



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS CHAPECÓ

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU - ESPECIALIZAÇÃO EM
PRODUÇÃO VEGETAL**

TAIANA CEZAR MILANI

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE EFEITOS ADVERSOS DE INSETICIDAS
BIOLÓGICOS E SINTÉTICOS**

CHAPECÓ, 2022

TAIANA CEZAR MILANI

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE EFEITOS ADVERSOS DE INSETICIDAS
BIOLÓGICOS E SINTÉTICOS**

Artigo apresentado ao curso de Pós-graduação em
Produção Vegetal da Universidade Federal da
Fronteira Sul, como requisito para obtenção do
título de Especialista em Produção Vegetal.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 30/07/2022

Documento assinado digitalmente
 **JOAO PAULO BENDER**
Data: 08/08/2022 14:50:54-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Professor Dr. João Paulo Bender
Orientador - Presidente da banca

Documento assinado digitalmente
 **PAULO ROGER LOPES ALVES**
Data: 08/08/2022 09:36:57-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Professor Dr. Paulo Roger Lopes Alves
Co-orientador - Membro da banca

Documento assinado digitalmente
 **SIUMAR PEDRO TIRONI**
Data: 08/08/2022 13:46:44-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi
Avaliador- UFFS

Documento assinado digitalmente
 **MARCO AURELIO TRAMONTIN DA SILVA**
Data: 09/08/2022 09:21:25-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Marco Aurélio Tramontin
Avaliador- UFFS

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Milani, Taiana Cezar

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE EFEITOS ADVERSOS DE
INSETICIDAS BIOLÓGICOS E SINTÉTICOS / Taiana Cezar Milani,
João Paulo Bender, Paulo Roger Lopes Alves. --
2022.

19 f.

Orientador: Professor Doutor em Engenharia de
Alimentos João Paulo Bender

Co-orientador: Professor Doutor em Ciências Paulo Roger
Lopes Alves

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Especialização em
Produção Vegetal, Chapecó, SC, 2022.

1. TOXICIDADE. 2. INSETICIDA SINTÉTICO. 3.
BIOINSETICIDA. I. Bender, João Paulo II. Alves, Paulo
Roger Lopes III. Bender, João Paulo, orient. IV. Alves,
Paulo Roger Lopes, co-orient. V. Universidade Federal da
Fronteira Sul. VI. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE EFEITOS ADVERSOS DE INSETICIDAS BIOLÓGICOS E SINTÉTICOS

Taiana Cezar Milani^{1*}; João Paulo Bender²; Paulo Roger Lopes Alves³

¹ Aluna do curso de Especialização em Produção Vegetal, *Campus* Chapecó, da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, Chapecó, Brasil. E-mail: taianamilani07@hotmail.com

¹ Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Chapecó, da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, Chapecó, Brasil. E-mail: joao.bender@uffs.edu.br.

¹ Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Chapecó, da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, Chapecó, Brasil. E-mail: paulo.alves@uffs.edu.br

* Autora para correspondência

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE EFEITOS ADVERSOS DE INSETICIDAS BIOLÓGICOS E SINTÉTICOS

Resumo

O controle de pragas como cigarrinha e percevejo marrom está sendo cada vez mais aplicado em buscas de maiores produtividades, principalmente na cultura do milho. Desse modo, buscando proteger as plantações destaca-se o uso de inseticidas sintéticos e biológicos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade do inseticida sintético (Galil[®]) e do Bioinseticida (Aita et al., 2021), sobre a reprodução de colêmbolos da espécie *Folsomia candida* em solo artificial tropical. Os ensaios de toxicidade crônica foram realizados de acordo com a ISO 11267 (ISO, 2014), em ambiente de temperatura e luminosidade controladas. As doses de Galil[®] testadas foram 0,24; 0,48; 0,96; 1,92 e 3,84 e de Bioinseticida 1; 2; 4; 8 e 16 mg de i.a / kg⁻¹ de solo seco. A mistura (30 g de solo úmido + solução do produto testado) foi alocada em recipientes cilíndricos de vidro e em cada recipiente foram adicionados 10 colêmbolos adultos. A umidade do solo foi mantida durante todo o experimento em 60% da capacidade de retenção de água. Após 28 dias do início do ensaio, o conteúdo de cada recipiente foi submerso em água para que os organismos sobreviventes flutuem, além de ocorrer a adição de gotas de tinta “nanquim” preta para que a contagem dos organismos seja facilitada. O ensaio foi fotografado e a contagem foi feita através do programa “Image J”. As médias dos tratamentos foram comparadas com o controle através do teste de Dunnet. Nos tratamentos com inseticida Galil[®], foi estimado valores de CE50 na dose 0,95 mg kg⁻¹. Para a redução em 20% da população, o CE20 calculado foi de 0,36 mg kg⁻¹. No tratamento com inseticida sintético, o efeito de redução na reprodução teve início a partir da dose 0,48 mg kg⁻¹. O bioinseticida não causou redução na reprodução dos colêmbolos em nenhuma dose testada.

Palavras-chave: Inseticida Sintético; Bioinseticida; Toxicidade.

