrente geração de empregos (diretos e indiretos) durante todo o ano (DANTAS, JUNGHANS e LIMA, 2003; UNIMONTES, 2017;



EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 2019; JACOMO et al. 2021 citando ATLAS BIG, 2021). Relata-se também que as mais importantes regiões produtoras dessa frutífera no país estão localizadas no Sul e Oeste da Bahia, Norte do Espírito Santo, Norte de Minas Gerais, Norte do Rio Grande do Norte e Ceará (HORTFRUT BRASIL, 2021).

A PQA *A. curvicauda* foi priorizada, em cultivo hospedeiro de mamão, em trabalho conjunto do DSV/SDA/MAPA e Embrapa, que apresentou as 20 PQAs mais importantes para o país e com prioridade para pesquisa prospectiva (FIDELIS et al., 2018; BARBOSA et al., 2017).

## **2 | A IMPORTANCIA DA PROSPECÇÃO DE ESTRATÉGIAS PREVENTIVAS DE CONTROLE COM FOCO NA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

Sabe-se que, no caso de ingresso de uma nova PQA no país, seus ataques podem ser favorecidos em áreas que apresentem condições mais adequadas ao seu estabelecimento, o que requer, entre outras condições, favorabilidade climática adequada à bioecologia desse organismo exótico e a disponibilidade de seu alimento preferencial (planta ou cultivo hospedeiro).

A falta de alternativas, que permitam a rápida detecção de presença da nova PQA no país ou a imediata implementação de planos de contenção e/ou erradicação oficiais fundamentados em estratégias de monitoramento e controle (químico, biológico e cultural), pode resultar em severos prejuízos, diretos e indiretos, da nova praga aos cultivos hospedeiros locais, assim como picos populacionais. Acrescenta-se ainda a provável ausência de inimigos naturais nativos capazes de exercer o controle biológico natural.

Neste cenário, a redução imediata da população da praga a níveis aceitáveis à produção comercial da cultura hospedeira afetada, demanda frequentemente o uso emergencial de controle químico por agrotóxicos. Por essa razão, conhecer os agrotóxicos e potenciais inimigos naturais, sinalizados como favoráveis ao manejo no exterior e antes do ingresso dessas PQAs no país, torna-se fundamental para as pesquisas prospectivas no sentido de apoiar estratégias de prevenção com foco na defesa fitossanitária nacional.

Contudo, as características particulares de vulnerabilidade do território brasileiro devem ser igualmente consideradas na seleção desses produtos químicos, no intuito de minimizar o risco de contaminação de mananciais hídricos e solos pelo transporte indesejado de princípios ativos de agrotóxicos para áreas não alvo. Este risco é mais elevado em áreas de ocorrência de solos porosos e presença de aquíferos livres, como também de pluviosidades anuais mais elevadas, que favorecem a lixiviação e/ou o escoamento superficial (*run-off*) de p.a. de agrotóxicos aplicados no controle de pragas, expondo o ambiente às potenciais contaminações de lençóis freáticos subterrâneos e/ou aflorantes ou livres. Neste contexto, amplia-se a vulnerabilidade natural das áreas quando nelas são encontrados aquíferos aflorantes, dado que os expõem ao risco de contaminação da água subterrânea na presença de uma carga potencialmente contaminante ou poluente

(agrotóxicos), simultaneamente à ocorrência de fatores intrínsecos do material geológico/pedológico (solos, saprolíticos e rochas), tais como porosidade (macroporos), velocidade de percolação e profundidade da zona saturada, e/ou de fatores extrínsecos, tais como maiores índices pluviométricos (precipitação) e o balanço hídrico da área (PESSOA et al., 1999, 2004ab, 2007, 2011, 2012; FERRACINI et al., 2001, 2005; GOMES et al., 2003, 2008; FERRACINI e PESSOA, 2008; GOMES, SPADOTTO e PESSOA, 2012; DUARTE et al., 2016; SOARES, FARIA e ROSA, 2017).

Acrescenta-se ainda o potencial efeito tóxico de alguns princípios ativos (p.a.) de agrotóxicos a organismos não-alvo, entre eles abelhas (polinizadores), inimigos naturais nativos e agentes de controle biológicos (KUMAR, SINGH e NAGARAJAYAH, 2020). Este impacto negativo pode ser resultante tanto da contaminação direta, com efeito tóxico do p.a. do agrotóxico aplicado sobre organismos não-alvo presentes na área de aplicação do produto, quanto da contaminação indireta, como é o caso da deriva (pelo ar) e do escoamento superficial (pela água das chuvas) desses compostos químicos para fora da área de aplicação, alcançando áreas do entorno onde esses organismos estejam presentes. Nesse contexto, vários autores vêm destacando a importância dos serviços de polinização oferecidos pelas abelhas para a manutenção de ecossistemas, incluindo agroecossistemas, concomitantemente aos relatos de efeitos tóxicos causados por agrotóxicos (carbamatos, organofosfatos e neonicotinóides) em abelhas (DEL SARTO, 2009; WALSH et al., 2011; WITTER et al., 2014; JACOB, 2019; KUMAR, SINGH e NAGARAJAYAH, 2020; MINNESOTA DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2021). Desse modo, é preciso considerar o importante papel dos polinizadores na manutenção de espécies de fauna e flora e, assim, preservar a biodiversidade local selecionando produtos químicos que sejam a eles menos impactantes.

Pelo apresentado, torna-se necessário fundamentar a seleção de produtos químicos de menores potenciais de transporte (lixiviação e escoamento superficial (*run-off*)) e com base também no conhecimento da toxicidade destes às abelhas para uso e aplicação, de acordo com a vulnerabilidade de áreas nacionais sob cultivo agrícola, no intuito de apoiar as estratégias de políticas públicas com foco na sustentabilidade ambiental da agricultura. Essa seleção também deve considerar informações de prováveis áreas aptas ao potencial estabelecimento do inseto, obtidas a partir de modelagem de nicho ecológico fundamentado em áreas já atacadas pela PQA no exterior, conjuntamente à disponibilidade e distribuição territorial de seu cultivo hospedeiro preferencial.

### **3 | TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO E DE MODELAGEM DE NICHOS ECOLÓGICOS UTILIZADAS EM ZONEAMENTOS DE ÁREAS APTAS À *Anastrepha curvicauda* NO BRASIL**

Várias metodologias e aplicações de técnicas de geoprocessamento e de modelagem de nicho ecológico (ou *Ecological Niche Models (ENM)*) vêm sendo disponibilizadas para a identificação de áreas aptas aos insetos-praga quarentenários (presentes e ausentes)

(HOLLER et al., 2016; PESSOA et al., 2016abc, 2019; JACOMO et al., 2021, 2020; MINGOTI et al., 2017, 2019, 2022ab). Esses trabalhos foram também fundamentados nos conhecimentos bioecológico dessas pragas agrícolas exóticas e viabilizaram a localização territorial de áreas brasileiras passíveis ao maior desenvolvimento desses insetos-praga. Também permitiram acompanhar essas localizações de áreas aptas com base na dinâmica espaço-temporal das áreas produtoras nacionais de seus cultivos hospedeiros. Assim, viabilizaram esse conhecimento para apoiar as estratégias de programas oficiais de monitoramento e controle de pragas de importância econômica e quarentenária.

Avaliações metodológicas empregando técnicas de geoprocessamento concomitantemente às de modelagem de nichos ecológicos para a determinação de áreas mais adequadas ao estabelecimento de pragas agrícolas, já foram abordadas por Jacomo et al. (2021), que prospectaram e apresentaram as prováveis áreas nacionais aptas à PQA *A. curvicauda*. Esses autores fundamentaram suas análises em pontos registrados com a presença e em condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do inseto, avaliando-os pelos algoritmos *Maximum Entropy (MaxEnt)* e *Genetic Algorithm for Rule-set Production (GARP)* em plataforma OpenModeller (SCACHETTI-PEREIRA, 2002; SANTANA, 2009; SOUZA MUÑOZ et al., 2011; CRIA, 2021; PHILLIPS, DUDÍK e SCHAPIRE, 2021; JACOMO et al. 2021). Os pontos de presença de *A. curvicauda* considerados foram, inicialmente, obtidos na plataforma *Global Biodiversity Information Facility (GBIF)*, sendo, posteriormente, atualizados conforme relatos da presença do inseto obtidos a partir de outros levantamentos (JACOMO et al., 2021). Os fatores abióticos empregados nas análises realizadas foram recuperados do WorldClim2 (FICK e HIJMANS, 2017), para os seguintes fatores: pressão do vapor de água, radiação solar, velocidade do vento e variáveis bioclimáticas. Com base nas áreas agrícolas já atacadas no exterior por *A. curvicauda*, Jacomo et al. (2021) concluíram que a avaliação disponibilizada pelo algoritmo GARP foi mais favorável à provável localização de nicho ecológico do inseto (**Figura 1**).

Assim, Jacomo et al (2021) também identificaram áreas aptas ao estabelecimento de *A. curvicauda* localizadas junto às fronteiras brasileiras com países vizinhos, grande parte delas com Peru, Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa e Bolívia; embora presentes também em áreas fronteiriças menores ou esparsas observadas junto à Colômbia, Paraguai e Argentina. Desse modo, indicaram preocupação com as áreas nacionais próximas aos países onde *A. curvicauda* já está presente (Venezuela e Colômbia) e sinalizaram áreas em Roraima, próximas às fronteiras com a Guiana e Venezuela, como também do Amazonas com Colômbia e Peru, do Acre e Rondônia com Peru e Bolívia e próxima ao litoral do Amapá. Em áreas pelo interior do país, maior atenção deve ser dada aos estados da Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Paraíba, Paraná, Pernambuco, São Paulo e de Santa Catarina, que apresentaram favorabilidade à *A. curvicauda*.

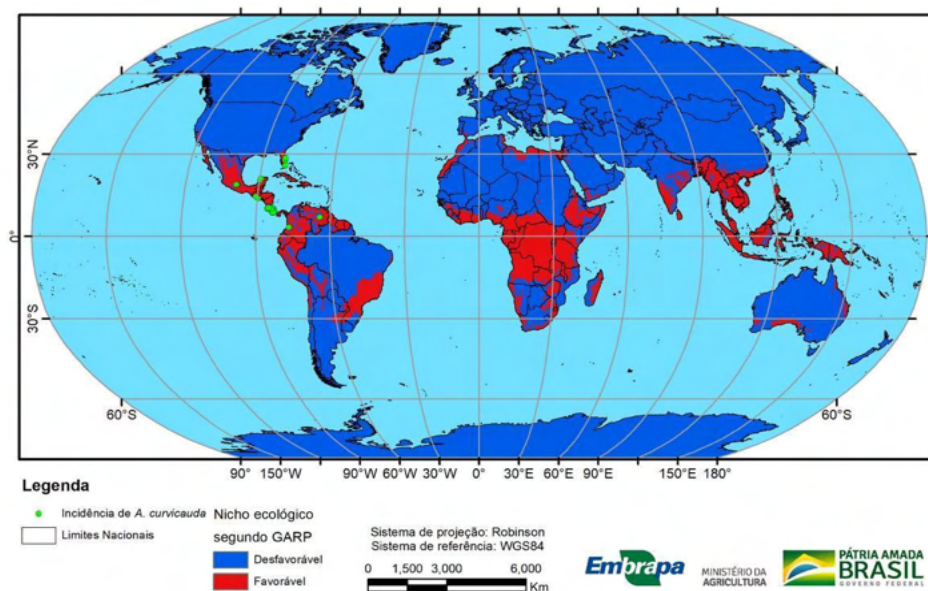


Figura 1. Zoneamento de áreas brasileiras favoráveis à *Anastrepha curvicauda*, obtidas por modelagem de nicho ecológico em Garp/OpenModeller

Fonte: JACOMO et al., 2021

Jacomo et al. (2021) também disponibilizaram o zoneamento de áreas brasileiras com cultivo de mamão (**Figura 2**).

