

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Tese

Estratégias de controle e biologia de *Chrysodeixis includens* Walker, 1858
(Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja

Jéssica Avila de Abreu

Pelotas, 2022

Jéssica Avila de Abreu

**Estratégias de controle e biologia de *Chrysodeixis includens* Walker, 1858
(Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Fitossanidade (área de conhecimento: Entomologia)

Orientador: Dr. Anderson Dionei Grützmacher

Coorientador: Dr. Daniel Bernardi

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A162e Abreu, Jéssica Avila de

Estratégias de controle e biologia de *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja / Jéssica Avila de Abreu ; Anderson Dionei Grützmacher, orientador ; Daniel Bernardi, coorientador. — Pelotas, 2022.

93 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Manejo integrado de pragas. 2. Lagarta-fals-medideira. 3. Glycine max. 4. Bacillus thuringiensis. 5. Hospedeiros alternativos. I. Grützmacher, Anderson Dionei, orient. II. Bernardi, Daniel, coorient. III. Título.

CDD : 633.34

Banca examinadora:

Daniel Bernardi, Dr.
(Universidade Federal de Pelotas)

Edison Zefa, Dr.
(Universidade Federal de Pelotas)

Rafael Antonio Pasini, Dr.
(Centro de Ensino Superior Riograndense)

Jader Ribeiro Pinto, Dr.
(Instituto Federal Sul-rio-grandense)

Anderson Dionei Grützmacher, Dr. (Orientador)
(Universidade Federal de Pelotas)

Aos meus amados pais, Mario Cesar Mendes de Abreu e Annizia Teresinha de Avila de Abreu e irmã Mariane Avila de Abreu, por serem meu alicerce em todos os momentos e por terem me ajudando a jamais desistir dos meus sonhos.

Dedico

Agradecimentos

A Deus que em sua infinita sabedoria nos faz aprender a cada passo da nossa jornada, através dos desafios que nos fazem amadurecer e a contraponto disso, também nos faz viver as melhores experiências ao lado daqueles que amamos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo suporte financeiro concedido por meio de bolsa de estudo (Código de Financiamento 001).

Ao Programa de Pós-graduação em Fitossanidade (PPGFs), da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), por oportunizar o meu crescimento e aperfeiçoamento profissional por meio da realização do curso de Doutorado.

Ao meu orientador, Dr. Anderson, agradeço pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional e pelos anos de convivência ao longo do doutorado.

Ao meu coorientador, Dr. Daniel, agradeço pela amizade, apoio, confiança, conselhos e orientações ao longo desse período de aperfeiçoamento pessoal e profissional.

Aos professores do PPGFs (FAEM-UFPel), pelo tempo dedicado a nossa formação e conhecimentos passados.

À banca examinadora por terem aceitado o convite, por fazerem parte dessa experiência e por me acompanharem ao longo desses anos fazendo parte da construção e agora conclusão deste trabalho.

À minha família pai, mãe e irmã por todo amor, apoio e incentivo incondicional em todos os momentos da minha vida.

Ao meu namorado e companheiro Juliano B. Farinha, por estar ao meu lado sempre e principalmente em alguns dos momentos mais difíceis e decisivos, sempre compreensivo e incentivador, apoio e carinho que fizeram toda a diferença, tornando a jornada mais tênue e feliz.

Aos amigos por todo apoio, compreensão, dedicação, bons momentos, boas conversas, risos, histórias e vivências, que compartilhamos ao longo desses quatro anos, principalmente aqueles que estiveram ao meu lado nos momentos mais atribulados, acreditando em mim e me incentivando sempre: Joana Miotto, Maíra

Chagas, Matheus Rakes, Mikael Bolke, Franciele de Armas, Fabrício Fernandes, Júlia Aleixo, Alexandra Kruger, Naymã Dias, Deise Cagliari, Maria Shimelly Rocha, Aline Souza, Mariana Polano, Ana P. Coscia, Édina e Elis Alves Viçosa, Isabel Cristina e Ana América Lima do Carmo (por eu sempre estar em suas orações), e a todos aqueles que embora não citados, fizeram parte dessa trajetória, o meu imenso carinho e agradecimento sincero.

Aos integrantes do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LABMIP-UFPel) que mais que colegas, foram amigos verdadeiros e valiosos ao longo dessa jornada. A Mariane D'Ávila Rosenthal pelo auxílio e conversas acolhedoras e aos demais estagiários, colaboradores e funcionários que ao longo desse período sempre estiveram dispostos a ajudar.