EVALUATION OF THE POTENTIAL OF ADVERSE EFFECTS OF BIOLOGICAL AND SYNTHETIC INSECTICIDES

ABSTRACT

The control of pests such as leafhoppers and brown stink bugs is being increasingly applied in search of higher yields, especially in corn. Thus, seeking to protect the plantations, the use of synthetic and biological insecticides stands out. Thus, the objective of this work was to evaluate the toxicity of synthetic insecticide (Galil[®]) and Bioinsecticide (Aita et al., 2021) on the reproduction of springtails of the species *Folsomia candida* in tropical artificial soil. Chronic toxicity tests were performed in accordance with ISO 11267 (ISO, 2014), in a controlled temperature and luminosity environment. The doses of Galil[®] tested were 0.24; 0.48; 0.96; 1.92 and 3.84 and from Bioinsecticide 1; two; 4; 8 and 16 mg a.i./kg⁻¹ of dry soil. The mixture (30 g of moist soil + solution of the tested product) was placed in cylindrical glass containers and 10 adult springtails were added to each container. Soil moisture was maintained throughout the experiment at 60% of the water holding capacity. After 28 days from the beginning of the test, the contents of each container were submerged in water so that the surviving organisms float, in addition to the addition of drops of black ink to facilitate the counting of the organisms. The test was photographed and the count was made using the “Image J” program. The treatment

means were compared with the control using Dunnet's test. In treatments with Galil® insecticide, EC50 values were estimated at a dose of 0.95 mg kg⁻¹. For the reduction in 20% of the population, the calculated EC20 was 0.36 mg kg⁻¹. In the treatment with synthetic insecticide, the effect of reducing reproduction started from the dose of 0.48 mg kg⁻¹. The bioinsecticide did not reduce the reproduction of springtails at any dose tested.

Keywords: Synthetic Insecticide; Bioinsecticide; toxicity.

1 INTRODUÇÃO

Na agricultura, para obtenção de sucesso é fundamental integrar diversos manejos para que os cultivos atinjam o máximo potencial produtivo. A produtividade agrícola é fundamental para a produção de alimentos, que tem sua demanda elevada em função do aumento da densidade populacional. Concomitantemente, a produção agrícola foi afetada pelo aparecimento de espécies indesejadas, como insetos, fungos e bactérias. Assim sendo, o aumento da produtividade agrícola – no tocante ao atendimento da demanda do setor alimentício – perpassa pela redução das perdas no campo, tornando necessária a utilização de agrotóxicos (Coutinho et al., 2005).

Dentre os fatores bióticos que reduzem a produtividade das culturas destacam-se os percevejos e cigarrinhas, considerados insetos-pragas que podem afetar seriamente o rendimento da cultura atingida. Os percevejos fitófagos, por exemplo, são as pragas mais importantes da cultura da soja causando a murcha e má formação dos grãos e vagens, fazendo com que a planta permaneça verde na época da colheita. (Picanço, 2010). A cigarrinha destaca-se por causar problemas fitossanitários no milho, sendo capaz de causar danos diretos as plantas e transmitir doenças como o enfezamento pálido e enfezamento vermelho (Embrapa milho e sorgo, 2004).

O manejo mais utilizado para o controle dos insetos-praga é o químico, com uso de inseticidas sintéticos (agrotóxicos). Agrotóxico pode ser definido como uma substância ou mistura de substâncias, provindo de misturas químicas ou biológicas com a finalidade de prevenir, destruir ou controlar pragas, doenças, vetores, que interferem na produção de plantas, processamento, transporte de alimentos ou afins (World Health Organization, 1990). Entretanto, a maioria dos agrotóxicos utilizados para o controle de pragas são baseados em substâncias químicas sintéticas.

Afirma-se que o uso destes compostos são eficazes e protegem sementes, frutas e legumes, tornando-os mais abundantes, baratos e atraentes. O uso desta tecnologia proporcionou importantes melhorias no setor de colheita e rendimentos, mas, mesmo com esta evolução calcula-se que até 50% do produto colhido ainda pode ser deteriorado por pragas e insetos. De acordo com fatores econômicos como perspectiva de preço de mercado dos produtos agrícolas, a quantidade de agrotóxico consumida varia anualmente. Embora os agrotóxicos tenham suas vantagens, essas substâncias químicas são classificadas como poluentes do ambiente. (Ribeiro et al., 2008).

Nesse contexto, a ação específica dos agrotóxicos que deveria controlar apenas o organismo alvo, atinge também diversas espécies não-alvo, causando um efeito tóxico direto aos organismos do solo (Alves et al., 2003). Contudo, a toxicidade pode variar conforme as diferentes vias de exposição e interação entre os organismos dispostos no ambiente (Salminen et al., 1997).

Para reduzir tanto os impactos ambientais quanto os riscos aos aplicadores e consumidores, é importante verificar inseticidas eficientes e que apresentem menor toxicidade. Além disso, diversos autores afirmam que o uso continuado de agrotóxicos sintéticos, muitas vezes indiscriminado, favorece o alvo, deixando-o mais resistente ao controle, diminuindo a eficiência do produto (Costa et al., 2003).