## Municípios com plantio de mamão, hospedeiro de *Anastrepha curvicauda* em 2017

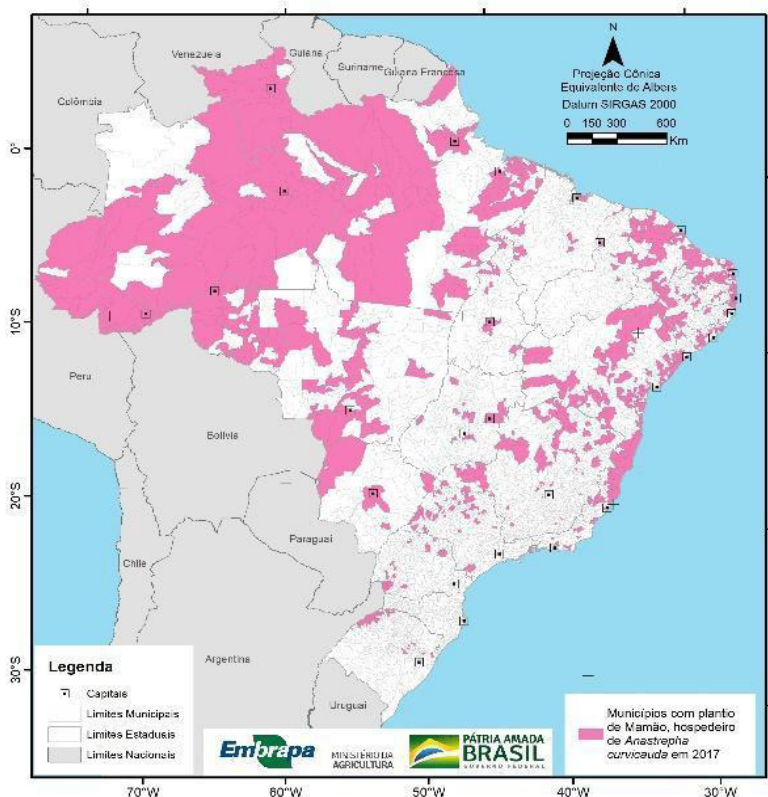


Figura 2. Zoneamento de áreas brasileiras com cultivo de mamão em 2017

Fonte: JACOMO et al., 2021

### 3.1 Zoneamento territorial de áreas brasileiras aptas à PQA *Anastrepha curvicauda* em cultivo de mamão

O zoneamento territorial de áreas brasileiras aptas à PQA *A. curvicauda* em mamão foi posteriormente disponibilizado (Figura 3) (MINGOTI et al, 2022a). Com base nesse zoneamento, as unidades da federação brasileiras com maiores quantidades de municípios aptos à *A. curvicauda* em cultivo de mamão foram identificadas, a saber Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná (Tabela 1). Nas áreas indicadas pelo zoneamento há necessidade de maiores ações para o controle da PQA.

### Nicho ecológico segundo GARP favorável para *Anastrepha curvicauda* em municípios com plantio de mamão

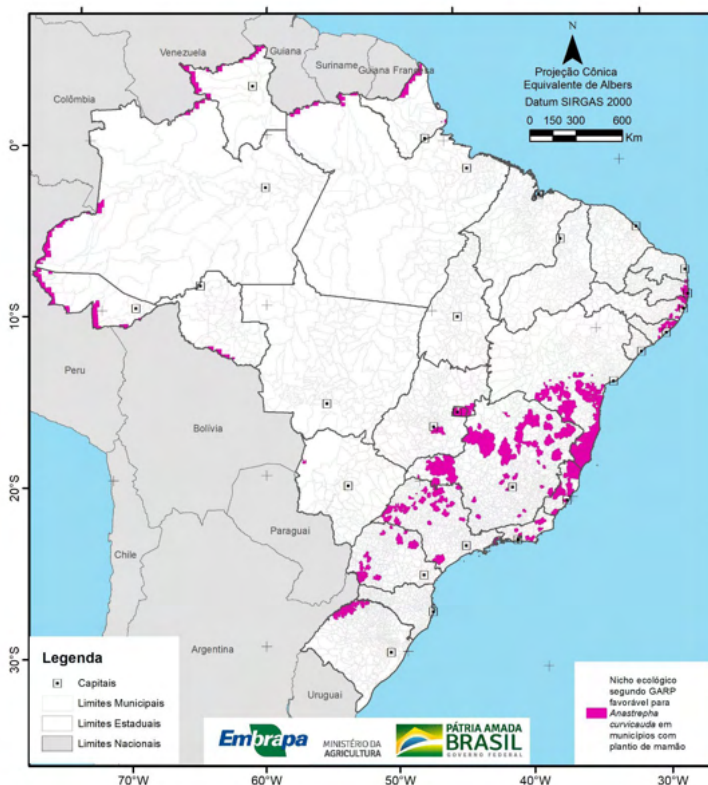


Figura 3. Zoneamento territorial de áreas aptas à *Anastrepha curvicauda* em cultivo de mamão

Fonte: MINGOTI et al., 2022a

As maiores concentrações de municípios em microrregiões estaduais foram diferenciadas, sendo que o estado do Paraná os concentrou em nove microrregiões, enquanto o Rio Grande do Sul em seis e a Bahia em 13 (**Tabela 1**). Todavia, quando observadas as quantidades de municípios e microrregiões aptas por região geográfica brasileira, as regiões Sudeste, Nordeste e Sul apresentaram-se mais favoráveis à PQA *A. curvicauda*, com destaque para a região Sudeste, onde essa aptidão à ocorrência da PQA em mamão foi observada em 131 municípios de 65 microrregiões (predominando nos estados de Minas Gerais e São Paulo) (**Figura 4**).

<b>Estados</b>	<b>Qtd_Municípios</b>	<b>Qtd_Microrregiões</b>
Acre	14	5
Alagoas	13	3
Amazonas	4	3
Amapá	2	2
Bahia	68	13
Distrito Federal	1	1
Espírito Santo	25	9
Goiás	3	2
Minas Gerais	50	29
Mato Grosso do Sul	1	1
Pará	3	2
Paraíba	14	5
Pernambuco	13	5
Paraná	32	9
Rio de Janeiro	8	8
Rio Grande do Norte	3	1
Rondônia	3	2
Roraima	5	3
Rio Grande do Sul	42	6
São Paulo	48	19
<b>TOTAL</b>	<b>352</b>	<b>128</b>

Tabela 1. Quantidades de municípios e de microrregiões por unidade da federação brasileira favoráveis à ocorrência de *Anastrepha curvicauda* em cultivo de mamão

Fonte: MINGOTI et al., 2022a.

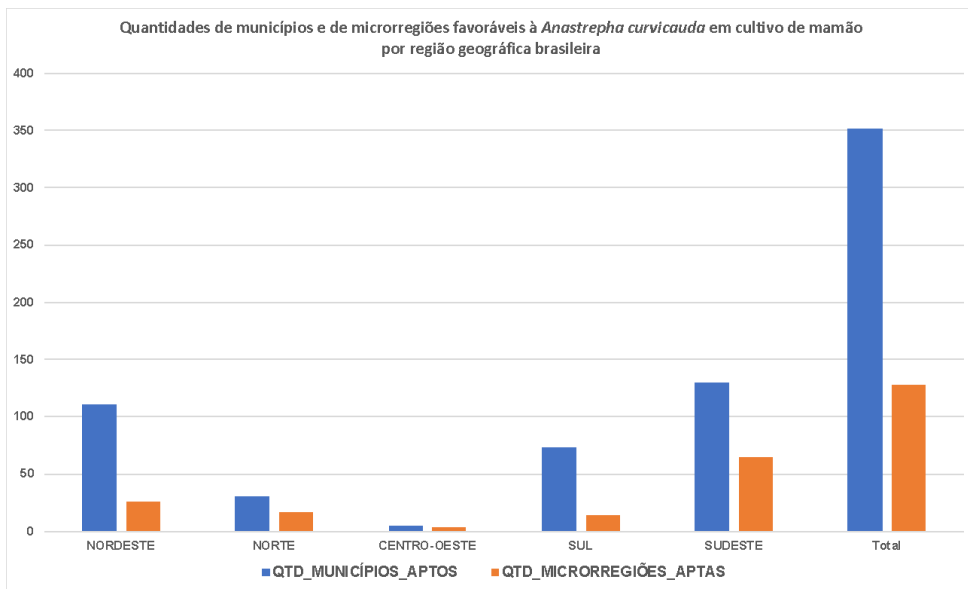


Figura 4. Quantidades de municípios e de microrregiões aptas à *Anastrepha curvicauda* em cultivo de mamão por região geográfica brasileira

### 3.2 Zoneamento territorial de áreas brasileiras aptas à PQA *Anastrepha curvicauda* em cultivo de mamão presentes em áreas frágeis

Aplicações de técnicas de geoprocessamento foram utilizadas para disponibilizar informações em território brasileiro necessárias para viabilizar a aplicação sustentável de agrotóxicos para o futuro controle, em caso de ingresso da PQA *A. curvicauda* em mamão no país. Nesse contexto, este trabalho apresenta a identificação de áreas frágeis nacionais e o zoneamento de áreas aptas à *A. curvicauda* em mamão cultivado nessas áreas frágeis brasileiras, conforme apresentadas a seguir.

#### 3.2.1 Identificação de áreas frágeis nacionais

A técnica de geoprocessamento foi utilizada na identificação de áreas frágeis nacionais, aqui consideradas como aquelas com pluviosidade média anual superior a 250 mm e com a presença de aquíferos não confinados (freáticos, aflorantes ou livres) com ocorrência de solos de alta porosidade. Desse modo, foram consideradas e disponibilizadas a localização de áreas nacionais com a presença dos aquíferos sedimentares aflorantes granulares e sedimentares ou metassedimentares aflorantes de natureza química/orgânica (granulares ou cársticos) (Figura 5). Áreas nacionais apresentando potencial de ocorrência de pluviosidades médias anuais acima de 250mm também foram identificadas e apresentadas (Figura 6). Ambas foram realizadas e disponibilizadas em aplicativo ArcGIS, adotando o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) e o



sistema de projeção Equidistante de Albers (IBGE, 2019). O plano de áreas brasileiras com a presença de unidades hidrolitológicas (aquíferos) aflorantes/freáticos dos tipos sedimentar granular (**Gr**) e sedimentar/metassedimentar de natureza química/orgânica cársticas (**K**) foi elaborado a partir do mapa hidrogeológico do Brasil ao milionésimo (CPRM, 2019; Diniz, 2014), utilizando ArcGis nas mesmas condições já citadas. As feições hidrogeológicas supracitadas foram selecionadas por também apresentarem predominância de tipos de solos porosos.

Os aquíferos sedimentares do tipo granular (**Gr**) destacados (**Figura 5**) foram: 1- *Alter do Chão* (Centro-Leste do Amazonas e Pará), 2- *Içá* (entro do Amazonas), 3- *Solimões* (Oeste do Amazonas e todo o estado do Acre), 4- *Itapecuru* (Centro-Norte do Maranhão), 5- *Barreiras* (Nordeste do Pará, parte do litoral do Maranhão, Norte e parte do litoral do Piauí, faixa litorânea dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo e Norte do Rio de Janeiro), 6- *Poti-Piauí* (grande parte do Piauí, Sul do Maranhão, e Nordeste do Tocantins), 7- *Bauru-Caiuá* (Oeste de São Paulo, grande parte do estado do Mato Grosso do Sul, Triângulo Mineiro e Sudoeste de Goiás), 8- *Urucuia-Areado* (Norte de Minas Gerais e Oeste da Bahia), 9- *Marizal* (parte Leste e Nordeste da Bahia e Centro-Sul de Pernambuco), 10- *Parecis* (Norte de Mato Grosso), 11- *Ronuro* (Nordeste de Mato Grosso), 12- *Pantanal* (Sul/Sudoeste de Mato Grosso e Centro-Oeste de Mato Grosso do Sul), além das porções aflorantes dos Aquíferos, 13- *Guarani* (Centro-Sul do Brasil) e 14- *Serra Grande* (parte Leste e Sudoeste do Piauí).

