



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CAMPUS II – AREIA-PB  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**LYLIAN SOUTO RIBEIRO**

**EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE ESPINETORAM SOBRE *Ceratitis capitata*  
(WIEDEMANN, 1824)**

**AREIA  
2021**

**LYLIAN SOUTO RIBEIRO**

**EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE ESPINETORAM SOBRE *Ceratitits capitata***  
(WIEDEMANN, 1824)

Trabalho de graduação apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

**Orientador(a):** Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito.

**AREIA**

**2021**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

R484e Ribeiro, Lylian Souto.

Efeito de diferentes doses de espinetoram sobre  
Ceratitis capitata (Wiedemann, 1824) / Lylian Souto  
Ribeiro. - Areia:UFPB/CCA, 2021.

27 f.

Orientação: Carlos Henrique de Brito.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Controle químico. 3. Tephritidae.  
4. Espinosina. I. Brito, Carlos Henrique de. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

**LYLIAN SOUTO RIBEIRO**

**EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE ESPINETORAM SOBRE *Ceratitis capitata***  
(WIEDEMANN, 1824)

Trabalho de graduação apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

**Orientador(a):** Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito.

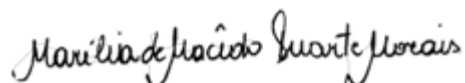
Aprovado em: 10 de dezembro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Carlos Henrique de Brito  
UFPB - CCA  
SIAPE 17163109

Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito - Orientador  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Me. Marília de Macêdo Duarte Moraes - Examinadora  
Doutoranda em Agronomia - UFPB



Me. Khyson Gomes Abreu - Examinador  
Doutorando em Agronomia - UFPB

A Deus

A meus amados pais Delzo e Criseth (*in memoriam*)

A meu amado irmão Wellington

A toda minha família

A todos os meus amigos

Ao meu orientador Professor Carlos Henrique de Brito

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Todas as preces de agradecimento a Deus não serão suficientes para expressar o sentimento de gratidão que carrego em meu coração. Meu Senhor, agradeço Suas bênçãos em minha vida e oro para que continue guiando os meus passos pelos caminhos escolhidos e abençoados por Ti.

Agradeço aos meus amados e queridos pais, Maria Criseth de Souto Ribeiro (*in memorian*) e Delzo Ribeiro da Costa por todo esforço, dedicação e maestria em meus ensinamentos. Obrigada por serem presentes em todos os momentos enfrentados por mim, fizeram de minhas lutas as suas, acreditaram em mim quando nem eu mesma achava que era capaz, me ensinaram o certo e o errado, me corrigiram e disciplinaram para sempre perseverar nos bons caminhos, se fizeram de fortaleza para minha proteção. Palavras são insuficientes para expressar o tamanho da minha gratidão e amor para com vocês. Em especial, agradeço a minha mãe Criseth (*in memorian*) que mesmo que não esteja fisicamente comigo, se faz presente em pensamentos e intercessões ao meu favor. Sinto sua falta, mas sei que estás presente em todos os momentos da minha vida e, regozijar-se com minhas conquistas em cada etapa da minha vida. Eu te amo mãe e, espero ansiosamente para nosso reencontro.

Agradeço ao meu amado irmão Wellington Souto Ribeiro por sempre me guiar nos melhores caminhos, por se fazer tão presente em todos os momentos da minha vida, por ser tão forte em momentos difíceis que passamos.

Agradeço aos meus avôs maternos: Luiz e Severina (*in memorian*); aos meus avôs paternos: Edésio e Severina.

Agradeço aos meus tios e tias maternos: Fátima, Lúcia, José e Socorro.

Agradeço aos meus tios e tias paternos: Edésio, Delza, Rômulo, Fábio, Edileuza, Edem, Isabel, Silvana.

Agradeço aos meus primos e primas.

Agradeço aos funcionários do Laboratório de Invertebrados: Damásio, Rubevânia, Talita, Rafaela, Taís, Jéssica e aos demais que se fizeram presente ao decorrer desses anos.

Agradeço aos meus amigos de laboratório Mariana, Izabela, Luana, Lucas, Joalisson, Kennedy, Fernanda, Ana Rita, Alysson, Renan, Anderson, Aíla, Taiane, Marília, Nayana, Khyson, Manoel, Denilson.

Agradeço pela amizade e companheirismo que surgiu dentro da universidade e que, levarei para o resto da vida: Lucimere, Sônia, Ítala e Rosângela.

Agradeço de modo especial a minha amiga Angélica por todo incentivo, apoio, ajuda, amparo e companheirismo durante minha trajetória desde sua chegada ao laboratório.

Agradeço pela amizade sincera, por todo apoio, consolo, alegrias, tristezas e conquistas que partilhei dentro da universidade com Ruth, Talita, Marlene, Geane.

Agradeço aos meus colegas de turma por todo apoio, incentivo e companheirismo durante todo o curso.

Agradeço ao meu orientador, professor Carlos Henrique por todo apoio, paciência, compreensão e incentivo.

Agradeço a todos os professores pelos ensinamentos, conselhos e incentivos durante toda minha trajetória.

E por fim, agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a minha formação.

*“Poucas coisas na vida me deixam tão grata quanto poder olhar pra trás e ver que guardei pessoas certas no coração quando a vida seguiu. Elas estão mais longe, mas ainda estão lá...”*

Virgínia Mello

“Confie no Senhor de todo o seu coração e não se apoie em seu próprio entendimento; reconheça o Senhor em todos os seus caminhos, e ele endireitará as suas veredas.”

**Provérbios 3:5,6**

“Enche-te de segurança: nós temos por Mãe a Mãe de Deus, a Santíssima Virgem Maria, Rainha do céu e do Mundo.”

**São Jose María Escrivá**

## RESUMO

*Ceratitis capitata* é uma praga de importância econômica global, a principal estratégia de controle dessa praga é o uso de defensivos químicos ou defensivos sintéticos associados a outras estratégias de manejo. No entanto, o uso indiscriminado desses defensivos, podem prejudicar a saúde humana, contaminar o meio ambiente, induzir o surgimento de indivíduos e populações resistentes. Consumidores de frutas *in natura* e órgãos reguladores tem pressionado produtores pela redução no uso de defensivos e por técnicas de controle menos impactantes ao meio ambiente e saúde humana, como a redução das doses de defensivos aplicados. Assim, o objetivo foi avaliar a eficácia do espinetoram no controle de *C. capitata* sobre diferentes doses. O defensivo agrícola foi testado em cinco doses nos insetos sobre as fases de ovos e pupa por meio de contato, larva e adulto por meio de contato e ingestão. Os resultados apresentaram diferença significativa apenas para viabilidade de ovos e número de pupas após tratamento das larvas por ingestão. Onde a viabilidade de ovos foi superior a 80% para todas as doses exceto para a dose de 96 g ha<sup>-1</sup>. O número de pupas mostrou-se reduzido com pupação abaixo de 15% para todas as doses, exceto para a dose de 48 g ha<sup>-1</sup> a qual foi superior a 30%. Para a mortalidade de adultos observou-se que todas as dosagens foram eficientes no controle de *C. capitata* quando tratadas com aplicações via contato, atingindo mortalidade de 90% (Dose Letal 90% - DL<sub>90</sub>) na dose recomendada (120 g ha<sup>-1</sup>) e nas duas doses abaixo (96 e 72 g ha<sup>-1</sup>). Para a aplicação por ingestão, apenas a dose recomendada e a dose de 96 g ha<sup>-1</sup> atingiram 50% de mortalidade (Dose Letal 50% - DL<sub>50</sub>). Espinetoram (espinosina) pode ser utilizado com dosagens abaixo da recomendada para o controle da fase adulta de *C. Capitata* 96 e 72 g ha<sup>-1</sup> para o teste de contato e 96 g ha<sup>-1</sup> para teste de ingestão, quando testadas em laboratório.