Dentro do manejo integrado de pragas, pode ser empregado o uso de bioinseticidas constituídos por fungos classificados como entomopatogênicos, capazes de colonizar diversas espécies de pragas causando a morte ou interferindo na alimentação e reprodução de insetos (Araujo et al., 2019). O uso de produtos biológicos pode ser eficaz, ter menor efeito secundário tóxico e boa compatibilidade com o meio ambiente, evitando os problemas de poluição causados por agrotóxicos convencionais (Andrade et al., 2015).

Tendo em vista reduzir os danos causados tanto pela cigarrinha quanto pelo percevejo marrom, nas diferentes culturas, o controle químico ainda é o mais utilizado em função das suas características de rapidez, eficiência e baixo custo comparado aos demais (Muller et al., 2017). Contudo, pesquisas recentes, destacam o crescimento motivado pela redução do impacto ambiental do emprego de Bioinseticidas no controle destes insetos. Deste modo, o estudo da avaliação ecotoxicológica é de suma importância para avaliar a qualidade do solo, após a aplicação de inseticidas e Bioinseticidas. Para tal avaliação pode-se utilizar a *Folsomia candida*, espécie de colêmbolo considerada bioindicadora, encontrada em grande quantidade e responsável por funções indispensáveis ao ecossistema do solo. (Ferreira, 2021).

Neste tipo de análise, os ensaios realizados são do tipo crônico, onde os efeitos tóxicos ocorrem após repetidas exposições, durante 28 dias, atingindo praticamente toda a vida do colêmbolo. Assim, compara-se ecotoxicidade do inseticida sintético e do bioinseticida sobre os colêmbolos (*F. candida*), além de se observar a capacidade da *F. candida* reagir a solos contaminados com diferentes concentrações destes dois produtos (Machado, 2016).

Diante do exposto, o estudo teve como objetivo avaliar testes de toxicidade com inseticida sintético (i.a) e biológico destinados ao controle de percevejo e cigarrinha, observando o potencial de efeitos adversos em diferentes doses de cada produto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em laboratório, na Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Chapecó - SC. A fim de avaliar a toxicidade dos solos contaminados com uma formulação comercial de inseticida sintético e um Bioinseticida, foram preparados experimentos com diferentes dosagens de cada produto com base na literatura (ALVES et. al., 2013). O contaminante utilizado foi a formulação comercial do inseticida Galil[®], que contém os ingredientes ativos imidacloprido e bifentrina. O Bioinseticida foi originado a partir de fermentação contendo enzimas de degradação da parede celular (quitinase, glucanase, endocelulases e exocelulases), utilizando o fungo *B. bassiana*. Durante o processamento do Bioinseticida também foi utilizado substrato de arroz (Aita et al., 2021).

Foram montados seis tratamentos com doses crescentes de cada produto (Quadro 1). Os testes foram realizados com solo artificial tropical (SAT), preparado em laboratório e constituído pela mistura de 75% (m/m) de areia fina, 20% (m/m) de argila caulínica e 5% (m/m) de fibra de casca de coco. O SAT foi composto através da adaptação do solo recomendado pelas normas OECD nº 207 e pela ISO (GARCIA, 2004). O organismo bioindicador utilizado nos ensaios foi a espécie de colêmbolo *Folsomia candida*. Foram utilizados 10 colêmbolos adultos com idade sincronizada (10 a 12 dias de vida) em cada

recipiente de teste e, como alimento, foi fornecida levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) granulada seca (~2 mg) no primeiro dia de ensaio e após 14 dias do início.

Os ensaios foram realizados em recipientes de vidro transparente com formato cilíndrico. Inicialmente, foi realizado o ajuste da umidade do solo utilizando água destilada e mantendo-a em torno de 53% da capacidade de retenção, corrigindo semanalmente com base na diferença de massa dos recipientes. Antes do início do ensaio as concentrações dos produtos foram misturadas ao solo, em seguida são colocadas 30 gramas de solo em cada recipiente. Os recipientes contendo o solo contaminado foram distribuídos em prateleiras logo após a inserção dos organismos, onde ficaram alocados em ambiente controlado com temperatura em torno de 20 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas, por 28 dias. Ao vigésimo oitavo dia de experimento, o conteúdo de cada recipiente (solo + colêmbolos) foi submerso em água para forçar a flutuação dos organismos sobreviventes. Foram adicionadas gotas de tinta “nanquim” preta para que a contagem dos colêmbolos fosse facilitada. Cada réplica do ensaio de toxicidade foi fotografada em alta resolução, sob vista superior, e os colêmbolos juvenis gerados foram contados através do programa “Image J”.

Quadro 1 – Doses de Galil® e Bioinseticida aplicadas no SAT, em mg de ingrediente ativo por kg de solo (mg/kg).