## Áreas com aquíferos aflorantes

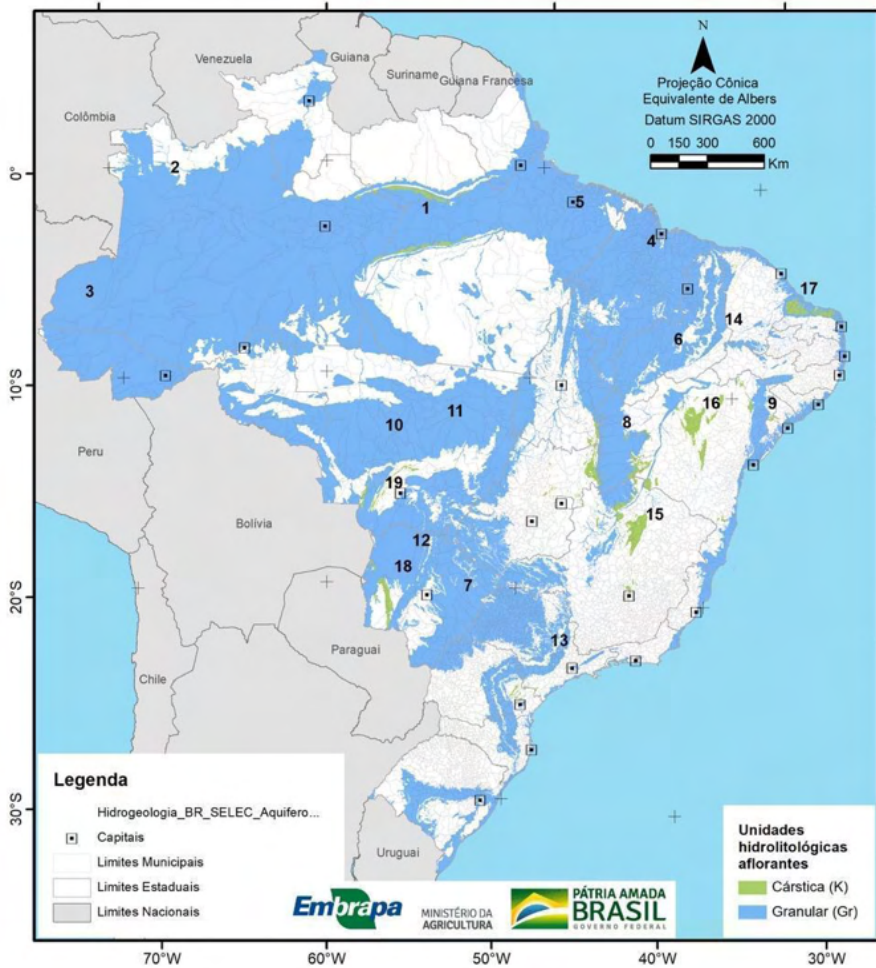


Figura 5. Aquíferos aflorantes dos tipos granular (Gr) e cárstico (K) no território brasileiro.

Também foram destacados os aquíferos sedimentares e metassedimentares de natureza química/orgânica (cársticos (K)) (**Figura 5**), a saber: 15- *Bambuí* (Norte de Minas Gerais, Nordeste de Goiás e parte Oeste da Bahia), 16- *Salitre* (Centro-Norte da Bahia), 17- *Jandaíra* (Norte do Rio Grande do Norte), 18- *Corumbá* (Sudoeste e parte Oeste de Mato Grosso do Sul) e 19- *Alto Paraguai* (Sul e parte Sudoeste de Mato Grosso).

Todas as áreas em território brasileiro apresentaram pluviosidades médias anuais superiores ou iguais a 250 mm (**Figura 6**), com base em médias obtidas para o período de 2009 a 2018 a partir de dados mensais de precipitação pluviométrica recuperados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de

Meteorologia (INMET); sendo que a mínima observada, a partir dessa avaliação, foi de 388 mm na região do Polígono das Secas (Nordeste).



Figura 6. Pluviosidade média anual brasileira, com base na média obtida para o período de 2009 a 2018

Portanto, nas áreas brasileiras de frutíferas de mamão em que estejam presentes porções com aquíferos não confinados (freáticos, aflorantes ou livres), com ocorrência de solos de alta porosidade típicos das áreas dos aquíferos acima citados (sedimentares aflorantes granulares e sedimentares ou metassedimentares aflorantes de natureza química/orgânica (cársticos), existe alta vulnerabilidade ao risco de contaminação por agrotóxicos aplicados no controle de pragas, devido a exposição de seus lençóis subterrâneos que se encontram em baixas profundidades. Nessas áreas, a ocorrência de pluviosidade média anual superior a 250 mm facilita a lixiviação e/ou escoamento superficial de princípios ativos (p.a.) de agrotóxicos aplicados, que apresentem esses potenciais de transportes.

Por esta razão, o zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à PQA *A. curvicauda* em áreas de mamão e em áreas frágeis foi posteriormente realizado e disponibilizado conforme apresentado a seguir.

### *3.2.2 Zoneamento territorial de áreas brasileiras aptas à PQA *Anastrepha curvicauda* em áreas de frutífera de mamão localizadas em áreas frágeis*

O zoneamento de áreas favoráveis à PQA *A. curvicauda* em áreas de frutífera de mamão localizadas em áreas frágeis foi elaborado e disponibilizado (**Figura 7**).

Neste zoneamento (**Figura 7**) foram identificados 204 municípios, pertencentes a 83 microrregiões estaduais, aptos à PQA *A. curvicauda* em cultivo de mamão presente em áreas frágeis, distribuídos nos estados do Acre (14 municípios de cinco microrregiões), Alagoas (13 municípios de três microrregiões), Amapá (três municípios de três microrregiões), Amazonas (cinco municípios de duas microrregiões), Bahia (33 municípios de oito microrregiões), Espírito Santo (18 municípios de seis microrregiões), Goiás (um município de uma microrregião), Mato Grosso do Sul (quatro municípios de três microrregiões), Minas Gerais (26 municípios de 13 microrregiões), Paraíba (15 municípios de cinco microrregiões), Paraná (10 municípios de quatro microrregiões), Pernambuco (oito municípios de quatro microrregiões), Rio de Janeiro (dois municípios de duas microrregiões), Rio Grande do Norte (um município de uma microrregião), Rondônia (três municípios de duas microrregiões), Roraima (dois municípios de duas microrregiões) e São Paulo (46 municípios de 19 microrregiões).

Nicho ecológico segundo GARP favorável para *Anastrepha curvicauda* em municípios com plantio de mamão, com precipitação anual maior que 250mm e com aquíferos aflorantes granulares ou cársticos

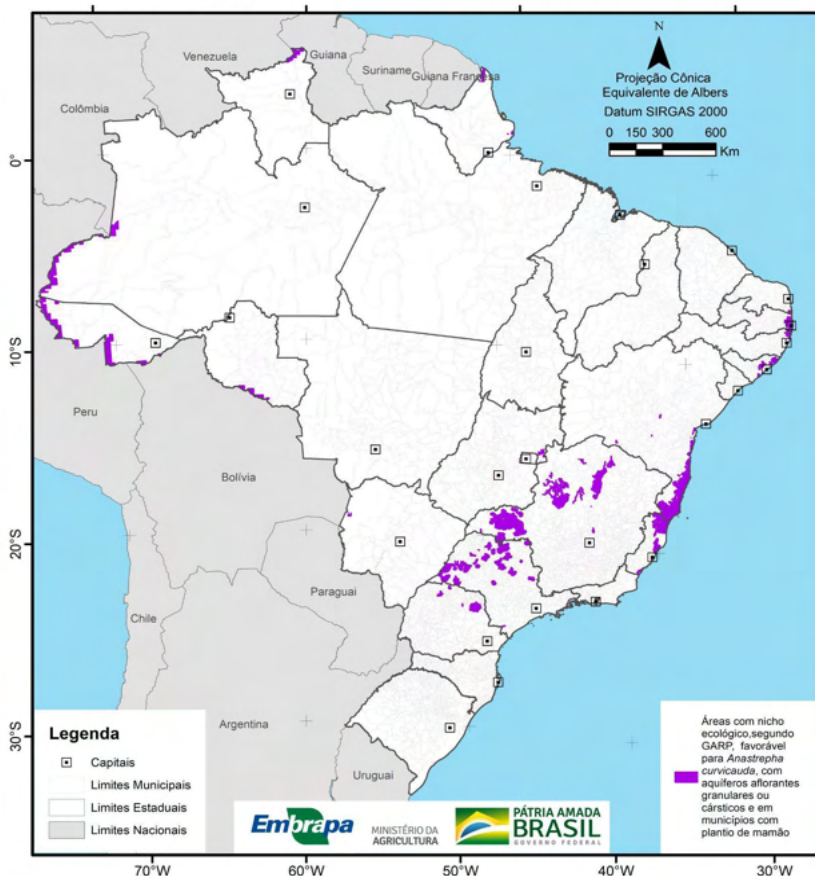


Figura 7. Zoneamento de áreas brasileiras favoráveis à PQA *Anastrepha curvicauda* considerando locais com a frutífera de mamão presentes em áreas frágeis

As maiores quantidades de municípios aptos prevaleceram na região Sudeste (92 municípios distribuídos em 40 microrregiões), seguida pelas regiões Nordeste (70 municípios de 21 microrregiões), Norte (27 municípios de 14 microrregiões), Sul (10 municípios de quatro microrregiões) e Centro-Oeste (cinco municípios de quatro microrregiões) (**Figura 8**).

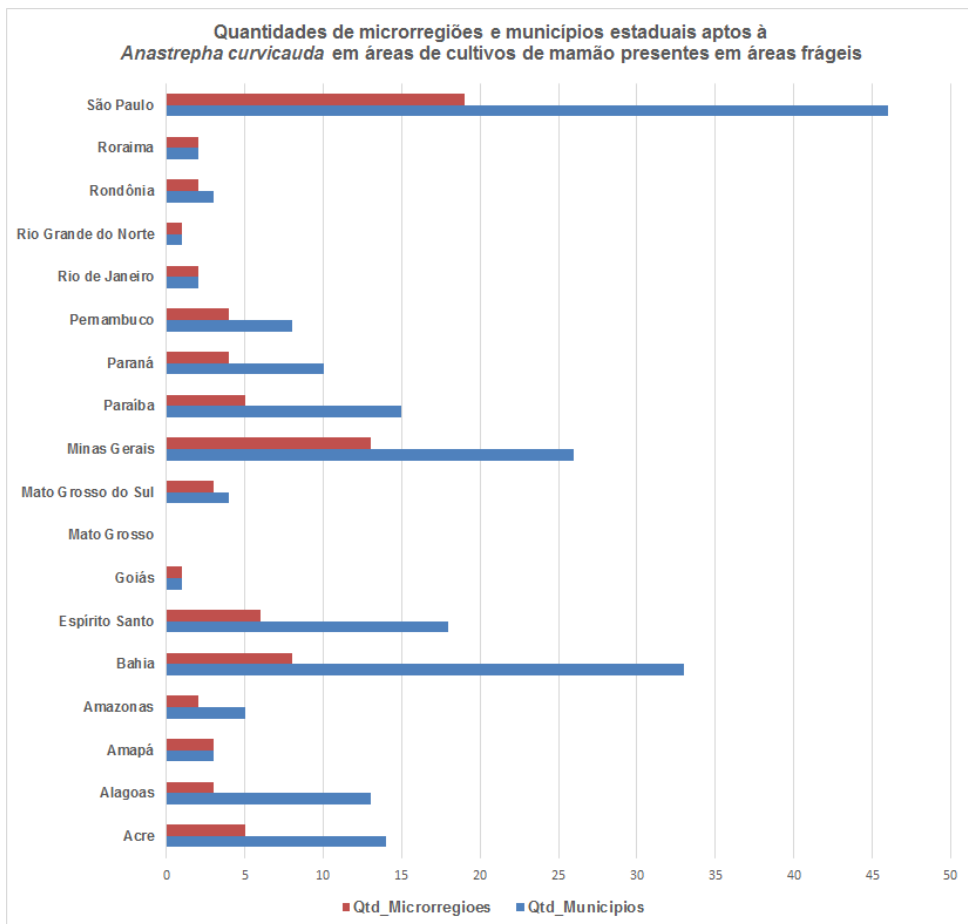


Figura 8. Unidades da Federação favoráveis à PQA *Anastrepha curvicauda* em áreas com cultivo de mamão em áreas frágeis