**Palavras-Chave:** controle químico; tephritidae; espinosina;

## ABSTRACT

*Ceratitis capitata* is a pest of global economic importance, the main control strategy for this pest is the use of chemical or synthetic pesticides associated with other management strategies. However, the indiscriminate use of these pesticides can harm human health, contaminate the environment, and induce the emergence of resistant individuals and populations. Fresh fruit consumers and regulatory bodies have pressured producers to reduce the use of pesticides and for control techniques that have less impact on the environment and human health, such as reducing the doses of pesticides applied. Thus, the objective was to evaluate the efficacy of spinetoram in the control of *C. capitata* at different doses. The pesticide was tested in five doses on insects on the egg and pupae stages through contact, larvae and adult through contact and ingestion. The results showed significant difference only for egg viability and number of pupae after treatment of larvae by ingestion. Where egg viability was greater than 80% for all doses except for the dose of 96 g ha<sup>-1</sup>. The number of pupae was reduced with pupation below 15% for all doses, except for the dose of 48 g ha<sup>-1</sup> which was above 30%. For adult mortality, it was observed that all dosages were efficient in the control of *C. capitata* when treated with applications via contact, reaching a mortality of 90% (Lethal Dose 90% - LD<sub>90</sub>) at the recommended dose (120 g ha<sup>-1</sup>) and in the two doses below (96 and 72 g ha<sup>-1</sup>). For application by ingestion, only the recommended dose and the dose of 96 g ha<sup>-1</sup> reached 50% mortality (Lethal Dose 50% - LD<sub>50</sub>). Spinetoram (spinosine) can be used at dosages below those recommended for the control of adult stage of *C. Capitata* 96 and 72 g ha<sup>-1</sup> for the patch test and 96 g ha<sup>-1</sup> for the ingestion test, when tested in the laboratory.

**Keywords:** chemical control; tephritidae; spinosyn;

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1	<i>Ceratitis capitata</i> : praga de importância mundial .....	11
2.2	Biologia da <i>Ceratitis capitata</i> .....	12
2.3	Estratégias de controle .....	13
2.4	Determinação da dose letal de defensivos agrícolas.....	14
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1	Localização .....	15
3.2	Criação e manutenção de <i>Ceratitis capitata</i> em laboratório.....	15
3.3	Caracterização do defensivo agrícola .....	16
3.4	Aplicação de espinetoram sobre adultos de <i>C. capitata</i> .....	16
3.5	Aplicação de espinetoram em larvas de <i>C. capitata</i> .....	17
3.6	Aplicação de espinetoram em pupas de <i>C. capitata</i> .....	17
3.7	Viabilidade de ovos de <i>C. capitata</i> tratados com diferentes dosagens do defensivo agrícola .....	18
3.8	Delineamento e Análise estatística .....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
5	CONCLUSÃO.....	21
6	SUGESTÕES .....	21
7	REFERÊNCIAS .....	22

## 1 INTRODUÇÃO

*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) é uma das pragas agrícolas mais destrutivas do mundo (Liquidó et al., 2014; Gava et al., 2020) causando extensos danos e perdas à fruticultura que podem chegar a 100% da produtividade em casos de infestação severa, o que afeta diretamente as relações comerciais nacionais e internacionais de frutas (De Meyer et al., 2008; Karsten et al., 2015; Kapranas et al., 2021; Serra et al., 2021). A mosca-das-frutas é considerada uma praga polífaga, com alto grau de adaptação a condições climáticas e possui alto potencial reprodutivo, sendo de preocupação mundial com classificação EPPO A2 de importância quarentenária (OEPP/EPPO, 2009). Desta forma, o controle de *C. capitata* é essencial na fruticultura mundial.

O principal método de controle de *C. capitata* é feito através da aplicação de produtos químicos (organofosforados e piretróides) aplicados seletivamente para limitar o efeito negativo do tratamento de cobertura no ecossistema do pomar (Sciarretta et al., 2018). Além da aplicação por cobertura, ou seja, através da aplicação foliar, ainda podem ser aplicados iscas que são impregnadas com substâncias atraentes e um defensivo (ex.: deltametrina, espinosade ou lufenuron) e pulverizadas sobre a planta ou localizado em dispositivos específicos (Roessler et al., 1994; Piñero et al., 2014).

Outras técnicas de controle incluem captura em massa (Alemany et al., 2004; Navarro-Llopis et al., 2008), a técnica de inseto estéril (Enkerlin et al., 2015; Navarro-Llopis et al., 2010; Juan-Blasco et al., 2014; Sciarretta et al., 2018) e controle biológico (Vargas et al., 2013; Flores et al., 2013). No entanto, uma das técnicas de controle mais eficazes é embrulhar a fruta em um saco de papel ou, no caso de frutas longas e finas, em polietileno (CABI, 2017; Sciarretta et al., 2018), para evitar que as fêmeas adultas ovipositem nos frutos e dêem continuidade ao ciclo biológico.

Apesar dos avanços das técnicas e produtos utilizados no controle químico de *C. capitata*, os consumidores de frutas *in natura* têm exigido frutos sem resíduos ou com resíduos dentro dos limites permitidos pela Organização Mundial de Saúde (Scoz et al., 2004), o que faz com que seja de necessidade urgente a redução das dosagens de defensivos agrícolas utilizadas nos pomares reduzindo assim o impacto sobre o meio ambiente e produto final além de onerar menos os custos de produção. Para reduzir doses de químicos é preciso métodos de bioensaios laboratoriais simples e repetíveis para avaliar e revalidar a toxicidade dos

compostos de defensivos agrícolas e também para determinar a presença de características de resistência em populações de pragas (Robertson et al., 2017; Valtierra-de-Luis et al., 2019).