Tratamento	Galil® (mg kg ⁻¹)	Bioinseticida (mg kg ⁻¹)
C0	0	0
C1	0,24	1,00
C2	0,48	2,00
C3	0,96	4,00
C4	1,92	8,00
C5	3,84	16,0

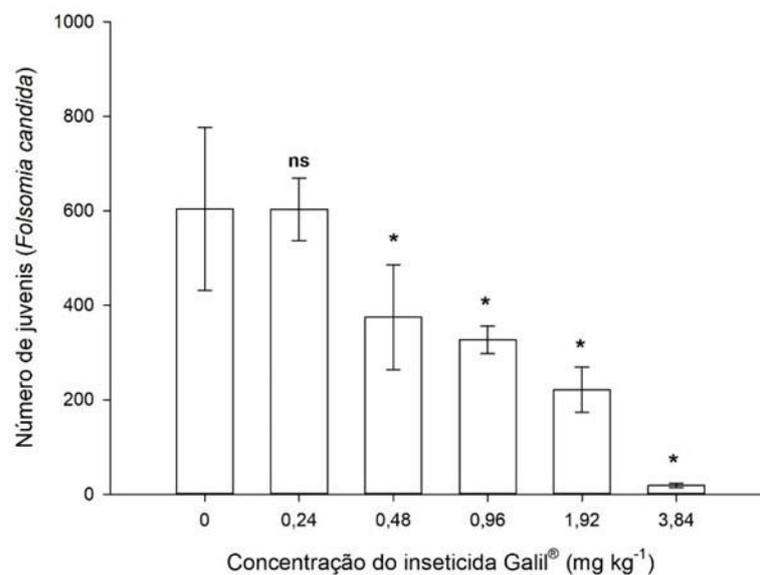
Fonte: DA AUTORA (2022)

A homogeneidade de variâncias (homocedasticidade) e a normalidade dos dados foram testadas pelos métodos de Bartlett e Shapiro Wilk, respectivamente, para verificar se o conjunto de dados atendem às pressuposições para a análise de variância (ANOVA). Quando atendidas as pressuposições, os dados do número de organismos sobreviventes foram submetidos à ANOVA e diferenças significativas entre o controle e as concentrações testadas foram comparadas pelo teste de Dunnet ($p \leq 0,05$). A CEO (menor concentração testada com efeito observado) e CENO (maior concentração testada sem efeito observado) foram determinadas com base nos resultados do teste de Dunnet. Os valores de CE50 e CE20 (concentração de efeito em 50% e 20% da população, respectivamente) foram determinados através de modelos de regressão não lineares (ENVIRONMENTAL CANADA, 2007). Todas as análises foram realizadas no software Statistica 13.0®.

3 RESULTADOS

Nos ensaios de toxicidade crônica com *F. candida*, realizados em solo artificial tropical com Galil[®], o efeito de redução na reprodução teve início a partir da dose 0,48 mg kg⁻¹ (Figura 1). Aplicando a dose comercial recomendada do inseticida sintético (0,24 mg kg⁻¹) não houve redução significativa na reprodução dos colêmbolos. Todas as concentrações testadas causaram redução significativa no número de colêmbolos, exceto a concentração equivalente a dose comercial, que não causou efeito tóxico. Além disso, foi estimado que o efeito de redução em 50% da população aconteça na dose 0,95 mg kg⁻¹. Para a redução em 20% da população, o CE20 calculado foi de 0,36 mg kg⁻¹.

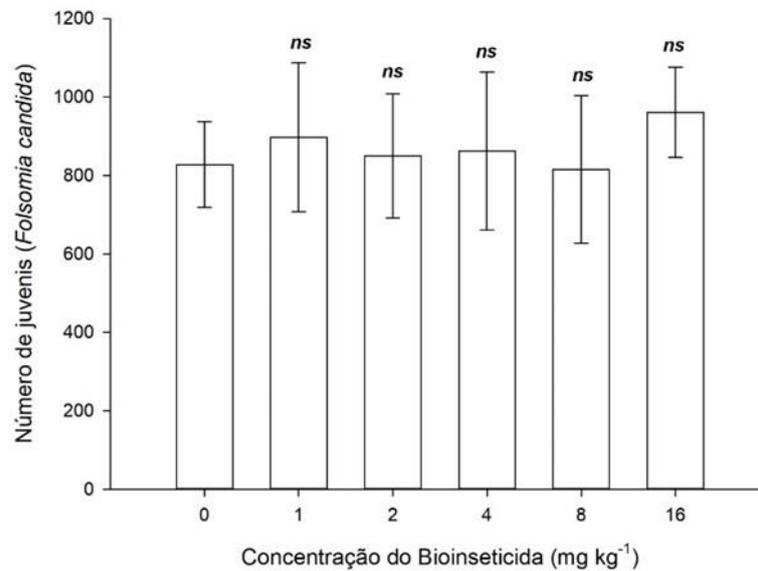
Figura 1 – Número médio de colêmbolos *F. candida* juvenis após 28 dias de exposição a diferentes concentrações de imidacloprid em SAT.



Fonte: PAULO ROGER LOPES ALVES (2022)

Para os testes realizados com Bioinseticida, os valores de CE50 e CE20 não puderam ser calculados, visto que não houve efeito tóxico sobre a reprodução dos colêmbolos *F. candida* em nenhuma das concentrações testadas (Figura 2). Neste caso o desempenho reprodutivo da espécie foi similar entre todas as concentrações testadas e o controle.

Figura 2 – Número médio de colêmbolos *F. candida* juvenis após 28 dias de exposição a diferentes concentrações de Bioinseticida em SAT.