O estado de São Paulo exibiu as maiores quantidades municipais aptas à PQA *A. curvicauda* em frutíferas de mamão localizadas em áreas frágeis, as quais registraram-se em áreas de Depósito Aluvionar, Formação Botucatu, Formação Itaqueri, Formação Pirambóia, Grupo Bauru, Grupo Caiuá, Grupo Itararé e na Sequência Serra das Andorinhas unidade carbonática. Grandes quantidades de municípios foram observadas ocorrendo também no estado da Bahia, em áreas de Depósito Aluvionar, Depósito Litorâneo, Formação Algodão e Taipus-Mirim, Formação Barreiras, Formação Salitre, Formação Serra do Paraíso, Grupo Almada, Grupo Bambuí unidade carbonática e Grupo Brotas, e no estado de Minas Gerais, em áreas de Depósito Aluvionar, Grupo Areado, Grupo Bambuí unidade carbonática, Grupo Bauru e do Grupo Urucua. Nas demais Unidades da Federação, as favorabilidades à *A. curvicauda* em frutífera de mamão localizada em áreas frágeis deram-se conforme apresentado a seguir: a) Acre: na presença de Depósito Aluvionar, Formação Iça, Formação

Moa e Formação Solimões; b) Alagoas: em áreas de Depósito Litorâneo, Formação Barreiras e Grupo Coruripe; c) Amapá: em áreas de Formação Barreiras e Formação Tucunará; d) Amazonas: em Depósito Aluvionar, Formação Iça, Formação Moa e Formação Solimões; e) Espírito Santo: deram-se em Depósito Litorâneo e Formação Barreiras; f) Mato Grosso do Sul: em Depósito Aluvionar, Formação Xaraiés, Formação Pantanal e Grupo Corumbá; g) Paraíba: na presença de Depósito Litorâneo, Formação Barreiras e Formação Beberibe; h) Paraná: deu-se em Formação Botucatu, Formação Palermo, Formação Rio Bonito, Grupo Caiuá, Grupo Itararé e Grupo Passa Dois; i) Pernambuco: em Depósito Litorâneo, Formação Barreiras, Formação Beberibe e Formação Cabo; j) Rio de Janeiro: deu-se em área de Depósito Litorâneo; k) Rio Grande do Norte: em áreas de Depósito Eólico e Formação Barreiras; l) Rondônia: em áreas de Depósito Aluvionar e Formação Guaporé; e m) Roraima: em áreas da Bacia Proterozoica Indiferenciada.

Quando avaliada a aptidão por região geográfica nacional, obtida neste zoneamento, observaram-se as maiores quantidades municipais para a região Sudeste (92 municípios de 40 regiões), seguida pelas regiões Nordeste (70 municípios de 21 microrregiões), Norte (27 municípios de 14 microrregiões), Sul (10 municípios de quatro microrregiões) e Centro-Oeste (cinco municípios de quatro microrregiões). Contudo, a análise conforme a quantidade estadual de municípios aptos em relação à quantidade de microrregiões aptas revelou os maiores valores relativos para os estados de Alagoas, Bahia, Espírito Santo e Paraíba.

#### **4 | AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE TRANSPORTE DE PRINCÍPIOS ATIVOS DE AGROTÓXICOS POR MODELOS MATEMÁTICOS SCREENING ABORDANDO A PQA *Anastrepha curvicauda* EM MAMÃO**

A avaliação do potencial de transporte de princípios ativos de agrotóxicos (lixiviação ou escoamento superficial (*run-off*)) por modelagem matemática *screening* vem sendo empregada por vários autores (FERRACINI et al., 2001, 2005; OH et al., 2002; PESSOA et al., 2004a, 2007, 2011; FERRACINI e PESSOA, 2008; GOMES, SPADOTTO e PESSOA, 2012; NAVARRO et al., 2012; HALL et al., 2015; AKAY, 2016; MARQUES et al., 2019; RAMOS, FERRACINI e PESSOA, 2021).

Entre os modelos *screening* disponíveis para uso citam-se os do índice de Gus (GUSTAFSON, 1989), método de Goss (GOSS, 1992) e método de Cohen et al. (1995), este último já utilizado pelo *USA-Environmental Protection Agency* (EPA). A menor quantidade de informações de entrada e de cálculos requeridos pelo modelo do índice de GUS o tornaram o mais utilizado mundialmente (FERRACINI et al., 2001; OH et al., 2002; LONG, GAN e NETT, 2005; PESSOA et al., 2011; NAVARRO et al., 2012; HALL et al., 2015; AKAY, 2016; MARQUES et al., 2019).

Os agrotóxicos em uso no controle de *A. curvicauda* no exterior foram identificados nos levantamentos realizados sobre o inseto e organizados em planilha Excel. Oito princípios

ativos (p.a.) foram avaliados, a partir dos agrotóxicos identificados pelo levantamento, a saber: abamectina, deltametrina, espinosade, malation, piretrina + rotenon, permetrina, tiociclan e tiometon.

Em seguida, levantamentos em bases de dados e literatura técnica internacional foram realizados para a identificação de parâmetros físico-químicos desses princípios ativos, como também recuperadas informações sobre o potencial das suas respectivas toxicidades aos polinizadores (WHO.IPCS.INCHEM, 2021; SAGE.PESTICIDES, 2021; EU.ECHA, 2021; USA. UNIVERSITY OF CALIFORNIA-DAVIS/OREGON STATE UNIVERSITY/MICHIGAN STATE UNIVERSITY/CORNELL UNIVERSITY/ UNIVERSITY OF IDAHO, 2020, 2021; USA.DHHS.NIH, 2021; MINNESOTA DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2021; NI.PUBCHEM, 2021; PESTICIDE ACTION NETWORK INTERNATIONAL. PAN, 2021; SAGE PESTICIDES, 2021; UNITED KINGDOM. UNIVERSITY OF HERTFORDSHIRE, 2021; KUMAR, SINGH e NAGARAJAYAH, 2020; JACOB, 2019; PARANJAPE et al 2015; WITTER et al., 2014; WALSH et al., 2011; DEL SARTO, 2009; LONG, GAN e NETT, 2005).

As informações dos parâmetros físico-químicos desses p.a. são apresentadas na tabela a seguir (**Tabela 2**).

Princípio Ativo	Solubilidade em água (mg/L)	Koc (mL/g)	kH (Pam3/mol)	tempo 1/2 solo (dias)	tempo 1/2 água (dias)	Fontes
Abamectina	5,0 / 1,21	5000	2,70E-03	28,0/ <1 - 1,8 / 8-21 horas ou 1 dia	2,4	Directive 98/8/EC/Abamectin, 2011; Long, Gan e Nett, 2005; Extoxnet-PIP/Abamectin, 1996
Deltametrina	0,0002/0,002	10240000/ 79000 - 16300000	3,10E -02 / 5,0E-06 (atm)	58,2 / 4,9-6,9 semanas	17	UH/PPDB-Deltamethrin, 2021; NIH/PubChem/Deltamethrin, 2021
Espinosade	89,0 / 7,6	835 - 143225 / 16420/ 34600	1,89E-07	2,37/0,40	16 - 27	Long, Gan e Nett, 2005; Directive 98/8/EC/Spinosad, 2010; NIH/PubChem/Spinosad, 2021
Malation	130 / 148 / 143	1200/ 1800	1,00E-03	9 / 1	0,4	UNEP/POPS/POPRC.8/INF/29.20 12; UH/PPDB-Malathion, 2021; NIH/PubChem/Malathion, 2021
Piretrina	0,2/ 0,96	10200	4,4 / 7,83E-02	2,2 - 9,5	14 - 17	NIH/PubChem/Pyrethrin, 2021; OSU/EPA-NPIC, 2014; UH/PPDB-Pyrethrin, 2021;
Permetrina	0,2	100000	1,89E-01	42 / 24 - 13	19 - 27 horas / 23	Extoxnet-PIP/Permethrin, 1996; Long, Gan e Nett, 2005; OSU/EPA-NPIC, 2015; UH/PPDB-Permethrin, 2021
Tiociclan	84000	20	1,80E-06	1	< 3	UH/PPDB-Thiocyclam, 2021; Paranjape et al, 2015
Tiometon	200	579 / 240	2,84E-02	2	100	UH/PPDB-Thiometon, 2021; NIH/PubChem/Thiometon, 2021

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos dos princípios ativos (p.a.) de agrotóxicos identificados para *Anastrepha curvicauda* em mamão.

Modelos matemáticos *screening* do índice de GUS, do método de GOSS e do método de Cohen (utilizado pela USA-*Environmental Protection Agency (EPA)*) foram utilizados posteriormente para disponibilizar o potencial de transporte (lixiviação e escoamento superficial (*run-off*)) de cada princípio ativo (p. a.) identificado. O método de



GUS fez uso de informações de meia-vida do p.a. em solo ( $t_{1/2}$  solo, em dias), bem como de seu coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo ( $K_{oc}$ , em  $mL.g^{-1}$ ) e disponibilizou, como resultado das avaliações, o valor do índice de GUS dos p.a. A partir do valor do índice de GUS, o p.a. foi classificado como “não sofre lixiviação”, “faixa de transição” ou “provável lixiviação”, conforme as respectivas faixas de valores atribuídas pelo método de GUS. Para o método de GOSS foram utilizadas as mesmas informações para uso do índice de GUS, acrescidas de informações de solubilidade em água (em  $mg.L^{-1}$ ) de cada p.a. Esse método disponibilizou como resultado a classificação de cada p.a. conforme seu potencial de transporte estar associado a sedimento (solo), e assim, com maior risco a escoamento superficial por partículas de solo (erosão ou carreamento por chuva) e ou dissolvido em água por lixiviação, com potencial impacto para atingir camadas mais profundas do solo e, conseqüentemente, lençóis de águas subterrâneas subsuperficiais ou profundos. Ambos potenciais de transporte foram classificados, separadamente conforme o método, em três níveis: alto potencial (“A”), médio potencial (“M”) ou baixo potencial (“B”). Para aplicação do método utilizado pelo EPA (Cohen et al., 1995) foram utilizadas todas as informações de entrada do método de GOSS acrescida das informações, levantadas para cada p.a., sobre suas constantes de Henry (em  $Pa.m^3.mol^{-1}$ ) e meias vidas em água ( $t_{1/2}$  água, em dias). Por demanda do método foi necessário utilizar as informações de áreas brasileiras com a presença de solos porosos e aquíferos livres não confinados e com pluviosidades anuais superiores ou iguais a 250 mm; aqui apresentada pelas áreas frágeis nacionais. Os cálculos demandados pelos modelos *screening* foram realizados em planilha Microsoft Excel. Esta foi elaborada a partir da planilha disponibilizada por Ramos, Ferracini e Pessoa (2021), pelos mesmos autores, incorporando a avaliação do p.a. pela classificação do seu potencial de lixiviação pelo método de Cohen et al. (2005) (EPA). Os resultados obtidos foram tabelados e são apresentados a seguir (**Tabela 3**).