Aos colegas por toda a troca de experiências e companhia ao longo desses quatro anos, que todos tenham sucesso e possam seguir em busca dos seus sonhos.

Aos funcionários da FAEM-UFPel pelo auxílio prestado ao longo desses quatro anos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu completasse essa jornada e concluísse mais um dos meus sonhos meu agradecimento.

Suba o primeiro degrau com fé.
Não é necessário que você veja toda a escada.
Apenas dê o primeiro passo.

(Martin Luther King Jr.)

Resumo

ABREU, Jéssica Avila de. **Estratégias de controle e biologia de *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja.** 2022. 93f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.

A cultura da soja, *Glycine max* (Linnaeus) Merrill, se destaca como uma das principais e mais importantes no cenário agrícola mundial, além de ser a principal oleaginosa cultivada no Brasil. Os lepidópteros-praga se destacam pelos danos diretos e indiretos causados nas principais culturas de importância econômica. Dentre o complexo de insetos-praga desfolhadores que ocorrem anualmente na cultura da soja, a lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae), tem estado em evidência nos últimos anos, devido aos severos danos causados à cultura. Frente a este cenário, surge a necessidade de adotar medidas mais sustentáveis no controle da *C. includens*, que causem menor impacto ambiental e que sejam economicamente viáveis para os sojicultores. Sendo assim, o presente estudo objetivou investigar a eficiência de táticas de controle disponíveis para a cultura da soja frente ao manejo de *C. includens*. Os resultados desse estudo evidenciam a eficiência do controle cultural através do uso de espécies forrageiras leguminosas de inverno. A alfafa (*Medicago sativa* L.), ervilhaca (*Vicia sativa* L.), cornichão (*Lotus corniculatus* L.), trevo branco (*Trifolium repens* L.), trevo persa (*Trifolium resupinatum* L.) e trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.), investigadas aqui como possíveis hospedeiros alternativos, para que possam ser usadas como culturas armadilhas, auxiliando no controle da praga, através da sua redução populacional. A utilização do controle químico, associado ao biológico, em que 50% da concentração máxima recomendada em campo (MFRC) para a cultura soja, do inseticida indoxacarbe, associado a 5% MFRC do bioinseticida à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt) (Acera®), apresentou 96% de mortalidade acumulada em lagartas de terceiro instar de *C. includens*, 24 horas após a exposição (HAE). Tais resultados mostram um incremento na eficiência de controle ao utilizar dois métodos de controle associados, além de mitigar o uso de inseticidas químicos. Outro destaque são os bons resultados encontrados através da utilização de atrativos alimentares como iscas tóxicas, ao serem associadas a inseticidas químicos, como forma de controle de adultos de *C. includens*. Os inseticidas indoxacarbe e deltametrina, na porcentagem de adição de 5% MFRC, associados ao atrativo alimentar Acttra® Noctuídeo atingiram uma mortalidade total (100%) de adultos, observados em 48 HAE. As táticas de controle descritas provaram ser eficientes no controle de *C. includens* e todas podem ser empregadas em programas de MIP-Soja. As informações obtidas neste trabalho, visam contribuir com o avanço do conhecimento teórico e prático, através da aplicabilidade à campo das alternativas propostas para um manejo mais eficiente de *C. includens* na cultura da soja.

Palavras-chave: Lagarta-falsa-medideira; Manejo Integrado de Pragas; *Glycine max*; *Bacillus thuringiensis*; Hospedeiros alternativos; Atrativo alimentar.

Abstract

ABREU, Jéssica Avila de. **Control strategies and biology of *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean.** 2022. 93f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.