Fonte: PAULO ROGER LOPES ALVES (2022)

4 DISCUSSÃO

Os dados obtidos para os ensaios de toxicidade utilizando *F. candida* como bioindicador indicam, na maioria dos tratamentos testados, que quanto mais elevada a dose do inseticida sintético, menor o número de juvenis encontrados ao final da avaliação. Com exceção da concentração (0,24 mg kg⁻¹) equivalente à dose comercial (0,4 L ha⁻¹), onde não houve diferença significativa em relação ao controle.

Os resultados obtidos nesse estudo são semelhantes a outros estudos que observaram que o imidacloprido foi o inseticida testado que mais causou redução na reprodução dos colêmbolos (Alves et al., 2014). Da mesma forma, em um estudo feito por Hennig (2019) o número médio de colêmbolos reduziu conforme a dose de imidacloprido foi aumentada em SAT. O mesmo estudo mostra que a exposição dos colêmbolos a este inseticida sintético em um neossolo causa um efeito de toxicidade ainda mais acentuado.

Esse resultado possivelmente foi encontrado porque o inseticida Galil[®], apesar de ser classificado como produto pouco tóxico, é um produto classificado como muito perigoso ao meio ambiente e utilizando doses mais elevadas do que a dose comercial recomendada, acaba atingindo os organismos não alvo. O inseticida Galil[®] é composto por 250 g L⁻¹ de imidacloprido e 50 g L⁻¹ de bifentrina, classificado como sistêmico, com ação de contato e ingestão, fazendo parte dos grupos químicos dos Neonicotinoides e Piretróides.

Nesse contexto, o Galil[®] causa toxicidade porque produtos compostos por neonicotinoides são agonistas do receptor nicotínico da acetilcolina. Dessa forma, sua ação leva a transmissão de impulsos nervosos contínuos, causando hiperexcitação do sistema nervoso (Araujo, 2015). Já os Piretróides, têm como sítio alvo os canais de sódio, causando a propagação contínua do impulso nervoso, podendo levar o inseto a morte (Wagner, 2017).

No caso do Bioinseticida utilizado neste estudo, sua atividade inseticida é principalmente atribuída à presença do fungo *Beauveria bassiana* em sua composição que na

maioria dos casos penetra nos insetos por contato e quando viável germina sobre o inseto, atravessando a cutícula e penetrando na cavidade geral do corpo por ação química e física (Aita et al., 2021). Posteriormente, o fungo atravessa o corpo do inseto e produz grande quantidade de conídios, os quais são responsáveis pela disseminação e infecção completando o ciclo (IAPAR, 2007).

De modo geral, fungos como *B. bassiana* apresentam níveis de eficiência menores que os inseticidas sintéticos quando utilizados como substitutos destes (Neves, 2007). Esta é provavelmente a razão pela qual o Bioinseticida não causou toxicidade aos colêmbolos em nenhuma dose testada, pois seu impacto sobre os agentes bioindicadores de qualidade do solo é praticamente nulo. Deste modo, pode ser utilizado juntamente com estes microorganismos (IAPAR, 2007). Esse resultado está muito atrelado com a composição natural do Bioinseticida, composto por fungos entomopatogênicos não poluentes, que não provocam desequilíbrios biológicos e apresentam efeito residual prolongado (Pimentel, 2012).

Para os ensaios de toxicidade crônica com *F. candida*, os valores de EC20 e EC50 para Galil® foram próximos aos resultados encontrados por Araujo (2021) e Van Gestel et al. (2017), considerando que o desempenho reprodutivo da espécie reduziu conforme a dose foi aumentada. Nesse contexto, Van Gestel et al. (2017) demonstraram que os efeitos do imidacloprido (molécula pura) após exposição a longo prazo, foram persistentes, sendo tóxico para colêmbolos. Os autores estimaram que o efeito de redução em 50% da população aconteceria na dose 0,95 mg kg⁻¹, valor esse próximo a 0,85 mg kg⁻¹ (0,72 – 0,98). Araujo (2021), em ensaios ecotoxicológicos com colêmbolos em SAT encontrou valores de CE50 entre 0,72 e 0,98 mg kg⁻¹ no primeiro ensaio e no segundo 0,64 – 0,87 mg kg⁻¹.

Mendes (2015) observou que o número de posturas e ovos depositados por dia/ fêmeas de adultos recém emergidos de *Euschistus heros*, exposto a dose subletal (0,075 mg de inseticida) do inseticida neonicotinoide imidacloprido por 48 horas ao longo de 90 dias após o acasalamento, tem uma redução visível conforme o tempo. Em um trabalho realizado por Moino e Alves (1998), as doses de imidacloprido foram, 33,3 mg p.c./100 ml BDA (concentração média recomendada de 100 g p.c./ha) e imidacloprido (-) 9,9 mg p.c./100 ml BDA (concentração 70% inferior), onde foi observado nas duas concentrações estudadas, uma grande alteração no comportamento de limpeza dos cupins subterrâneos (*Heterotermes tenuis*), apresentando efeitos subletais após 24 horas.