Os resultados obtidos para abamectina (inseticida/acaricida do grupo avermectina; ativador do canal cloreto) corroboram com Lasota e Dybas (1990), que avaliando esse p.a. como agrotóxico para uso agrícola concluíram que a instabilidade, baixa solubilidade em água e forte adsorção ao solo contribuem para limitar a biodisponibilidade desse p.a. para organismos não-alvo e previnem sua lixiviação para o lençol freático. Porém, de acordo com *Minnesota Department of Agriculture* (2021) a abamectina é altamente tóxica às abelhas. A Basf (2013) também sinalizou essa alta toxicidade para abelhas, quando expostas a tratamento direto ou a resíduos. Do mesmo modo, Del Sarto (2009) sinalizou que para abelhas *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera* africanizada este p.a. se mostrou altamente tóxico em exposição por via oral e menos tóxico por via tópica.

Princípios ativos	Índice de GUS	GOSS-SED	GOSS-DIS	EPA
Abamectina	NL	B	B	NL
Deltametrina	NL	A	B	NL
Espinosade	NL	B	M	NL
Malation	NL	B	B	NL
Piretrina	NL	M	B	NL
Permetrina	NL	M	B	NL
Tiociclan	NL	B	M	NL
Tiometon	NL	B	M	NL

OBS. Classificação pelo índice de GUS: NL= Não Lixiviação; T= Transição; L= Potencial Lixiviação; Classificação pelo Método de GOSS (onde GOS-SED= associado a sedimento; GOS-DIS= dissolvido em água): B= baixo potencial, M= Médio Potencial, e A= Alto Potencial; Classificação pelo método de Cohen et al. (1995) utilizado pelo USA-EPA: NL= Não Lixiviação e L= Potencial Lixiviação.

Tabela 3. Potencial de transporte dos princípios ativos (p.a.) de agrotóxicos para controle de *Anastrepha curvicauda* em mamão conforme modelos *screenings* de GUS, GOSS e EPA.

O alto potencial de transporte por sedimento e seu baixo potencial de transporte dissolvido em água, assim como a tendência a não lixiviação, obtidos para deltametrina (inseticida do grupo dos piretróides), pelos modelos *screenings* utilizados, corroboram com os relatados por Selim e Zhu (2002) e Gaber e Steeger (2008). Estes autores reportaram, respectivamente, a baixa mobilidade do p.a. no perfil vertical do solo, bem como sua não propensão à lixiviação e seu observado potencial de transporte por escoamento superficial em monitoramentos de águas superficiais na Califórnia, EUA. Assim, dependendo do tipo e manejo dos solos, bem como dependendo da pluviosidade e declividade do terreno local onde o p.a. for aplicado, a ocorrência de carreamento para áreas não-alvo por escoamento superficial (*runoff*) poderá ser observada. Acrescenta-se ainda que deltametrina é considerada altamente tóxico às abelhas (Minnesota Department of Agriculture, 2021; UH/PPDB-Deltamethrin, 2021; UNEP/POPS/POP/RC.8/INF/29, 2012). Del Sarto, (2009), avaliando a exposição de abelhas *M. quadrifasciata* e *A. mellifera* africanizada a esse p.a., observou que o mesmo é altamente tóxico em exposição por via oral e menos tóxico quando por via tópica.

Espinosade (inseticida derivado de espécie de bactéria actinomiceto *Saccharopolyspora spinosa* e pertencente ao grupo das espinosinas) apresentou baixo potencial (“B”) de estar associado ao sedimento de solo e médio potencial de estar dissolvido em água, mas com potencial de não lixiviação. Mayes et al. (2003) avaliaram o efeito de espinosade sobre abelhas, indicando que os resíduos do p.a., secos após cerca de 3 horas da aplicação realizada com *sprays* de baixo e ultra baixo volumes, não são agudamente prejudiciais às abelhas. Assim, indicaram que o p.a. apresenta baixo risco para esses polinizadores e de pouco a nenhum efeito na atividade da colmeia e no desenvolvimento da

ninhada. Porém, o p.a foi citado como altamente tóxico às abelhas *M. quadrifasciata* e *A. mellifera* africanizada quando a exposição dá-se por via oral e menos tóxico quando ocorre por via tópica (Del Sarto, 2009); corroborando com o relatado por Mayes et al (2003) e com Pozebon e Arnemann (2021), que indicaram que a toxicidade das espinosinas ocorrem em abelhas apenas quando aplicadas diretamente sobre as mesmas.

Malation é um inseticida do grupo organofosforado, citado em literatura como altamente tóxico às abelhas (Minnesota Department of Agriculture, 2021; UNEP/POPS/POPRC.8/INF/29, 2012). Uma vez no ambiente, o malation pode sofrer biodegradação, hidrólise, fotólise ou degradação por reação com radicais hidroxila. Quando em condições de pH baixo ou baixo teor de matéria orgânica, a persistência do inseticida pode durar meses. É importante ressaltar que um de seus metabólitos, denominado malaoxon, é formado por monoxigenases, que pode ser até 33 vezes mais tóxico que a molécula original (KNAPIK, 2018). Porém, investigações sobre contaminação ambiental têm reportado a ausência do malation em água subterrânea presente em áreas próximas, onde tem sido aplicado por pulverização, indicando um baixo risco de toxicidade na água de beber coletada dessa água subterrânea (PAUL et al., 2015). Esse resultado corrobora com o baixo potencial de lixiviação do p.a. ou dele estar dissolvido em água, ambos sinalizados pelos modelos *screening* aqui utilizados.

Piretrina é um inseticida do grupo piretróide que vem sendo citado como altamente tóxico às abelhas (Minnesota Department of Agriculture, 2021). O resultado obtido neste trabalho para este p.a. (Tabela 2) está em conformidade com o apontado por USA. DHHS (2003), que indicaram que, em decorrência deste composto estar altamente adsorvido ao solo, usualmente não lixivia para água subterrânea e nem contamina o fornecimento de água potável. O mesmo foi apontado por Bond, Buhl e Stone (2014), que citaram o baixo potencial de movimentação do composto, através do perfil do solo, para atingir água subterrânea.

Permetrina, inseticida do grupo piretróide, foi apresentado em literatura como altamente tóxico às abelhas (Minnesota Department of Agriculture, 2021). Utilizando as informações dos parâmetros físico-químicos, levantadas junto às bases de dados internacionais (algumas das quais foram atualizadas em 2021), este p.a não apresentou potencial de lixiviação pelos modelos de GUS, GOSS e EPA. Pelo modelo de GOSS, permetrina apresentou baixo potencial de estar dissolvido em água, porém médio potencial de encontrar-se associada ao sedimento do solo na maior parte das vezes; embora em algumas condições particulares de solos, esse p.a. possa apresentar alto potencial de estar associado ao sedimento. Esses resultados corroboram com WHO (2005), que citaram registros de concentrações do p.a. (na ordem de ppm) em água superficial. A mesma fonte também citou a ausência de registros em água potável. Acrescenta-se, contudo, que a maior adsorção do p.a. à matéria orgânica do solo possibilita que este permaneça mais ligado ao solo e, assim, que seu carreamento dê-se pôr água superficial (*runoff*), principalmente nas

áreas frágeis.

Tiociclam é um pro-inseticida nervo-tóxico (bloqueador do canal do receptor acetilcolina) pertencente ao grupo dos tiocarbamatos. Embora citado como ligeiramente a moderadamente tóxico às abelhas (BASF, 2013), também foi mencionado como tóxico às abelhas, peixes e a outros organismos aquáticos (NIH. PubChem, 2022). Paranjape et al. (2015) citando WHO e USA-Environmental Protection Agency (EPA) indicaram que o p.a. é moderadamente tóxico (Classe II) e que o composto degrada rapidamente em água superficial e com a luz solar.

Tiometon é um inseticida do grupo organofosforado. Não foram encontrados em literatura relatos referentes à sua toxicidade às abelhas. O composto é metabolizado no solo a sulfóxido e sulfona. De acordo com a *Scottish Environmental Protection Agency* (SCOTLAND. SCOTTISH ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (SEPA), 2020), tiometon foi considerado potencialmente relevante para a avaliação da qualidade da água subterrâneas da Escócia. Porém há relatos em literatura de que, embora a sulfona seja altamente móvel no solo, alguns experimentos indicaram que o composto não constitui risco de lixiviação para a água subterrânea (ROBERTS et al., 1998). Essas observações corroboram com o médio potencial dissolvido em água obtido na avaliação pelo modelo de GOSS.

Portanto, frente ao exposto, para os p.a. aqui indicados como apresentando potencial de transporte médios ou alto, tanto dissolvidos em água quanto associados à sedimentos de solo, recomenda-se a necessidade de cautela no uso, principalmente em áreas frágeis. Nesse contexto, pesquisas mais aprofundadas sobre o comportamento dos p.a. aqui indicados com potencial de transporte devem ser conduzidas, considerando as particularidades locais de áreas determinadas como favoráveis ao inseto em presença de áreas frágeis e para atualizações futuras.

## 5 | COMENTÁRIOS FINAIS

Zoneamentos territoriais brasileiros de áreas aptas à PQA *Anastrepha curvicauda* em frutífera de mamão, considerando ou não a presença de áreas frágeis nacionais, subsidiam as estratégias de controle dessa PQA em caso de sua entrada no país.

Oito princípios ativos de agrotóxicos, sinalizados como em uso no exterior para o controle de *A. curvicauda* em mamão, foram avaliados quanto ao potencial de transporte por modelagem matemática screening. Os resultados indicaram a necessidade de cautela no uso, principalmente nas áreas frágeis sinalizadas, de produtos à base de espinosade, tiociclam e tiometon, pelo médio potencial apresentado para serem transportados dissolvidos em água, e de deltametrina, piretrina e permetrina, pelo alto potencial do primeiro e pelos médios potenciais dos demais, para serem transportados adsorvidos a sedimentos oriundos da desagregação do solo.

Considerando as aptidões observadas pelo zoneamento de áreas aptas à *A. curvicauda* em frutíferas de mamão localizadas em áreas frágeis e as localizações das importantes regiões produtoras de mamão no país (Sul e Oeste da Bahia, Norte do Espírito Santo, Norte de Minas Gerais, Norte do Rio Grande do Norte e Ceará) tem-se que para:

- a) Bahia: para a mesorregião do Sul Bahiano foram identificados 25 municípios distribuídos em três microrregiões (Ilhéus-Itabuna (municípios de Belmonte, Canavieiras, Ilhéus, Itacaré e Una), Porto Seguro (municípios de Alcobaça, Caravelas, Eunápolis, Ibirapuã, Itabela, Itamarajú, Lajedão, Medeiros Neto, Mucuri, Nova Viçosa, Porto Seguro, Prado, Santa Cruz Cabralia, Teixeira de Freitas e Vereda) e Valença (municípios de Camamu, Ituberá, Maraú, Taperoá e Valença));
- b) Espírito Santo: na mesorregião do Litoral Norte do Espírito-Santense foram identificados 12 municípios de três microrregiões aptas (Linhares (municípios de Aracruz, Linhares, Rio Bananal e Sooretama), Montanha (municípios de Montanha, Mucurici, Pinheiros e Ponto Belo) e São Mateus (municípios de Conceição da Barra, Jaguaré, Pedro Canário e São Mateus);
- c) Minas Gerais: na mesorregião do Norte de Minas, 20 municípios de cinco microrregiões apresentaram aptidão em áreas frágeis, a saber nas microrregiões de Bocaiúva (municípios de Bocaiúva, Francisco Dumont e Olhos-D'água) , Janaúba (municípios de Espinosa, ~~Jaíba~~, ~~Janaúba~~, Nova Porteirinha e Porteirinha), Januária (municípios de Januária e São Francisco), Montes Claros (municípios de Capitão Enéas, Claro dos Poções, Francisco Sá, Glaucilândia, Montes Claros e Verdelândia) e Pirapora (municípios de Buritizeiro, Lassance, Pirapora e Várzea de Palma);
- d) Rio Grande do Norte: não houve registro de aptidão para a importante região produtora mamão do estado, localizada ao Norte;
- e) Ceará: Não foram observados municípios aptos à *A. curvicauda* em mamão em áreas frágeis deste estado;

## OBSERVAÇÃO

Os resultados aqui apresentados foram obtidos no âmbito do desenvolvimento do Projeto “Estratégias para subsidiar ações de monitoramento e controle de insetos-pragas presentes e quarentenárias ausentes no território brasileiro- **DefesaInsetos**” (Embrapa SEG n.40.18.03.007.00.00 – Execução autorizada pelo DSV/SDA-Mapa (Ofício n.28/2019/CGPP/DSV/SDA/Mapa- Processo SEI n.21000.050281/2018-59 -SEI n.7101489), o qual está sendo financiado exclusivamente por recursos do Sistema Embrapa de Gestão (SEG).