O espinetoram é um defensivo de amplo espectro ativo contra vários insetos-praga das ordens coleoptero, díptero, hemiptero, lepidoptero e thysanoptero (Bacci et al., 2016). O defensivo agrícola, além de controlar uma ampla variedade de insetos em um número muito amplo de culturas, é aplicado em doses menores que muitos defensivos convencionais e um mecanismo de ação único, que o torna integrante ideal de programas de controle de resistência (DOW AGROSCIENCES, 2009). Assim, o objetivo foi avaliar a eficácia do espinetoram no controle de *C. capitata* sobre diferentes doses.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Ceratitidis capitata*: praga de importância mundial

A mosca-das-frutas do Mediterrâneo, *Ceratitidis capitata* (Weidemann), é considerada uma das espécies mais importantes de pragas em todo o mundo e é uma espécie exótica na maior parte de sua distribuição (Deschepper, 2021), atacando mais de 300 hospedeiros diferentes e causando danos e perdas diretas e indiretas (Morales et al., 2004; Kapranas et al., 2021). Este inseto é capaz de usar pistas olfativas para localizar habitat, fontes de alimento, parceiros sexuais e locais de oviposição (Serra et al., 2021).

As perdas diretas são ocasionadas pelas larvas que se alimentam da polpa dos frutos, tornando-os impróprios para o consumo *in natura* ou mesmo para industrialização (Badii, 2015). Ademais, os orifícios causados pela oviposição podem causar cicatrizes, reduzindo a qualidade estética dos frutos e criando um espaço favorável para a entrada de patógenos (Follett et al., 2019). Indiretamente, os prejuízos causados por *C. capitata* são decorrentes das barreiras quarentenárias impostas por países que importam frutos *in natura*, a fim de impedir a introdução de espécies exóticas em seus territórios (Malavasi, 2000).

As pragas são um dos grandes entraves para os produtores de frutas em todo o mundo, dentre os insetos praga destacam-se os dípteros frugívoros, especialmente algumas espécies da família Tephritidae (Oliveira et al, 2019). Cerca de 250 das 4.000 espécies conhecidas dessa família infestam frutas cultivadas, causando perdas econômicas expressivas (Bekker et al., 2019). Os impactos econômicos incluem ainda a queda de produtividade e o aumento dos custos de produção devido ao manejo e maior aplicação de defensivos; a ocorrência de *C.*

*capitata* em uma região representa ainda um fator limitante no comércio internacional de produtos agrícolas frescos (Toledo et al., 2017; Grové et al., 2019).

As moscas-das-frutas encontram-se no Brasil distribuídas em alguns gêneros, destacando-se: *Ceratitis*, *Anastrepha* Schiner, 1868, *Bactrocera* e *Rhagoletis* (CARVALHO, 2005). Apesar de o Brasil ser o terceiro maior produtor de frutas do mundo (> 42,2 milhões de toneladas) (FAO, 2020) e um dos maiores exportadores nos três primeiros meses de 2021 o Brasil exportou mais de 515 mil toneladas de frutas (ABRAFRUTAS, 2021), não há estatísticas oficiais sobre as perdas causadas por *C. capitata*, no entanto, estima-se que as perdas diretas e indiretas causadas por esta espécie e outras pragas no Brasil sejam de aproximadamente US\$ 2 bilhões ano<sup>-1</sup> (LozanoTovar et al., 2015; Macedo et al., 2017; Grové et al., 2019).

Os danos agrícolas causados por *C. capitata* na região do Mediterrâneo Oriental foram de US\$ 192 milhões ano<sup>-1</sup> (Qin et al., 2015), enquanto as perdas de safra e os custos de erradicação nos EUA foram estimados em US\$ 200 milhões entre 1970 e 1990 (APHIS 1992). Pela gravidade dos danos causados, por ser polífaga e pelo alto potencial reprodutivo que, nos últimos dois séculos, permitiram a sua propagação mundial (Malacrida et al., 2007; Papadopoulos et al., 2013). Os países onde a praga está estabelecida têm barreiras comerciais relevantes impostas às suas exportações de frutas frescas (CABI, 2020).

## 2.2 Biologia da *Ceratitis capitata*

De acordo com Silva (2013) a mosca adulta de *C. capitata* mede de 4-5 mm de comprimento por 10 a 12 mm de envergadura, corpo amarelado, parte superior escura com desenhos brancos, olhos castanho-violáceos e as asas são de transparências rosadas com listras amarelas e sombreadas. O ciclo inicia-se com o acasalamento, depois as fêmeas se alimentam de substâncias proteicas e carboidratos até alcançarem a maturidade dos ovos (11 dias), após isso procuram o fruto hospedeiro e o melhor local para oviposição. Em seguida, ovipositam de 1 a 10 ovos no mesmo orifício.

Sua postura é composta por ovos dos quais são alongados, possuem 1 mm de comprimento e cor branca em forma de banana. O período de incubação é de 2 a 6 dias, e após a eclosão da larva, esta faz galerias em direção ao centro do fruto. Possui aproximadamente 8 mm de comprimento quando totalmente desenvolvida, é de coloração branco-amarelada, afilada na parte anterior, truncada e arredondada na parte posterior.

O período larval varia de 9 a 13 dias. Após este período, a larva abandona o fruto e no solo torna-se pupa a uma profundidade de 1 a 10 cm. A pupa possui o formato de um barril,

mede cerca de 5 mm e possui a coloração marrom-escuro. O período pupal dura em torno de 10 a 12 dias, no verão, e até 20 dias no inverno. Acabando o período pupal emerge o adulto. A fêmea inicia a postura após 12 dias do acasalamento. O ciclo evolutivo completa dura aproximadamente 31 dias. Os machos são diferenciados das fêmeas por possuírem dois apêndices filiformes terminados em forma de espátula na frente e entre os olhos (GALLO et al., 2002).

### 2.3 Estratégias de controle

Em todo o mundo, as medidas de controle de *C. capitata*, incluindo as abordagens de manejo integrado de pragas, visam controlar as populações e, em última instância, erradicar a praga das áreas invadidas (Enkerlin et al., 2015). As estratégias de controle integram defensivos de amplo espectro em cobertura, baseando-se no número de moscas por amostragem, método comum tanto para verificar o tempo correto de iniciar o controle químico como para a captura em massa de fêmeas e machos, usando para isso armadilhas densamente espaçadas com iscas tóxicas ou não (Navarro-Llopis et al. 2008; Navarro-Llopis et al., 2015).

Nas técnicas de captura através de isca tóxica um defensivo elimina os insetos-alvo enquanto na de captura em massa pode ou não incluir um defensivo agrícola, mas implica no uso de substâncias atraentes (Navarro-Llopis et al., 2008; Navarro-Llopis et al., 2015). Também há a técnica de inseto estéril, que é baseada na liberação em campo de machos esterilizados criados em massa e métodos de vigilância (Knipling 1979; Klassen e Curtis et al., 2021), controle biológico usando parasitoides (Argov e Gazit, 2008; Kapranas et al., 2021) e uso de entomopatógenos que é uma tendência cada vez maior, compatível com todos os outros métodos e que contribui ainda mais para um manejo integrado e sustentável de *C. capitata* (Kapranas et al., 2021), ou ainda se pode embrulhar a fruta em um saco de papel ou, no caso de frutas longas e finas, em polietileno (CABI, 2017; Sciarretta et al., 2018).