Um estudo realizado por Moreira (2013) mostra que utilizando a dose de 0,20 L ha⁻¹ de Galil®, o controle do percevejo marrom se mantém em 86,8%, 14 dias após aplicação. No mesmo trabalho, utilizou-se a dose de 0,50 L/ha⁻¹ e o controle foi de 91,5%. Faria (2015) realizou um estudo com Galil® sobre o controle de broca do cafeeiro (*Hypothenemus hampei*), mostrando que a eficiência de controle obtida foi de 82%, 30 dias após aplicação do inseticida, na dose de 0,6 L/ha⁻¹.

Nesse contexto, a eficiência de controle depende diretamente da praga e da dose utilizada, sendo assim, doses muito elevadas acabam atingindo organismos não alvo, indicando que há toxicidade sobre os bioindicadores do solo.

Testes realizados com bioinseticida a base de *B. bassiana*, para avaliar a eficiência de controle sobre adultos de *Dichelops melacanthus* mostra que nas doses de 2 kg/ha⁻¹ e 4 kg/ha⁻¹ houve 100% de controle após 5 dias de aplicação. Na menor dose aplicada (1 kg/ha⁻¹), houve um controle próximo a 97% (Pellin, 2017).

Conforme os testes realizados com os organismos não alvo (Figura 2), o bioinseticida não causou toxicidade, resultando em um maior número de colêmbolos juvenis. Relacionando os testes de eficiência realizados por Pellin (2017) com as doses de bioinseticida testadas sobre organismos não alvo, pode se concluir que na dose de 4 L/ha existe uma ótima eficiência de

controle, além de não causar efeito negativo a *F. candida*. No mesmo estudo, quando foi testada a dose comercial de Bioinseticida (1 L/ha⁻¹), houve um controle de 96.6% sobre o percevejo marrom (*E. heros*) (Pellin 2017).

Oliveira (2007) também relata que outros autores avaliaram os efeitos do inseticida fúngico *Colletotrichum gloeosporioides* sobre organismos não alvo, utilizando uma dose mil vezes maior que a dose comercial utilizada a campo e o resultado mostrou que houve pequena mortalidade entre os organismos expostos.

Neste estudo, verificou-se que não houve efeito tóxico da dose comercial de Galil[®], mas o inseticida tem potencial tóxico em doses maiores utilizadas para o controle de algumas pragas (Mendes, 2015; Moino, 1998; Moreira, 2013; Faria, 2015). Por outro lado, para o Bioinseticida, verificou-se que mesmo em doses muito superiores às praticadas no controle de pragas agrícolas, e que têm comprovada eficiência no controle das mesmas, não houve efeito sobre os colêmbolos *F. candida* (Pellin, 2017; Oliveira, 2007; Bonaldo, 2011). Com base nisso, verifica-se que os Bioinseticidas podem ser menos tóxicos e igualmente efetivos no controle de pragas (Pellin, 2017).

Os fungos entomopatogênicos representam risco mínimo para organismos benéficos não alvos, que são os principais provedores de serviços ecossistêmicos. Teste em laboratório evidenciou que *B. bassiana*, na concentração de 1×10^8 conídios/ml foi eficiente em promover a mortalidade de *E. heros* evidenciando sua eficácia no controle de pragas (Bonaldo, 2011).

5 CONCLUSÃO

Dentre todas as doses testadas, somente a dose comercial recomendada do inseticida sintético não causou efeito redutor sobre a reprodução dos colêmbolos. A reprodução dos colêmbolos para o tratamento com Galil[®] foi afetada a partir da dose 0,48 mg kg⁻¹. Já o Bioinseticida não causou toxicidade para *F. candida* em nenhuma das doses testadas. Contudo, a diferença de toxicidade entre os dois tipos de inseticidas foi atribuída as características de formulação de cada produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Paulo Roger Lopes; CARDOSO, Elke; MARTINES, Alexandre; SOUSA, José Paulo; PASINI, Amarildo. **EARTHWORM ECOTOXICOLOGICAL ASSESSMENTS OF PESTICIDES USED 146 TO TREAT SEEDS UNDER TROPICAL CONDITIONS**. Chemosphere 90(11): 2674–82, 2013.

ALVES, Paulo Roger Lopes; CARDOSO, Elke; MARTINES, Alexandre; SOUSA, José Paulo; PASINI, Amarildo. **SEED DRESSING PESTICIDES ON SPRINGTAILS IN TWO ECOTOXICOLOGICAL LABORATORY TESTS**. Ecotoxicology And Environmental Safety, [S.L.], v. 105, p. 65-71, jul. 2014.

ALVES, Sergio Rabello; OLIVEIRA, Jefferson José. **AVALIAÇÃO DE AMBIENTES CONTAMINADOS POR AGROTÓXICOS: É VENENO OU É REMÉDIO?: AGROTÓXICOS, SAÚDE E AMBIENTE**. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 20, 2003.

ARAÚJO, Rafael Soares de. **TOXICIDADE DE IMIDACLOPRIDO PARA COLÊMBOLOS *FOLSOMIA CANDIDA***: efeitos individuais e de misturas com fipronil ou clotianidina. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2021

ARAÚJO, Whalamys Lourenço de. **TOXICIDADE DE NEONICOTINOIDES SOBRE ABELHAS: (*APIS MELLIFERA*)**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Horticultura Tropical, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

COSTA, José Nilton Medeiros; SILVA, Damião Alves da; TREVISAN, Olzeno; GARCIA, Alvanir; GAMA, Farah de Castro. **INSETICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICO TESTADOS PARA O CONTROLE DA BROCA-DO-CAFÉ (*HYPOTHENEMUS HAMPEI*, FERRARI, 1867) EM RONDÔNIA**. Comunicado Técnico, 235, Porto Velho, v. 1, p. 1- 4, 2003.