## REFERÊNCIAS

- AKAY, A. E. **Ranking of pesticides according to leaching potentials to groundwater for the selected river basins in Turkey** – Index-based approach. The Graduate School of Natural and Applied Sciences/Middle-East Technical University, Turkey, 2016. 265p. (Thesis of Master of Science). Disponível em: <https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12620095/index.pdf> Acesso em: 21 out. 2021.
- ALUJA, M.; PIÑERO, J.; LÓPEZ, M.; RUÍZ, C.; ZÚÑIGA, A.; PIEDRA, E.; DÍAZ-FLEISCHER, F.; SIVINSKI, J. New host plant and distribution records in Mexico for *Anastrepha spp.*, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker, *Rhagoletis zoqui* Bushi, *Rhagoletis sp.*, and *Hexachaeta sp.* (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v.102, n.4, p. 802-815, 2000.
- ALUJA, M.; GUILLEN, J.; LIEDO, P.; CABRERA, M.; RIOS, E.; DE LA ROSA, G.; CELEDONIO, H.; MOTA, D. Fruit infesting tephritids [Dipt.: Tephritidae] and associated parasitoides in Chiapas, México. **Entomophaga**, v. 35, n. 1, p. 39-49, 1990.
- ATLAS BIG. **Produção mundial de mamão por país, 2021**. Disponível em: <https://www.atlasbig.com/ptbr/paises-por-producao-de-mamao>. Acesso em: 30 jun. 2021.
- AUSTRALIA PLANT HEALTH. ***Toxotrypana curvicauda***. Fruit Fly ID Australia, 2021. Disponível em: <https://fruitflyidentification.org.au/species/anastrepha-curvicauda/>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- BARBOSA, F. F. L.; ALEXANDRE, J. R.; MORAIS, E. F.; LOHMANN, T.; SILVA, M. L. da. **Priorização de pragas quarentenárias ausentes: metodologia e lista das 20 pragas mais importantes**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2017. 24p. il. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 220). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170414/1/DOC-220-Laranja-Ainfo.pdf> Acesso em: 12 jul. 2022.
- BASF. **Insecticide mode of action- technical training manual**. 2013. 76p. Disponível em: [https://agriculture.basf.com/global/assets/en/Crop%20Protection/innovation/BASF\\_Insecticide\\_MoA\\_Manual\\_2014.pdf](https://agriculture.basf.com/global/assets/en/Crop%20Protection/innovation/BASF_Insecticide_MoA_Manual_2014.pdf). Acesso em 25 out. 2021.
- BERRONES-MORALES, M.; VANOYE-ELIGIO, V.; CORONADO-BLANCO, J. M.; GAONA-GARCÍA, G.; SÁNCHEZ-RAMOS, G. Species diversity of fruit flies (Diptera: Tephritidae) through different ecosystems in a Neotropical transition zone in Mexico, **Journal of Insect Conservation**, 24, p. 219-231, 2020.
- BOND, C.; BUHL, K.; STONE, D. ***Pyrethrins General Fact Sheet***; National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. 2014. 4p. Disponível em: <http://npic.orst.edu/factsheets/pyrethrins.html>. Acessado em: 21 fev. 2022.
- BOSCÁN, N.; GODOY, F. Levels of infestation of the papaya fruit fly *Toxotrypana curvicauda* Gerst. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 1., 1998, Canoabo and Bejuma, Venezuela. [Abstracts...]. Penang, Malaysia: FAO/IAEA, p. 11-19, 1998.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (SDA). **Instrução Normativa SDA nº 39 de 1 de outubro de 2018**. Diário Oficial da União, n. 190, Seção 1, p. 11-14, de 02/10/2018. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=515&pagina=11&data=02/10/2018>

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (SDA). **Instrução Normativa SDA nº 38 de 14 de outubro de 1999**. Diário Oficial da União (DOU), n. 205, Seção 1, pg.23-26, de 26/10/1999. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=26/10/1999&jornal=1&pagina=55&totalArquivos=72>

BUSTILLO, P. A. E. Anotaciones biológicas sobre la mosca de la papaya/ *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker em Colombia. **Actualidades ICA** (Colombia), v.2, n.19, p1-7, 1988.

BUTCHER, F. G. The occurrence of papaya fruit fly in mango. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 65, pp.196, 1952. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20057007681>

CALDERÓN, G. M.; VIDES, J. E. **Cultivo de papaya (*Carica papaya* L. )**. Arce, El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”(CENTA)/Ministério de Agricultura y Ganadería- El Salvador. 2018. 43p. Disponível em: [http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa\\_Papaya%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Papaya%202019.pdf) Acesso em: 15 jul. 2020.

COHEN, S. Z.; WAUCHOPE, R. D.; KLEIN, A. W.; EADSPORTH, C. V.; GRANCY, R. Offsite transport of pesticides in water – mathematical models of pesticide leaching and runoff. **Pure and Applied Chemistry**, London, v. 67, p. 2109-2148, 1995.

CRIA. Centro de Referência de Informação Ambiental. **OpenModeller**. Disponível em: <http://openmodeller.cria.org.br/modelagem>. Acesso em: 30 jun. 2021.

DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. de. **Mamão** – o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 150p.

DEFESAVEGETAL.NET *Toxotrypana curvicauda*. Recuperado em 14/fev. 2020. Disponível em: <http://www.defesavegetal.net/toxtcu>.

DEL SARTO, M. C. L. **Toxicidade de inseticidas para as abelhas *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera***. Vicosá, MG: Programa de Pós-Graduação em Entomologia/Universidade Federal de Viçosa, 2009. 64p. (Doutorado). Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/866/1/texto%20completo.pdf> Acesso em: agosto/2020.

DÍAZ-FLEISCHER, F., PÉREZ-STAPLES, D., CABRERA-MIRELES, H., MONTOYA, P.; LIEDO, P. Novel insecticides and bait stations for the control of Anastrepha fruit flies in mango orchards. **Journal of Pesticide Science** n.90, 2017. pp. 865–872. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10340-017-0834-3>

DINIZ, J. A. O. **Mapa hidrogeológico do Brasil ao milionésimo**: Nota Técnica./João Alberto de Oliveira Diniz, Adson Brito Monteiro, Robson de Carlo da Silva, Thiago Luiz Feijó de Paula. Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014. 54p. il. 3 mapas, color, Escala 1:5.000.000.

DUARTE, M. L.; ZANCHI, F. B.; NEVES, J. R. D.; COSTA, H. S.; JORDÃO, W. H. C. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas no município de Humaitá, Amazonas, Brasil. **Rev. Ambient. Água [online]**. vol.11, n.2, p.402-413, 2016.

EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. DIVISIÓN DE VIGILANCIA Y CERTIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA. Guia para el control de moscas de la fruta. 2011. 6p. Disponível em: <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/43/documents/5565/download> Acesso: 7 ago. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Produção brasileira de mamão em 2019**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019. Online. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/dados/brasil/mamao/b1\\_mamao.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/mamao/b1_mamao.pdf). Acesso em: 30 jun. 2021.

ESKÁFI, F. M.; CUNNINGHAM, R. T. Host Plants of Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) of Economic Importance in Guatemala, **The Florida Entomologist**, v.70, n. 1, p. 116-123, mar. 1987.

EUROPEAN UNION (EU). EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA). **Informations on chemicals**. Disponível em: <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals> Acesso em: 2021.

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y. Aspectos toxicológicos e ambientais dos agrotóxicos aplicados na cultura do melão. In: BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. de A. D. de; TERAPO, D. (Org.). **Produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. p.237-247.

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; OLIVEIRA, F. C.; SILVA, A. de S. Potenciais contaminantes ambientais e subsídios para produção com qualidade na citricultura. In: MATTOS JÚNIOR, D. de; DE NEGRI, J. D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC: Fundag, 2005. p. 897-929.

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. de S.; SPADOTTO, C. A. Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente** v. 11, p.1-16, jan./dez. 2001.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302-4315, 2017.

FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; BARBOSA, F. F. L. (Ed.). **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 510 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108710/priorizacao-de-pragasquarentenarias-ausentes-no-brasil>.

GARCÍA, M. A. A. **Guía técnica del cultivo de la papaya**. Programa MAG-CENTA-FRUTALES. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Diciembre, 2010. Disponível em: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PAPAYA.pdf> Acesso em: 20 mai 2021.

GABER, K.; STEEGER, T. **Risks of dimethoate use to the federally-listed California red legged frog (*Rana aurora draytonii*)**: pesticide effects determination. Washington, DC,: Environmental Fate and Effects Division/Office of Pesticides Program, January 31, 2008. 137p. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/pesticides/endanger/litstatus/effects/redleg-frog/dimethoate/analysis.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2021.

GODOY, F.J.; MARTINEZ, N.B. de *Dorytobracon toxotrypanae*, Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae) parasite of fruit fly *Toxotrypana curvicauda* Gerst. **Agronomia Tropical Maracay**, v. 49, n.4, p. 527-531, 1999.



GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF). **Free and open access to biodiversity data**. Disponível em: <https://www.gbif.org>. Acesso em: 20 jun. 2021.

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; PESSOA, M. C. P. Y. Natural vulnerability of soil in agricultural areas: Support for assessing risk of contamination of groundwater by agricultural chemicals. In: GOMES, M. A. F. (Org.). **Agricultural use of the Guarani Aquifer recharge areas in Brazil: implications for groundwater and proposed agri-environmental schemes**. 1ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2012, p. 63-70.

GOMES, M. A. F. (Ed.) **Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: implicações para a água subterrânea e propostas de gestão com enfoque agroambiental**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 417p.

GOMES, M.A. F.; HAMADA, E.; FILIZOLA, H. F.; QUEIROZ, S. C. do N. de; FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; CHAIM, A. Ordenamento agroambiental das áreas de recarga do Aquífero Guarani: estudos de caso em território brasileiro. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 1-22.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J.; HORMAZA, J. I. Pest and diseases in mango (*Mangifera indica* L.). 2020. 81p. Disponível em: [https://www.mango.org/wp-content/uploads/2020/08/Mango\\_Pests\\_and\\_Diseases\\_ENG.pdf](https://www.mango.org/wp-content/uploads/2020/08/Mango_Pests_and_Diseases_ENG.pdf) Acesso: July, 11, 2022.

GOSS, D. W. Screening procedure for soils and pesticides for potential water quality impacts. **Weed Technology**, v.6, n. 3, p. 701-708, 1992.

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. **Environmental Toxicology and Chemistry**, Elmsford, v.8, n.4, p. 339-357, 1989.