Em todos esses casos, as técnicas de controle de pragas têm como alvo os adultos, pois as demais fases encontram-se protegidas nos frutos, no caso dos ovos e larvas, ou pelo solo, no caso das pupas (Sciarretta et al., 2018). O controle eficiente da mosca do Mediterrâneo pode ser alcançado definindo e delimitando a distribuição espacial e temporal das populações de moscas adultas (Sciarretta et al., 2018). Esta informação pode ser amplamente obtida através da captura e avaliação da dinâmica populacional tanto no nível do pomar quanto na paisagem de toda a área (composta por uma mistura de áreas cultivadas, naturais e urbanas). A mosca mediterrânea adulta é particularmente adequada para

amostragem com armadilhas, devido à sua alta mobilidade e à existência de iscas comerciais (Midgarden et al., 2014; Sciarretta et al., 2018).

## 2.4 Determinação da dose letal de defensivos agrícolas

A avaliação da toxicidade de defensivos e a determinação de características de resistência em populações de pragas pode ser realizada por meio de testes de laboratório que geralmente, demonstram o modo de ação do defensivo sob a biologia da praga (Robertson et al., 2017; Valtierra-de-Luis et al., 2019; 2020).

Para estabelecer respostas de concentração-mortalidade sob condições laboratoriais controladas os métodos de ensaio usam a aplicação tópica direta, sistemas de entrega de gotículas de spray ou contato com resíduos em superfícies tratadas (Crowder et al., 1979; Brodsgaard et al., 1994). Estes métodos são efetivos para compostos que são absorvidos pela cutícula do inseto após contato, como organofosforados ou piretróides (Penman et al., 1981; Longley e Stark, 1981; Valtierra-de-Luis et al., 2019).

Muitos dos defensivos de última geração possuem um espectro de toxicidade seletiva quando ingeridos como produtos de origem natural, spinosad, avermectinas e *Bacillus thuringiensis*, e compostos sintéticos, como neonicotinóides e diamidas (Nauen et al., 2012). A quantificação precisa da toxicidade requer a capacidade de entregar uma quantidade conhecida de tóxico dentro da praga (Valtierra-de-Luis et al., 2019).

Para pragas que se alimentam de folhas, isso pode ser feito colocando-se quantidades conhecidas de defensivos em discos das folhas ou em pedaços de dieta artificial que, quando consumidos, fornecem uma dose conhecida de tóxico. Para as moscas, a entrega precisa da dose tóxica por ingestão é mais difícil, pois os insetos adultos se alimentam de líquidos que são levados para o papo antes de serem gradualmente liberados no intestino médio para digestão e assimilação (Stoffolano e Haselton, 2013).

A espinosina é um agente de controle de insetos derivado da fermentação da bactéria Actinomiceto, *Saccharopolyspora spinosa*, e apresenta um novo mecanismo de atividade em receptores nicotínicos de acetilcolina, que são identificados como a principal causa de morte (MILES et al., 2012). A ação de espinosinas em receptores nicotínicos é única em comparação com outros defensivos (SALGADO et al., 1998; MILES et al., 2012). Além disso, promove a hiperexcitação do sistema nervoso dos insetos, através da ativação persistente dos receptores nicotínicos de acetilcolina, resultando em contrações musculares involuntárias e tremores, seguidos de paralisia e morte (SALGADO, 1998).

A maior toxicidade do espinetoram à *C. capitata* pode ocorrer em função da diferença nas estruturas químicas das moléculas, uma vez que o espinetoram foi originado de uma modificação sintética do espinosade, com o intuito de conferir maior espectro de ação e eficácia no controle de artrópodes-praga (SALGADO, 1998; SPARKS et al., 2008). Diante do exposto, estudos são válidos para avaliar se doses abaixo da recomendada são tão eficientes quanto ao que o produto propõe a fim de diminuir os custos de produção e mesmo assim manter a efetividade que a molécula oferece.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Invertebrados (LABIN), Departamento de Biociências pertencente ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia-PB.

#### 3.2 Criação e manutenção de *Ceratitis capitata* em laboratório

Os insetos utilizados no experimento foram provenientes da criação massal de *C. capitata* do LABIN, livre de pressão de seleção por defensivos durante 8 anos, alimentados com dieta artificial (Tabela 1), mantidos à temperatura média de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa do ar  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas, conforme métodos descritos por Brito (2007).

**Tabela 1.** Dieta artificial para o desenvolvimento larval de *C. Capitata*

Ingredientes	Massa (g)
Levedo de cerveja	80
Cenoura crua	400
Nipagin (Antifúngico)	4

Brito, 2007

Os adultos foram mantidos em gaiolas teladas com “voil”, colocadas sobre bandejas com água para coleta dos ovos, alimentados diariamente com uma solução de água e mel a 10%, através de um chumaço de algodão. Os ovos coletados foram colocados sobre a dieta artificial em potes plásticos. A infestação dos ovos na dieta foi feita entre 24 a 48 horas depois da coleta. Após 10 a 15 dias de infestação na dieta, os recipientes contendo as larvas foram

transferidos para bandejas plásticas, contendo areia esterilizada para obtenção das pupas, estas, foram transferidas para as gaiolas, reiniciando o ciclo biológico.

### 3.3 Caracterização do defensivo agrícola

O defensivo foi escolhido a partir dos seguintes critérios:

1. Apresentar registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de *C. capitata*;
2. Apresentar modo de ação de contato e ingestão;
3. Estar enquadrado na categoria 5 da classificação toxicológica, considerado como produto pouco tóxico ou improvável de causar dano agudo de acordo com o MAPA;
4. Facilidade de aquisição;
5. Custo-benefício.

O defensivo agrícola foi testado na dose recomendada, seguindo a descrição do rótulo do produto e as instruções fornecidas pelo MAPA. Além da dose recomendada, foram testadas quatro doses abaixo, com intervalos de 20% e o tratamento controle apenas com água destilada (Tabela 2).