COUTINHO, Cláudia; TANIMOTO, Sonia; GALLI, Andressa; GARBELLINI, Gustavo; TAKAYAMA, Marisa; AMARAL, Raquel; MAZO, Luiz Henrique; AVACA, Luis; MACHADO, Sergio. **PESTICIDAS: MECANISMO DE AÇÃO, DEGRADAÇÃO E TOXIDEZ**. Pesticidas: r.ecotoxicol. e meio ambiente, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 65-72, 2005.

FONTES, Eliana Maria Gouveia; VALADARES, Maria Cleria. **CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS DA AGRICULTURA**. Brasília: Técnicas, p. 514, 2020.

GARCIA, Marcos Vinicius Bastos. **EFFECTS OF PESTICIDES ON SOIL FAUNA: DEVELOPMENT OF ECOTOXICOLOGICAL TEST METHODS FOR TROPICAL REGIONS**. Tese. Alemanha: Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät, Universidade de Bonn; 2004.

HENNIG, Thuanne Braúlio. **INFLUÊNCIA DO REGIME DE UMIDADE DO SOLO NA TOXICIDADE DE IMIDACLOPRID SOBRE AS ESPÉCIES *E. andrei* E *F. candida*, EM TRÊS TIPOS DE SOLOS TROPICAIS**. 2019. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2019.

MANEJO DA BROCA DO CAFÉ, 2007, Londrina. **ANAIS DO WORKSHOP INTERNACIONAL DE MANEJO DA BROCA DE CAFÉ**. Londrina: Printed In Brazil, p. 282, 2007.

MENDES, Marcos Vinicius. **TOXICIDADE E ALTERAÇÕES COMPORTAMENTAIS NO PERCEVEJO-MARRON-DA-SOJA DECORRENTES DA EXPOSIÇÃO POR CONTATO A IMIDACLOPRIDE**. 2015. 40 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

MOINO JUNIOR, Alcides; ALVES, Sergio. **EFEITO DE IMIDACLOPRID E FIPRONIL SOBRE *BEAUVERIA BASSIANA* (BALS.) VUILL. E *METARHIZIUM ANISOPLIAE* (METSCH.) SOROK. E NO COMPORTAMENTO DE LIMPEZA DE *HETEROTERMES TENUIS* (HAGEN)**. An. Soc. Entomol. Brasil, Lavras, Mg, v. 4, n. 27, p. 611-619, dez. 1998.

MULLER, Débora; LAMERS, Nair; GNECH, Luana; SAUSEN, Darlene; MAMBRIN, Riteli Baptista. **CONTROLE DE PERCEVEJO-MARROM EM SOJA COM O USO DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS**. II Congresso Internacional das Ciências Agrárias Cointer - Pdvaagro 2017, Passo Fundo, v. 1, p. 1-10, 2017.

NEVES, Pedro. **ANAIS DO WORKSHOP INTERNACIONAL DE MANEJO DA BROCA DE CAFÉ**. Londrina: Printed In Brazil. p. 282, 2007.

OLIVEIRA, Eduardo Cyrino Filho. **AVALIAÇÃO DA PERICULOSIDADE AMBIENTAL DE BIOINSETICIDAS COMO UMA NOVA PERSPECTIVA PARA A ECOTOXICOLOGIA NO BRASIL**. Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology, p. 1-7, 2007.

EMBRAPA, milho e sorgo. **CIGARRINHA-DO-MILHO: VETOR DE MOLICUTES E VÍRUS**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Patos de Minas Mg, v. 11, n. 2, p. 209-215, nov, 2012.

PICANÇO, Marcelo Coutinho. **MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS**. Viçosa, Mg: Biologia Animal, p. 146, 2010.

PIMENTEL, Marco Aurélio Guerra; FERREIRA, Edicarlos Gomes. **TOXICIDADE DE PRODUTOS FORMULADOS À BASE DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS**. Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

ORGANIZATION, World Health (org.). **PUBLIC HEALTH IMPACT OF PESTICIDES USED IN AGRICULTURE**. Geneva: World Health Organization, 1990.

RIBEIRO, Maria Lucia; LOURENCETTI, Carolina; POLESE, Luciana; NAVICKIENE, Sandro; OLIVEIRA, Luciana Camargo. **PESTICIDAS: USOS E RISCOS PARA O MEIO AMBIENTE**. Holos Environment, Araraquara, v. 8, n. 1, p. 53-71, 2008.

SALMINEN, Janne; SETÄLÄ, Heikki; HAIMI, Jari. **REGULATION OF DECOMPOSER COMMUNITY STRUCTURE AND DECOMPOSITION PROCESSES IN HERBICIDE STRESSED HUMUS SOIL**. Applied Soil Ecology, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 265-274, nov. 1997.