HALL, K. E.; RAY, C.; KI, S. J.; SPOKAS, K. A.; KOSKINEN, W. C. Pesticide sorption and leaching potential on three Hawaiian soils. **Journal of Environmental Management**, 159 (2015) p.227-234. Disponível em: [https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/41695/Updates/2015\\_Hall\\_PesticideSorption.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/41695/Updates/2015_Hall_PesticideSorption.pdf) Acesso em: 01. abr. 2021.

HOLLER, W. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; SÁ, L. A. N de; LOVISI FILHO, E.; FARIAS, A. R.; SPADOTTO, C. A.; MARINHO-PRADO, J. S. **Detalhamento de regiões brasileiras suscetíveis ao ingresso e estabelecimento da praga quarentenária ausente (A1) - *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae)**. Campinas, SP: Embrapa Gestão Territorial, 2016 (Comunicado Técnico).

HORTFRUTI BRASIL. **Anuário 2020-2021**. Piracicaba, Edição especial, v. 19, n. 207, dez. 2020/ jun. 2021. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/retrospectiva-2020-perspectivas-2021.aspx> Acesso em: 30 jun. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Municipais – Ano-base 2018**. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2018/Brasi I/BR/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2018/Brasi%20I/BR/) Acesso em: 02 out. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas Territoriais**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dosmunicipios.html?=&t=sobre>. Acesso em: 23 out. 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/> Acesso em: 17 ago. 2020.

JACOB, C. R. de O. **Impacto de inseticidas neonicotinoides em abelhas africanizadas e nativas sem ferrão (Hymenoptera: Apoidea)**: toxicidade, alterações na atividade de locomoção e riqueza de espécies em pomares de citros, Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2019. 82p. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-03092019-100801/pt-br.php> [doi:10.11606/T.11.2019.tde-03092019-100801] Acesso em: 25/11/2020.

JACOMO, B. de O.; MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S. Estimativa de nicho ecológico de *Anastrepha curvicauda* em território brasileiro por algoritmos de modelagem. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2021, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto de Zootecnia, 2021. 12 p. Evento online. CIIC 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225838/1/5955.pdf> Acesso em: 20 set. 2021.

JACOMO, B. de O.; MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S. Avaliação do efeito do threshold do MaxEnt em estimativas de áreas climáticas aptas a dois insetos-pragas exóticos. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2020, Campinas. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2020. 2 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217401/1/5335.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.

KUMAR, G.; SINGH, S.; NAGARAJIAH, R. P. K. Detailed Review on Pesticidal Toxicity to Honey Bees and Its Management, IN: RANZ, R. E. R. **Modern Beekeeping** - Bases for Sustainable Production, IntechOpen, February 20th 2020, online (Chapter). DOI: 10.5772/intechopen.91196. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/71161> Access: 22 out. 2021.

LASOTA, J. A.; DYBAS, R. A. Abamectin as a pesticide for agricultural use. **Proceedings of Symposium on Onchocerciasis**, Leiden, The Netherland, 1990, v. 59, p. 217- 225. Disponível em: <https://academic.microsoft.com/paper/27441630/citedby/search?q=Abamectin%20as%20a%20pesticide%20for%20agricultural%20use.&qe=Fld%25D27441630&f=&orderBy=0> Acesso em: 21 out. 2021.

LEWIS, K. A.; TZILIVAKIS, J.; WARNER, D.; GREEN, A. An international database for pesticide risk assessments and management. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v.22, n.4, p.1050-1064, 2016. DOI: 10.1080/10807039.2015.1133242

LONG, R.; GAN, J.; NETT, M. Pesticide Choice: Best Management Practice (BMP) for Protecting Surface Water Quality in Agriculture, **University of California -Agriculture & Natural Resources (US-ANR)**, publication 8161, 2005. 9p. Disponível em: <https://escholarship.org/content/qt3fc6229q/qt3fc6229q.pdf> Acesso em: 20 ago. 2020.

KNAPIK, L. F. O. Ecotoxicidade do inseticida malathion e seus efeitos sobre os biomarcadores ensaio cometa e acetilcolinesterase em *Daphnia magna*. Dissertação de Mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Curitiba, 2018. p. 45-52. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3404> Acesso em: 21 ago. 2021.

MARTINEZ, J. C.; BURBANO, O. I. I. Survey of fruit fly parasitoids and predators in cultivated and wild host in the province of Vélez (Santander- Colombia). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE, 7.; MEETING OF THE WORKING GROUP ON FRUIT FLIES OF THE WESTERN HEMISPHERE, 6., 2006, Salvador. **Proceedings...** Salvador: Fruitfly, 2006.

MARQUES, J. G. de C.; LYRA, M. R. C. C.; CARVALHO, R. M. C. M. de O.; NASCIMENTO, R. M. do; SILVA, J. A. A. da; MONTENEGRO, S. M. G. L. Comparação entre índices de potencial de lixiviação para agrotóxicos utilizados na Sub-Bacia do Natuba, Vitória de Santo Antão-Pernambuco. *Águas Subterrâneas*, v. 33, n.1, 2019. p. 58-67. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/assubterraneas/article/download/29239/19074/108828> Acessado em: 22 out. 2020.

MASON, A. C. **Biology of the papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda*, in Florida.** United Department of Agriculture Bulletin n. 1081, Washington, DC, July 1922, 10p.

MAYES, M. A.; THOMPSON, G. D.; HUSBAND, B.; MILES, M. M. Spinosad toxicity to pollinators and associated risk. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**. 2003. pp. 37-71.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; JACOMO, B. DE O.; MARINHO-PRADO, J. S.; PARANHOS, B. de A. J. Territorial zoning of Brazilian areas favorable to *Anastrepha curvicauda* (Diptera: Tephritidae) in papaya crop. **Journal of Agricultural Sciences Research**, v.2, n.3, 10p., 2022a.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; JACOMO, B. DE O.; SIQUEIRA, C. de A.; PARANHOS, B. de A. G. Prospecção de áreas brasileiras favoráveis à *Anastrepha curvicauda* em frutíferas de mamão ou manga. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA (CBE), 28. Fortaleza, CE: 2022. Resumos... 2022b. (prelo publicação).

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; SÁ, L. A. N. de; PRADO, J. S. M.; SIQUEIRA, C. de A.; MUNHOZ, V. C.; BERHALDO, G. N.; FARIAS, A. R. Acompanhamento georreferenciado de áreas brasileiras de Cerrado sujeitas aos ataques de *Helicoverpa armigera*. In: Jéssica Aparecida Prandel.. (Org.). **Processamento, análise e disponibilização de informação geográfica**. 1ed. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, v. 1, p. 117-130, 2019.

MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; LOVISI FILHO, E. ; BRASCO, M. A. ; PESSOA, M. C. P. Y.; SÁ, L. A. N. de ; SPADOTTO, C. A. ; FARIAS, A. R. ; MARINHO-PRADO, J. S. **Identificação dos locais mais vulneráveis à entrada de *Prodioplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) no Brasil.** Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2017b. 29 p. (Embrapa Gestão Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 6).

MINNESOTA DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Pesticides and bee toxicity.** Online. 2021. Disponível em: <https://www.mda.state.mn.us/protecting/bmps/pollinators/beetoxicity> Acesso em: 21 out. 2021.

MOSSLER, M.A.; CRANE, J. Florida Crop/Pest Management Profile: Papaya. University of Florida (UF): IFAS Extension, CRI1402, Review July 2013, pp.1-7. s.a.

MOUCO, M. A. do C.; ARAÚJO, J. L. P.; SILVA, D. J.; PINTO, J. M.; CORREIA, R. C. **Recomendações práticas para a produção de manga nas áreas do Projeto Lagos do São Francisco.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2021. 27 p. il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 303). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1138583/1/Recomendacoes-praticas-para-2021.pdf> Acesso: 12 jul. 2022.

NAVARRO, S.; HERNÁNDEZ-BASTIDA, J.; CAZAÑA, G.; PÉREZ-LUCAS, G.; FENOLL, J. Assessment of the leaching potential of 12 substituted phenylurea herbicides in two agricultural soils under laboratory conditions. **J. Agric. Food Chem.** 2012, 60, 21, 5279–5286. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf301094c> Acesso em: 19 out. 2020.

NIH. National Library of Medicine. PubChem. **Explore Chemistry**. Bethesda, MD: National Center of Biotechnology Information, 2021. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>>. Acesso em: 17 jun. 2021.

NIH. National Library of Medicine. PubChem. **Compound summary: Thiocyclam**. Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Thiocyclam> Acessado: 16 fev. 2022.

NORRBOM, A. L.; BARR, N. B.; KERR, P.; MENGUAL, X.; NOLAZCO, N.; RODRIGUEZ, E. J.; STECK, G. J.; SUTTON, B. D.; URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A. Synonymy of *Toxotrypana Gerstaecker* with *Anastrepha Schiner* (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 120, n. 4, p. 834-841, 2018.

OH, S.; MOON, D.; CHUNG, J.; HYUN, H. Estimation of pesticide leaching potential using GUS, RF, and AF index in Cheju citrus orchard soils. **Korean Journal of Environmental Agriculture**, 2002, v. 21, n.1. p. 7-16. Disponível em: <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200210737124866.page> Acesso em: 20 out. 2021.

OVRUSKI, S. M.; OROÑO, L. E.; NÚÑEZ-CAMPERO, S.; SCHLISERMAN, P.; ALBORNOZ-MEDINA, P.; BEZDJIAN, L. P.; VAN NIEUWENHOVE, G. A.; MARTIN, C. B. A review of hymenopterous parasitoid guilds attacking *Anastrepha* spp. and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Argentina. In.: Fruit Flies of Economic Importance: From Basic to Applied Knowledge, **Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance**, 10-15 September 2006, Salvador, Brazil, pp. 113-125

PARANJAPE, K.; GOWARIKER, V.; KRISHNAMURTHY, V. N.; GOWARIKER, S. The pesticide encyclopedia. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI ed. Edition, February 20, 2015, 726p.

PESTICIDE ACTION NETWORK INTERNATIONAL **PAN pesticide database**. Disponível em: <<https://basedosdados.org/dataset/pan-pesticide-database>>. Acesso em: 17 jun. 2021.

PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; SÁ, L. A. N. de; PARANHOS, B. A. J.; VALLE, L. B. do; LOVISI FILHO, E.; BERALDO, G. N.; FARIAS, A. R. Áreas aptas ao parasitoide exótico *Fopius arisanus* e a *Bactrocera carambolae* considerando seis hospedeiros no Brasil. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO (SICONBIOL), 16., 2019, Londrina. **Anais...** Londrina: SEB; UEL; Embrapa, 2019. p. 455. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/206716/1/RA-PessoaMCPY-et-al-16SICONBIOL-2019-p455.pdf> Acessado em: 20 out. 2021

PESSOA, M. C. P. Y.; PRADO, J. S. M.; SÁ, L. A. de; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. Priorização de regiões do Cerrado brasileiro para monitoramento de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 5, p. 697-701, maio 2016a. (Notas Científicas). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146177/1/Priorizacao-de-regioes-do-cerrado.pdf> Acesso em: 21 out. 2021.

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; MINGOTI, R.; PRADO, S. de S.; LOVISI FILHO, E.; SÁ, L. A. N. de; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R. **Avaliação do potencial desenvolvimento de *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) e de três bioagentes de controle exóticos em condições climáticas da região Norte do Brasil- Estados do Amapá e Roraima**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2016b. 2 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153800/1/20161215-NotaTecnica-10.pdf> Acesso em: 21 out. 2021.