**Tabela 2.** Defensivo e dosagens avaliadas para o manejo de *Ceratitidis capitata*

Ingrediente ativo	Grupo químico	Doses	
		gc.p. / 100L <sup>-1</sup> água	g c.p. 100L <sup>-1</sup> água
Espinectoram	Espinosinas	120 g h <sup>-1</sup>	0,0240 g
		96 g h <sup>-1</sup>	0,0192 g
		72 g h <sup>-1</sup>	0,0144 g
		48 g h <sup>-1</sup>	0,0096 g
		24 g h <sup>-1</sup>	0,0048 g
Controle (água)	-	-	-

### 3.4 Aplicação de espinectoram sobre adultos de *C. capitata*

A aplicação de espinectoram foi realizada sobre adultos de *C. capitata*, através de duas formas: contato e ingestão. Para o bioensaio de contato, foram selecionados 100 adultos, com cinco dias de idade, foram capturados em tubos de vidro (25 x 85 mm) selados com filme plástico (PVC). Os insetos foram sedados a frio para evitar fugas durante a aplicação (1 °C por 4 minutos) e em seguida transferidos para placa de Petri contendo papel filtro (7 cm de

diâmetro). O defensivo agrícola foi aplicado através de pulverizador manual, com liberação de 0,5 mL de calda a cada única aplicação nas repetições. Após a aplicação, os insetos foram mantidos em recipientes plásticos transparentes (200 mL), forrados com papel filtro na parte inferior, cobertos por tecido tipo “voil” e alimentados com mel a 10% e água destilada fornecidos sobre o “voil” por meio de capilaridade.

Para o bioensaio de ingestão, foram selecionados 100 adultos com cinco dias de idade onde, os insetos foram privados de alimento durante 12 h e transferidos para recipientes plásticos transparentes (200 mL). O defensivo agrícola foi oferecido aos insetos durante quatro horas em solução aquosa (40 µL), através de um chumaço de algodão sobre lamínulas de 18x18 mm, e para o tratamento controle foi oferecida a mesma quantidade de água destilada expostos aos insetos por quatro horas. Após este período, todos os tratamentos, mantiveram-se sem alimentação. Os insetos foram considerados mortos quando não exibiam reação ao toque de um pincel de cerdas finas.

### **3.5 Aplicação de espinetoram em larvas de *C. capitata***

A aplicação de espinetoram foi realizada em larvas de *C. capitata*, através de duas formas: contato e ingestão.

Para o teste de contato, 100 larvas por tratamento no início do terceiro instar, foram imersas em 1 mL do produto por três segundos, em seguida, foram transferidas com auxílio de peneira plástica de 36 cm de diâmetro com abertura de 0,60 mm para placas de Petri contendo papel filtro para retirar o excesso do produto. Para a testemunha foi utilizada apenas água destilada. Por fim as larvas foram mantidas em placas de Petri contendo areia, permanecendo até a emergência dos adultos.

Para o bioensaio de ingestão, grupos de 100 larvas por tratamento no início do terceiro instar foram colocadas em placas de Petri, contendo 10g de dieta na qual foi adicionada 1 ml do defensivo agrícola nas diferentes doses, previamente diluídos em água destilada, e como testemunha utilizou-se apenas água destilada.

Os parâmetros avaliados tanto para contato como ingestão foram: mortalidade larval e porcentagem de pupas formadas.

### **3.6 Aplicação de espinetoram em pupas de *C. capitata***

Para o bioensaio de contato foram selecionadas 100 pupas onde realizou-se a imersão das mesmas em 1 mL de cada tratamento durante cinco segundos, em seguida, foram

colocadas em peneiras para retirada do excesso do produto e transferidas para placas de Petri contendo papel filtro. As avaliações ocorreram após oito dias contando do início da aplicação, avaliando a emergência dos adultos.

### **3.7 Viabilidade de ovos de *C. capitata* tratados com diferentes dosagens do defensivo agrícola**

Para avaliar a viabilidade dos ovos de *C. capitata*, foram selecionados ovos viáveis (aqueles que afundaram na água) com 24 h após a oviposição. Os quais foram imersos em 1 mL de cada tratamento por cinco segundos. Posteriormente, foram utilizados 100 ovos por tratamento inoculados em 10 g dieta artificial. As avaliações ocorreram após seis dias, verificando a presença de larvas na dieta.

### **3.8 Delineamento e Análise estatística**

Os dados foram avaliados por modelo linear generalizado (MLG), considerando-se as distribuições binomial e link da função igual a logit. Os modelos foram considerados significativos de acordo com o teste qui-quadrado da razão de verossimilhança ( $P < 0,05$ ). Quando o modelo foi significativo e o pseudo- $R^2$  foi igual ou superior 60%, o modelo de regressão logística foi ajustado e a  $DL_{50}$  ou  $DL_{90}$  foi estimada utilizando-se o pacote nleqslv do software R. Quando o modelo foi significativo e o pseudo- $R^2$  foi inferior 60%, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Todas as análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R 3.0.0 (CORE TEAM, 2018).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 10 repetições por tratamento. Para as estimativas de doses letais ( $DL_{50}$  e  $DL_{90}$ ) foi avaliado em adultos por um período de 72 horas para o bioensaio de contato e 6 horas para o bioensaio de ingestão, ambos contando a partir da aplicação. Para as análises de larvas, pupas e ovos foi realizado o teste Tukey a 5% de probabilidade em um período de 72 horas após aplicação. Foram considerados como mortos os insetos que não responderam ao toque de um pincel de cerdas macias.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ao avaliar o efeito das dosagens do defensivo agrícola sobre os diferentes estágios de *C. capitata* observou-se diferença significativa apenas para viabilidade de ovos e número de

pupas após tratamento das larvas por ingestão. A viabilidade de ovos apresentou superioridade a 80% para todas as doses exceto para a dose de 96 g ha<sup>-1</sup>. Quanto ao número de pupas, houve redução desse parâmetro com pupação abaixo de 15% para todas as doses, exceto para a dose de 48 g ha<sup>-1</sup> a qual foi superior a 30% (Tabela 3).

**Tabela 3.** Percentual de viabilidade de ovos e pupas, mortalidade de larvas de *C. capitata* expostos a diferentes dosagens de espinetoram. LE= larvas emergidas; Mort= mortalidade; PUP= pupas; AE= adultos emergidos.

Estágio/Método	Avaliação (%)	Dose (g ha <sup>-1</sup> )					Pr (>Chisq)
		24	48	72	96	120	
Ovos/Contato	LE	80 ± 4,0 a	88 ± 3,3 a	84 ± 3,7 a	24 ± 4,3 b	81 ± 3,9 a	< 2,2e-16**
Larvas/Contato	MORT	1	0	1	0	1	0,545
	PUP	92	99	98	97	96	0,095
Larvas/Ingestão	MORT	18	23	31	26	34	0,077
	PUP	14 ± 3,5 b	32 ± 4,7 a	11 ± 3,1 b	6 ± 2,4 b	10 ± 3,0 b	5,83e-06**
Pupas/Contato	AE	81	90	83	92	86	0,114