VAN GESTEL, Cornelis; SILVA, Claudia de Lima; LAM, Thao; KOEKKOEK, Jacco; LAMOREE, Marja H.; VERWEIJ, Rudo. **MULTIGENERATION TOXICITY OF IMIDACLOPRID AND THIACLOPRID TO FOLSOMIA CANDIDA**. Ecotoxicology, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 320-328, 23 jan. 2017.

WAGNER, Fernanda Osmara. **BIOENSAIOS POR INGESTÃO E MODOS DE AÇÃO DE INSETICIDAS PARA CARACTERIZAR SUSCETIBILIDADE E RESISTÊNCIA DOS PERCEVEJOS**. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2017.

WAQUIL, José Magid. **CIGARRINHA-DO-MILHO: VETOR DE MOLICUTES E VÍRUS**. Circular Técnica, 41, Sete Lagoas, v. 1, p. 1-6, 2004.

Anexos

Anexo 1: Normas submetidas ao artigo conforme as normas presentes no manual de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2021.

Pois o periódico em que será submetido o artigo não foi definido.

– Normas do manual para artigos:

- São recomendados dois padrões de fontes para redação de artigo elaborado, Arial ou Times New Roman. Fonte tamanho 10: para citações com mais de três linhas, notas de rodapé, indicação da fonte de tabelas e ilustrações, numeração de página. Fonte tamanho 12: para o restante do texto, incluindo títulos de tabelas e ilustrações. O alinhamento é o corpo do texto justificado, texto alinhado à esquerda (títulos dos elementos textuais, da introdução à conclusão e a lista de referências), centralizado títulos sem indicações numéricas, títulos de ilustrações e tabelas e fontes das ilustrações. Espaço simples para citações com mais de três linhas, notas de rodapé, referências, texto interno de quadros e tabelas, fontes de notas de ilustrações. O espaço de 1,5 entre linhas para o restante do texto, incluindo títulos de seções primárias e subseções;
- A disposição dos parágrafos obedece às seguintes orientações, o parágrafo deve apresentar um recuo de 1,25 cm a partir da margem esquerda, na primeira linha e as citações com mais de três linhas devem apresentar recuo de 4 cm a partir da margem esquerda;
- As margens do anverso (frente) da página devem ser configuradas em: 3 cm para as margens esquerda e superior e 2 cm para as margens direita e inferior. As margens do verso da página devem ser configuradas em: 3 cm para as margens superior e direita e 2 cm para as margens inferior esquerda;
- As siglas, quando mencionadas pela primeira vez no texto, devem ser indicadas pelo nome completo, seguido da própria sigla entre parênteses. Quando houver grande quantidade de siglas no trabalho, recomenda-se a elaboração de uma lista de siglas;

- Equações e fórmulas de acordo com a ABNT NBR 14724;
- O título e subtítulo (se houver), escritos na língua do texto, devem estar localizados na parte superior da primeira folha do artigo e são diferenciados tipograficamente ou separados por dois-pontos e utilizam-se letras maiúsculas para redação. Se o autor optar por mencionar o título em outro idioma, deve inseri-lo logo abaixo do título no idioma do texto, com espaçamento de 1,5 entre linhas. Cada revista estabelece seus próprios projetos gráficos e editoriais. O autor que tiver o interesse em publicar seu artigo deve atentar-se para essas especificações e adequar a apresentação do texto conforme as diretrizes editoriais da revista.
- O nome do autor deve aparecer de forma direta (nome e sobrenome), podendo ser abreviado; é posicionado a dois espaços simples abaixo do título, sem destaque tipográfico. Para mais de um autor, os nomes podem aparecer na mesma linha, separados por vírgula, ou em linhas distintas. O currículo do autor e as informações sobre vínculo institucional e endereço eletrônico devem ser mencionados em nota de rodapé, na página de abertura, empregando um sistema de chamada próprio.
- Resumo deve ser elaborado de acordo com a ABNT NBR 6028, o resumo é uma apresentação concisa dos pontos relevantes de um documento. Para elaborar o resumo, deve-se observar as seguintes orientações da NBR 6028, O resumo em língua vernácula e estrangeira são obrigatórios nos trabalhos acadêmicos, com 150 a 500 palavras, o resumo em outro idioma, se houver, deve suceder o resumo no idioma do documento, as palavras-chave devem ser posicionadas a um espaço de 1,5 do resumo; recomenda-se de três a cinco palavras, separadas entre si por ponto e vírgula e escritas com letras minúsculas (com exceção de nomes próprios, siglas e palavras que gramaticalmente iniciam com letras maiúsculas), o termo “Palavras-chave” não deve ter destaque tipográfico.
- As referências devem ser elaboradas de acordo com a NBR 6023, de 2018 (com norma corrigida em 2020). A lista de referências inicia com a palavra “REFERÊNCIAS”, que não é antecedida de numeração de seção. Deve ser escrita em letras maiúsculas, fonte tamanho 12, em negrito, e alinhamento centralizado. As referências, por sua vez, são alinhadas

à margem esquerda do texto, com espaço entre linhas simples e deve-se deixar um espaço simples entre uma referência e outra, para separá-las. A ordenação da lista pode ser em ordem alfabética ou em ordem numérica.