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; MINGOTI, R.; PRADO, S. de S.; LOVISI FILHO, E.; SILVA, A. de S.; MOURA, M. S. B. de; SILVA FILHO, P. P. da; SÁ, L. A. N. de; PRADO, S. de S.; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R. **Estimativas de potencial adaptação de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Praga Quarentenária A2) – Estudo de caso para dois perímetros irrigados do Vale do São Francisco**. Campinas, SP: Embrapa Gestão territorial, 2016c. 2 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161389/1/20161202-NotaTecnica-9.pdf> Acessado em: 21. out. 2021.

PESSOA, M. C. P. Y.; GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H.; QUEIROX, S. C. N. ; FERRACINI, V. L. ; JARDIM, I. C. S. Screening models and system simulation applied to risk assessment of water contamination by pesticides in areas of soybean, corn and rice cultivation: Case study in the Araguaia River Springs in the region of Mineiros, Goiás State (GO), and in the Jacaguá. In: GOMES, M. A. F. (Org.). **Agricultural use of the Guarani Aquifer recharge areas in Brazil**: implications for groundwater and proposed agri-environmental schemes. 1ed.Brasilia, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2012, p. 185-198.

PESSOA, M. C. P. Y.; FERNANDES, E. N.; QUEIROZ, S. C. N.; FERRACINI, V. L.; GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. de. Mathematical-modelling simulation applied to help in decision-making process on environmental impact assessment of agriculture. In: PRADO, H. A. do; LUIZ, A. J. B.; CHAIB FILHO, H. (Org.). **Computational methods for agricultural research - advances and applications**. New York: Information Science Reference (an imprint of IGI Global), 2011, p. 199-233

PESSOA, M. C. P. Y.; CHAIM, A.; FERRACINI, V. L.; SCRAMIN, S. **Manual do usuário do programa AGROSCORE**: apoio à avaliação de tendências de transporte de princípios ativos de agrotóxicos. Jaguariúna/SP: Embrapa Meio Ambiente, 2007 (Série Documentos - Embrapa).

PESSOA, M. C. P. Y.; CHAIM, A.; FERRACINI, V. L.; SCRAMIN, S. **Software AGROSCORE**: apoio à avaliação de tendências de transporte de princípios ativos de agrotóxicos. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004a. 22 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 26). Disponível em: <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5802/1/boletim\\_26.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5802/1/boletim_26.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2021

PESSOA, M. C. P. Y.; GOMES, M. A. F.; SCRAMIN, S.; CERDEIRA, A.; SILVA, A. de S.; GUSSAKOV, K. C. Avaliação do potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas das bacias hidrográficas brasileiras por agrotóxicos em função da vulnerabilidade natural dos solos. In: CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE DE PAULÍNIA E REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, 1., 2004, Paulínia. [Anais...] Paulínia: Prefeitura Municipal: Região Metropolitana de Campinas, 2004b. p. 33-34.

PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. de S.; CHAIM, A.; LOPES, P. R. C. ; GOMES, M.A. F.; SOARES, J. M. **Risco de contaminação das águas subterrâneas do submédio do rio São Francisco por agrotóxicos utilizados nas culturas de cana-de-açúcar e banana**: uma avaliação por simulação de sistemas. Jaguariúna/SP: Embrapa-CNPMA, 1999 (Nota Técnica - Embrapa).

PESTICIDE ACTION NETWORK NORTH AMERICA. **Chemical**. Disponível em: < <https://www.pesticideinfo.org/> >. Acesso em: 17 jun. 2021.

PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E. MaxEnt software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). Disponível em: [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent) Acesso em: 30 jun. 2021.

POZEBON, H.; ARNEMANN, J. A. Como funcionam os inseticidas neonicotinoides e espinosinas? Portal Mais Soja, 2021. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:VM2sQaCISUkJ:https://maissoja.com.br/como-funcionam-os-inseticidas-neonicotinoides-e-espinosinas/+&cd=10&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> Acesso em: 28 out. 2021.

RAMOS, G. G.; FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; Potencial de transporte de agrotóxicos utilizados no controle de *Drosophila suzukii* e *Aleurocanthus woglumi* por modelos *screening*. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2021, Campinas. Anais... Campinas: Instituto de Zootecnia, 2021. 12p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/227339/1/Ferracini-Potencial-transporte-2021.pdf> Acesso em: 23 mar. 2022.

ROBERTS, T. R.; HUTSON, D. H.; LEE, P. W.; NICHOLLS, P. H.; PLIMMER, J. R.; ROBERTS, M. C. (eds) **Metabolic pathways of agrochemicals**: Part 2- Insecticides and Fungicides. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry 1998, p. 505.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, S. E.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H.; RODRÍGUEZ-LEYVA, E.; LOMELI-FLORES, J. R.; MIRANDA-SALCEDO, M. A. Species diversity and population dynamics of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Guerrero, Mexico. **Florida Entomologist**, v.101, n.1, 2018.

SAGE PESTICIDES. **Effects toxiques des matières actives**. Quebec, Canadá. 2021. Disponível em: <https://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/RechercheMatiere/>. Acesso em: 2021.

SAAVÉDRA-DÍAZ, J.; GALEANO-OLAYA, P. E.; Canal, N. A. Relaciones ecológicas entre frutos hospederos, moscas frugívoras y parasitoides en un fragmento de bosque seco tropical, **Revista de Ciências Agrícolas**, Enero - Junio 2017, v.34, n.1, p. 32 - 49.

SALGADO, T.; BACA, P. **Control de Plagas y enfermedades de los Cultivos**. s.l., Honduras: Programa de Manejo Integrado de Plagas em América Central (PROMIPAC), Instituto de Nacional Tecnológico (INATEC) y Proyecto de Fortalecimiento e Integración de la Educación de la Educación Media a los Processos de Desarrollo Rural Sostenible y Combate a la Pobreza em América Central (SICA-ZAMORANO-TAIWÁN), noviembre 2006. p. 57.

SCACHETTI-PEREIRA, R. **DesktopGarp**: a software package for biodiversity and ecologic research. United States: The University of Kansas Biodiversity Research Center, 2002. Disponível em: <http://www.nhm.ku.edu/desktopgarp/>. Acesso em: 30 jun. 2021.

SCOTLAND. SCOTTISH ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (SEPA). List of groundwater hazardous and non-hazardous subsetances and their associated concentrations. november, 2020. Available at: [https://consultation.sepa.org.uk/circular-economy/78f28f61/user\\_uploads/list-of-standards-06112020.pdf](https://consultation.sepa.org.uk/circular-economy/78f28f61/user_uploads/list-of-standards-06112020.pdf)

SANTANA, F. S. Uma infraestrutura orientada a serviços para a modelagem de nicho ecológico. 2009. Tese (Doutorado em Sistemas Digitais)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/T.3.2009.tde-13072009-165044. Acesso em: 21 jun. 2021.

SELIM, H. M.; ZHU, H. Retention and mobility of deltamethrin in soils: 2. Transport. **Soil Science**, v. 167, n. 9, p. 580-589, Sept. 2002.

SELMAN, H. L.; HEPPNER, J. J.; FASULO, T. R. **Papaya fruit fly**. UF-IFAS, publication EENY-21, April 2018 (revised). Disponível em: [https://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/papaya\\_fruit\\_fly.htm](https://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/papaya_fruit_fly.htm), Acesso em: 21 Out. 2021.

SILVA, S. X. de B.; SOUZA, J. da S.; NASCIMENTO, A. S. do. *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae). In.: FIDELIS, E. etd (eds). **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**, Brasília, DF: Embrapa, 2018. pp. 213-227 (Capítulo 14)

SOARES, D. F.; FARIA, A. M.; ROSA, A. H. Análise de risco de contaminação de água subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT). **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.2, mar/abril 2017 | 277-284. DOI: 10.1590/S1413-41522016139118. Acesso em: 15 de jan. de 2020.

SOUZA MUÑOZ, M. E.; DE GIOVANNI, R.; DE SIQUEIRA, M. F.; SUTTON, T.; BREWER, P.; PEREIRA, R. S.; CANHOS, D. A. L.; CANHOS, V. P. OpenModeller: a generic approach to species' potential distribution modelling. **Geoinformatica**, v. 15, n. 1, p. 111-135, 2011.

STIBICK, J. N. L. **General reference for fruit fly programs – Tephritidae**. United States Department of Agriculture (USDA), Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), Plant Protection and Quarantine (PPQ), Pest Detection and Management Programs, march, 2004. 322p.

The PPDB. **PPDB**: pesticide properties database. Hatfield: University of Herfordshire, 2021. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>>. Acesso em: 17 jun. 2021.

TORRES, G. C. **Caracterización del cultivo de la papaya como producto com potencial para exportación, com énfasis em el diagnóstico molecular y serológico de enfermedades**. Zamorano, Honduras: Noviembre, 2000. Disponível em: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2725/1/CPA-2000-T017.pdf> Acesso em: 17 abril 2020.

UNIMONTES. Ciências Agrárias. **Polinização do mamoeiro**, 17/fev/2017. Vídeo. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=XVo4WBym9oM> Acesso em: 20 Out. 2021.

UNITED KINGDOM. UNIVERSITY OF HERTFORDSHIRE. **Pesticide Properties Database (PPDB)**. Hertfordshire, UK. Disponível em: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm> . Acesso em: 17 jun. 2021.

UNITED NATIONS. UNEP. **UNEP/POPS/POPRC.8/INF/29**, in: Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, 27 November 2012. 144p. Disponível em: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.8-INF-29.English.pdf>

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. CEPEA. **Hortifrutis**, 2022. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>

USA. UNIVERSITY OF CALIFORNIA-DAVIS/OREGON STATE UNIVERSITY/ MICHIGAN STATE UNIVERSITY/CORNELL UNIVERSITY/ UNIVERSITY OF IDAHO. **The Extension TOXicology NETwork (EXTOXNET)**. Disponível em: <http://extoxnet.orst.edu/> Acessado em: 2020.

USA. DEPARTMENT OF HEALTHY AND HUMAN SERVICE. NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH (NIH). **PubChem**. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/#query=> , Acessado: 2020.

USA. DEPARTMENT OF HEALTHY AND HUMAN SERVICE. **Toxicological profile for pyrethrins and pyrethroids**. september, 2003. 328p. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp155.pdf> Acessado em: 21 fev. 2022.

VEINTIMILLA, O. H. J. Control de la mosca de la papaya *Toxotrypana curvicauda* G. com malla termica y Spinosad. Zamorano, Honduras, Diciembre , 2008. 14p. Disponível em: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5472/1/CPA-2008-T0338.pdf> Acesso: 2021

VILLA-AYALA, P.; CASTREJON-AYALA, F.; JIMENEZ-PEREZ, A. Influencia de la edad, hora del día y planta en el comportamiento de *Toxotrypana curvicauda*. **Agrociencia**. 2010, v.44, n.2, pp.209-213. Disponível em: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952010000200009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952010000200009&lng=es&nrm=iso)

WALSH, D. B.; BOLDA, M. P.; GOOGHUE, M. P.; DREVES, A. J.; LEE, J.; BRUCK, D. J.; WALTON, V. M.; O'NEIL, S.D.; ZALOM, F. G. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potencial, *Journal of Integrated Pest Management*, v. 2, n. 1, 7p. ,2011.

WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; BLOCHTEIN, B.; LISBOA, B. B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **As abelhas e a agricultura**. Porto Alegre, RS: EDIPUCRS, 2014. 146p. Disponível em: <https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivre/Ebooks//Pdf/978-85-397-0658-7.pdf> Acesso em: 21 out. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). INTERNATIONALPROGRAM ON CHEMICAL SAFETY (IPCS).INTERNATIONALY PEER REVIEWED CHEMICA SAFETY (INCHEM). Disponível em: <http://www.inchem.org/#/search> Acessado em: jan-out. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Permethrin in Drinking-water** - Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality WHO/SDE/WSH/05.08/111 (english only). 2005. 14p. Disponível em: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/permethrin260505.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/permethrin260505.pdf) Acessado em: 21 fev. 2022.