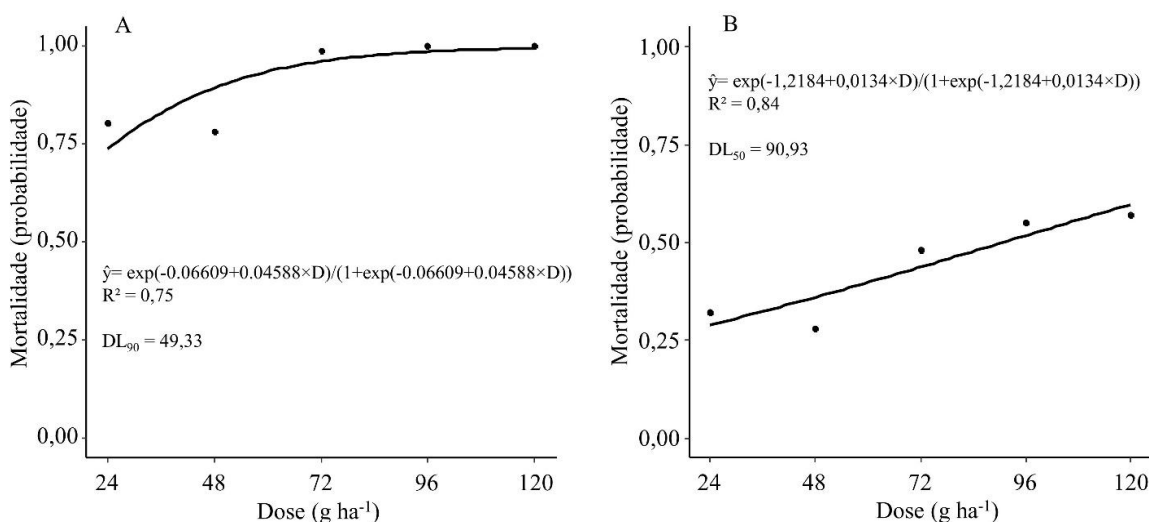
Valores são médias ± erro padrão. \*\*Significativo a 5% (qui-quadrado da razão de verossimilhança). Letras diferentes na linha indicam diferença significativa de acordo com o teste de Tukey (p < 0,05).

Avaliando as diferentes dosagens do defensivo agrícola sobre os estágios iniciais de *C. capitata* verificou-se um efeito nocivo apenas quando as larvas foram tratadas por ingestão, reduzindo o número de pupas com doses de até 80% abaixo da dose recomendada durante o período de 72h após a aplicação. Este fato pode ser explicado pelo modo de ação das espinosinas que apesar de agirem por contato e ingestão apresentam maior atividade via ingestão causando incremento na mortalidade ao longo do tempo (SALGADO, 1998; VONTAS et al., 2011; BORGES et al., 2015).

Levando em consideração que o efeito do defensivo agrícola é recomendado apenas para a fase adulta, ficou evidente que se as larvas se alimentarem de resíduos deste defensivo agrícola, torna-se uma alternativa para o controle desta praga pois, de acordo com Baronio (2018), formulações que contém espinetoram apresentam efeito de profundidade no interior dos frutos, resultando em resíduos tóxicos a qualquer organismo vivo que venha a se alimentar do mesmo.

Já para a toxicidade com exposição via contato, como constatado nesses resultados também foi observado por Stark et al. (2013), os quais observaram que espinetoram não apresentou bom desempenho na transição do período larval para o pupal de *C. capitata*, não sendo suscetível ao produto químico utilizado.

Ao avaliar a mortalidade de adultos observou-se que todas as dosagens foram eficientes no controle de *C. capitata* quando tratadas com aplicações via contato, atingindo mortalidade de 90% (Dose Letal 90% - DL<sub>90</sub>) na dose recomendada (120 g ha<sup>-1</sup>) e nas duas doses abaixo (96 e 72 g ha<sup>-1</sup>). No entanto, as doses de 48 e 24 g ha<sup>-1</sup> apresentaram mortalidade superior a 50%, 72h após a aplicação (Figura 1A). Quando a aplicação foi por ingestão, apenas a dose recomendada e a dose de 96 g ha<sup>-1</sup> atingiram 50% de mortalidade (Dose Letal 50% - DL<sub>50</sub>) seis horas após a aplicação (Figura 1B).



**Figura 1.** Mortalidade de adultos de *C. capitata* expostos a diferentes dosagens de espinetoram por contato (A) ou ingestão (B) e avaliados após 72 e 6 horas, respectivamente. DL<sub>50</sub> e DL<sub>90</sub> = Dose letal para 50% e 90% da população, respectivamente.

A mortalidade de adultos (DL<sub>50</sub> e DL<sub>90</sub>) de *C. capitata* constatada em laboratório para as doses estudadas indica que o defensivo pode ser utilizado em dosagens menores que a recomendada para a praga. Os quais corroboram com Araújo et al. (2008) que estudando a eficiência do defensivo espinetoram 250 WG, com modo de ação por contato sobre a mosca-minadora, *Liriomyza trifolii*, verificaram que o defensivo nas doses de 40 e 50 g i.a. ha<sup>-1</sup>, apresentaram eficiência de controle superior a 85% em todas as avaliações realizadas.

A alta taxa de mortalidade do espinetoram em doses abaixo da recomendada também foi observada por Bažok et al. (2021), os quais constaram mortalidade de 89-99% em *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) em trabalho de campo com dosagem reduzida em 50% e 90% e 90% de mortalidade em teses de laboratório com redução das dosagens em 10 e 30% das doses completas recomendadas.

Também foi observado por Baldin et al. (2018), efeito letal via ingestão para adultos de *C. capitata* em baixas concentrações (36 mg L<sup>-1</sup>). O que reforça a eficácia das baixas dosagens encontrada nesse trabalho.

Tais resultados vistos no espinetoram reforçam o alto potencial das espinosinas contra uma ampla variedade de insetos pragas, provavelmente devido ao modo de ação exclusivo desse grupo químico, que age diretamente sobre o sistema nervoso dos insetos, afetando os receptores nicotínicos da acetilcolina e os receptores do ácido  $\gamma$ -aminobutírico nas membranas pós-sinápticas, resultando em anomalias na transmissão neural e conseqüentemente a morte (Shimokawatoko et al. 2012).

## **5 CONCLUSÃO**

Espinetoram (espinosina) pode ser utilizado com dosagens abaixo da recomendada para o controle da fase adulta de *C. Capitata*, nas doses de 96 e 72 g ha<sup>-1</sup> para o teste de contato e 96 g ha<sup>-1</sup> para teste de ingestão, quando testadas em laboratório;

Quando ingerido na fase larval, o espinetoram, reduz a pupação interrompendo o ciclo biológico da praga;

## **6 SUGESTÕES**

Para que seja comprovada a eficácia deste defensivo agrícola em dosagens abaixo da dose recomendada para o controle de moscas-das-frutas, se faz necessário mais repetições deste experimento e, que seja aplicado em campo pois, devido as condições limitantes existentes no mesmo, poderá ser avaliado como o espinetoram agirá em tais circunstâncias.

## 7 REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS. **Dados de exportação 1º semestre 2021**. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2021/08/dados-de-exportacao-1a-semester-2021-2/> Acesso em: 21 de novembro de 2021.
- ALEMANY, A. et al. Efectividad del trampeo masivo de hembras de *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) a base de atrayentes alimentarios." Efecto-borde" y papel de los frutales abandonados como potenciadores de la plaga. **Bol. San. Veg. Plagas**, v. 30, n. 1-2, p. 255-264, 2004.
- ARGOV, Yael; GAZIT, Yoav. Biological control of the Mediterranean fruit fly in Israel: Introduction and establishment of natural enemies. **Biological Control**, v. 46, n. 3, p. 502-507, 2008.
- ARAÚJO, E. L.; SOUZA, M. G. de.; ALBUQUERQUE, G. H. da S.; NOGUEIRA, C. H. F.; TOLOFI, G. R. Eficiência do inseticida Spinetoram 250 WG sobre a mosca minadora *Liriomyza trifolii* na cultura do meloeiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, 22., Uberlândia, 2008. Resumos... Uberlândia: Sociedade Entomológica do Brasil, 2008. 1CD-ROM.
- BACCI, L. et al. A review of Spinosyns, a derivative of biological acting substances as a class of insecticides with a broad range of action against many insect pests. 2016.
- BADII, K. B. et al. Review of the pest status, economic impact and management of fruit-infesting flies (Diptera: Tephritidae) in Africa. 2015.
- BALDIN, Morgana Mattiello et al. Concentration and lethal time of toxic baits based on spinosyns on *Ceratitidis capitata* and *Diachasmimorpha longicaudata* 1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, p. 323-330, 2018.
- BARONIO, Cléber Antonio. Eficácia de inseticidas e formulações de iscas tóxicas sobre *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824)(Diptera: Tephritidae). **Embrapa Uva e Vinho-Tese/dissertação (ALICE)**, 2018.
- BAŽOK, Renata et al. Low-Dose Insecticide Combinations for Colorado Potato Beetle Control. **Agriculture**, v. 11, n. 12, p. 1181, 2021.
- BORGES, Rafael et al. Efeito de iscas tóxicas sobre *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae). **Embrapa Uva e Vinho-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.
- BRITO, Carlos Henrique de et al. Controle térmico de mosca-das-frutas (*Ceratitidis capitata*)(Wied.) em frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.). 2007.

- BRØDSGAARD, Henrik F. Insecticide resistance in European and African strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) tested in a new residue-on-glass test. **Journal of economic entomology**, v. 87, n. 5, p. 1141-1146, 1994.
- CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International). Invasive species compendium. 2017. Disponível em: <http://www.cabi.org/isc/> Acessado em: 10 de novembro de 2021.
- CARVALHO, R. da S. Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais Cruz das Almas, BA, 2005. **Circular técnica**.
- CORE TEAM, R. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018.
- CROWDER, L. A.; TOLLEFSON, M. S.; WATSON, T. F. Dosage-mortality studies of synthetic pyrethroids and methyl parathion on the tobacco budworm in central Arizona. **Journal of Economic Entomology**, v. 72, n. 1, p. 1-3, 1979.
- DE MEYER, M. et al. Ecological niches and potential geographical distributions of Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata*) and Natal fruit fly (*Ceratitidis rosa*). **Journal of Biogeography**, v. 35, n. 2, p. 270-281, 2008.
- DE OLIVEIRA, Isaias et al. *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae). **The Florida Entomologist**, v. 102, n. 1, p. 113-120, 2019.
- DESCHEPPER, Pablo et al. Looking at the big picture: worldwide population structure and range expansion of the cosmopolitan pest *Ceratitidis capitata* (Diptera, Tephritidae). **Biological Invasions**, v. 23, n. 11, p. 3529-3543, 2021.
- DOW AGROSCIENCES. **Produto da dow agrosociences recebe prêmio ambiental nos EUA**. Brasil: São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.corteva.com/?from=http://www.dowagro.com/br/recursos/2009/20091019.htm> . Acesso em: 19 de novembro de 2021.
- DYCK, Victor A.; HENDRICH, Jorge; ROBINSON, Alan S. **Sterile insect technique: principles and practice in area-wide integrated pest management**. Taylor & Francis, 2021.
- ENKERLIN, Walther et al. Area freedom in Mexico from Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): a review of over 30 years of a successful containment program using an integrated area-wide SIT approach. **Florida entomologist**, p. 665-681, 2015.
- EPPO/ OPPE. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). *Ceratitidis capitata* (CERTCA) 2009. Disponível em: [https://gd.eppo.int/taxon/CERTCA/distribution/BR\\_to](https://gd.eppo.int/taxon/CERTCA/distribution/BR_to). Acesso em: 20 de novembro de 2021.

- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**. 2019.  
Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 26 de novembro 2021.
- FLORES, Salvador et al. Sterile males of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) as disseminators of *Beauveria bassiana* conidia for IPM strategies. **Biocontrol Science and Technology**, v. 23, n. 10, p. 1186-1198, 2013.
- FOLLETT, Peter A. et al. Host status of ‘Scifresh’ apples to the invasive fruit fly species *Bactrocera dorsalis*, *Zeugodacus cucurbitae*, and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 22, n. 2, p. 458-470, 2019.
- GALLO, Domingo et al. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988..
- GAVA, Carlos Alberto Tuão et al. Applying local entomopathogenic fungi strains to the soil can control *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) Wiedemann adults. **Biocontrol Science and Technology**, v. 30, n. 2, p. 103-115, 2020.
- GROVÉ, Tertia; DE JAGER, Karen; THELEDI, Maria L. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) and *Thaumatotibia leucotreta* (Meyrick)(Lepidoptera: Tortricidae) associated with fruit of the family Myrtaceae Juss. In South Africa. **Crop Protection**, v. 116, p. 24-32, 2019.
- JUAN-BLASCO, María et al. Estimating SIT-driven population reduction in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, from sterile mating. **Bulletin of entomological research**, v. 104, n. 2, p. 233-242, 2014.
- KAPRANAS, Apostolos et al. Efficacy and residual activity of commercially available entomopathogenic nematode strains for Mediterranean fruit fly control and their ability to infect infested fruits. **Pest Management Science**, 2021.
- KARSTEN, Minette et al. Deconstructing intercontinental invasion pathway hypotheses of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) using a Bayesian inference approach: are port interceptions and quarantine protocols successfully preventing new invasions?. **Diversity and Distributions**, v. 21, n. 7, p. 813-825, 2015.
- KOTLEBA, J. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). **Agrochemia (Slovak Republic)**, 1994.
- KNIPLING, Edward Fred. **The basic principles of insect population suppression and management**. US Department of Agriculture, 1979.

- LEONARDO, Matheus Macedo et al. Mid-level image representation for fruit fly identification (Diptera: Tephritidae). In: **2017 IEEE 13th International Conference on e-Science (e-Science)**. Ieee, 2017. p. 202-209.
- LIQUIDO, N. J.; MCQUATE, G. T.; SUITER, K. A. Medhost: An encyclopedic bibliography of the host plants of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann), version 3.0. **USDA CPHST Online Database**, 2015.
- LONGLEY, M.; STARK, J. D. Analytical techniques for quantifying direct, residual, and oral exposure of an insect parasitoid to an organophosphate insecticide. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, v. 57, n. 5, p. 683-690, 1996.
- LOZANO-TOVAR, M. D. et al. Insecticidal activity of a destruxin-containing extract of *Metarhizium brunneum* against *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of economic entomology**, v. 108, n. 2, p. 462-472, 2015.
- MALACRIDA, A. R. et al. Globalization and fruitfly invasion and expansion: the medfly paradigm. **Genetica**, v. 131, n. 1, p. 1-9, 2007.
- MALAVASI, Aldo; ZUCCHI, Roberto Antonio; SUGAYAMA, R. L. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000.
- MIDGARDEN, David; LIRA, Estuardo; SILVER, Micha. Spatial analysis of tephritid fruit fly traps. In: **Trapping and the detection, control, and regulation of tephritid fruit flies**. Springer, Dordrecht, 2014. p. 277-320.
- MILES, Mark J. et al. Effects of spinosad on honey bees (*Apis mellifera*): Findings from over ten years of testing and commercial use. **Julius-Kühn-Archiv**, n. 437, p. 107, 2012.
- NAUEN, Ralf et al. IRAC: insecticide resistance and mode-of-action classification of insecticides. **Modern crop protection compounds**, v. 3, p. 995-1012, 2019.
- NAVARRO-LLOPIS, Vicente et al. Evaluation of traps and lures for mass trapping of Mediterranean fruit fly in citrus groves. **Journal of Economic Entomology**, v. 101, n. 1, p. 126-131, 2008.
- NAVARRO-LLOPIS, Vicente et al. Mediterranean fruit fly suppression using chemosterilants for area-wide integrated pest management. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 66, n. 5, p. 511-519, 2010.
- NAVARRO-LLOPIS, Vicente; PRIMO, Jaime; VACAS, Sandra. Efficacy of attract-and-kill devices for the control of *Ceratitidis capitata*. **Pest management science**, v. 69, n. 4, p. 478-482, 2013.

- NAVARRO-LLOPIS, Vicente; PRIMO, Jaime; VACAS, Sandra. Bait station devices can improve mass trapping performance for the control of the Mediterranean fruit fly. **Pest management science**, v. 71, n. 7, p. 923-927, 2015.
- PAPADOPOULOS, Nikos T.; PLANT, Richard E.; CAREY, James R. From trickle to flood: the large-scale, cryptic invasion of California by tropical fruit flies. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1768, p. 20131466, 2013.
- PENMAN, D. R.; CHAPMAN, R. B.; JESSON, K. E. Effects of fenvalerate and azinphosmethyl on two-spotted spider mite and phytoseiid mites. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 30, n. 1, p. 91-97, 1981.
- PINERO, Jaime C.; ENKERLIN, Walther; EPSKY, Nancy D. Recent developments and applications of bait stations for integrated pest management of tephritid fruit flies. In: **Trapping and the detection, control, and regulation of tephritid fruit flies**. Springer, Dordrecht, 2014. p. 457-492.
- RAGA, ADALTON. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. **Laranja**, v. 26, n. 2, p. 307-322, 2005.
- REASER, Jamie K. et al. Envisioning a national invasive species information framework. **Biological Invasions**, v. 22, n. 1, p. 21-36, 2020.
- ROBERTSON, Jacqueline L. et al. **Bioassays with arthropods**. CRC press, 2017.
- ROJAS-SANDOVAL, Julissa et al. Invasive species compendium. **Invasive Species Compendium**, n. 3853, 2020.
- ROSSLER, Y.; CHEN, C. The Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata*, a major pest of citrus in Israel, its regulation and control. **EPPO Bulletin**, v. 24, n. 4, p. 813-816, 1994.
- SALGADO, Vincent L. Studies on the mode of action of spinosad: insect symptoms and physiological correlates. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 60, n. 2, p. 91-102, 1998.
- SCIARRETTA, Andrea et al. Analysis of the Mediterranean fruit fly [*Ceratitidis capitata* (Wiedemann)] spatio-temporal distribution in relation to sex and female mating status for precision IPM. **PloS one**, v. 13, n. 4, p. e0195097, 2018.
- SCOZ, Priscila Lang; BOTTON, Marcos; GARCIA, Mauro Silveira. Controle químico de *Anastrepha fraterculus* (Wied.)(Diptera: Tephritidae) em laboratório. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1689-1694, 2004.

- SERRA, Nuria Sierras et al. Electrophysiological Responses of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata*, to the Cera Trap® Lure: Exploring Released Antennally-Active Compounds. **Journal of Chemical Ecology**, v. 47, n. 3, p. 265-279, 2021.
- SILVA, Joáílsson Gonçalves. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: tephritidae). 2014.
- SHIMOKAWATOKO, Yasutaka et al. Development of the novel insecticide spinetoram (Diana®). **Sumitomo Chemical Co., Ltd., Tokyo**, 2012.
- SPARKS, Thomas C. et al. Neural network-based QSAR and insecticide discovery: spinetoram. **Journal of Computer-Aided Molecular Design**, v. 22, n. 6, p. 393-401, 2008.
- STARK, JOHN D. et al. A comparison of the bioinsecticide, spinosad, the semi-synthetic insecticide, spinetoram and synthetic insecticides as soil drenches for control of tephritid fruit flies. **Biopestic. Int**, v. 9, p. 120-126, 2013.
- STOFFOLANO JR, John G.; HASELTON, Aaron T. The adult Dipteran crop: a unique and overlooked organ. **Annual review of entomology**, v. 58, p. 205-225, 2013.
- TOLEDO, Jorge et al. Pathogenicity of three formulations of *Beauveria bassiana* and efficacy of autoinoculation devices and sterile fruit fly males for dissemination of conidia for the control of *Ceratitis capitata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 164, n. 3, p. 340-349, 2017.
- VALTIERRA-DE-LUIS, Daniel et al. Quantification of dose-mortality responses in adult Diptera: Validation using *Ceratitis capitata* and *Drosophila suzukii* responses to spinosad. **PloS one**, v. 14, n. 2, p. e0210545, 2019.
- VAN GINKEL BEKKER, Gerard Francois Hermanus et al. Using machine learning to identify the geographical drivers of *Ceratitis capitata* trap catch in an agricultural landscape. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 162, p. 582-592, 2019.
- VARGAS, Roger I. et al. Potential for areawide integrated management of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a braconid parasitoid and a novel bait spray. **Journal of economic Entomology**, v. 94, n. 4, p. 817-825, 2001.
- VONTAS, John et al. Insecticide resistance in Tephritid flies. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 100, n. 3, p. 199-205, 2011.