The soybean crop, *Glycine max* (Linnaeus) Merrill, is one of the main agricultural products of global importance, being the main oilseed cultivated in Brazil. Lepidoptera pests are recognized for their direct and indirect damage caused in the main crops of economic importance. Among the defoliating insect-pest complex, which occurs annually in soybean, the false-bearing caterpillar, *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae), has been in evidence in recent years, due to the severe damage caused to the crop. Faced with this scenario, there is a need to adopt more sustainable control measures for *C. includens*, which cause less environmental impact and are economically viable for soybean farmers. Therefore, this study aimed to investigate the efficiency of available control tactics for the soybean crop against *C. includens*. The results of this study showed the efficiency of the use of cultural control, through the use of the following winter leguminous forage species, alfalfa (*Medicago sativa* L.), vetch (*Vicia sativa* L.), gherkin (*Lotus corniculatus* L.), white clover (*Trifolium repens* L.), persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) and red clover (*Trifolium pratense* L.), investigated here as possible alternative hosts, so they can be used as trap crops, helping to control the pest, through its reduction populational. The use of chemical control, associated with biological control, in which 50% of the maximum recommended concentration in the field (MFRC) for the soybean crop, of the insecticide indoxacarb, associated with 5% MFRC of the bioinsecticide based on *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) (Acera®), showed 96% of accumulated mortality in third-instar caterpillars of *C. includens*, 24 hours after exposure (HAE). These are important findings in relation to the mitigation of the use of chemical insecticides and an increase in the control efficiency when using these two associated control methods. Another highlight is the good results found, through the use of food attractants as toxic baits, when associated with chemical insecticides, as a way of controlling *C. includens* adults. The insecticides indoxacarb and deltamethrin, in the percentage of addition of 5% MFRC, associated with the food attractant Acttra® Noctuídeo reached total mortality (100%) of adults observed at 48 HAE. The described control tactics proved to be efficient in the control of *C. includens* and all of them can be used in IPM-Soy programs. The information obtained in this work will contribute to the advancing of theoretical and practical knowledge, through the applicability to the field of the alternatives proposed for more efficient management of *C. includens* in the soybean crop.

Keywords: Soybean looper; Integrated Pest Management; *Glycine max*; *Bacillus thuringiensis*; Alternative hosts; Food attractant.

Lista de Tabelas

Artigo 1

- Tabela 1. Informações referentes aos inseticidas químicos, inseticida biológico e atrativos alimentares utilizados para avaliação da toxicidade sobre lagartas e adultos de *Chrysodeixis includens*..... 51
- Tabela 2. Quantidade de lagartas de *Chrysodeixis includens* vivas e porcentagem de mortalidade (M%) em bioensaio de ingestão em dieta artificial tratada com inseticidas químicos, biológicos ou em associação em diferentes períodos após a exposição..... 52
- Tabela 3. Quantidade de adultos vivos de *Chrysodeixis includens* e porcentagem de mortalidade (M%) de atrativos alimentares associados com inseticidas e avaliados em diferentes períodos após a exposição em ensaio sem chance de escolha..... 53
- Tabela 4. Quantidade de adultos vivos de *Chrysodeixis includens* e porcentagem de mortalidade (M%) de atrativo alimentar associado com inseticidas e avaliados em diferentes períodos após a exposição em ensaio com chance de escolha..... 54

Artigo 2

- Tabela 1. Quantidade de neonatas (> 24 horas de idade) de *Chrysodeixis includens* em folhas de diferentes hospedeiros de clima temperado, em teste com chance de escolha..... 81
- Tabela 2. Quantidade de lagartas de 3^o instar de *Chrysodeixis includens* em folhas de diferentes hospedeiros de clima temperado, em teste com chance de escolha..... 82
- Tabela 3. Quantidade de neonatas (> 24 horas de idade) e de lagartas de 3^o instar de *Chrysodeixis includens* em folhas de diferentes hospedeiros de clima temperado, em teste com chance de escolha..... 83
- Tabela 4. Sobrevivência larval (dias), peso larval (mg) e mortalidade total (M.A.%) de *Chrysodeixis includens* em diferentes hospedeiros de clima temperado..... 84
- Tabela 5. Duração do período larval (dias), peso larval e pupal (mg), razão sexual e longevidade de adultos (dias) de *Chrysodeixis includens* em diferentes hospedeiros de clima temperado..... 85

Sumário

1. Introdução Geral.....	12
2. Artigo 1. Associação de inseticidas neurotóxicos, bioinseticida e atrativos alimentares no controle de <i>Chrysodeixis includens</i> (Lep.: Noctuidae) na cultura da soja.....	22
Resumo.....	23
Palavras-chave.....	23
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	27
Resultados.....	32
Discussão.....	34
Referências.....	41
3. Artigo 2. Desempenho biológico de <i>Chrysodeixis includens</i> (Lep.: Noctuidae) submetida à diferentes regimes alimentares.....	55
Resumo.....	57
Palavras-chave.....	58
Introdução.....	58
Material e Métodos.....	60
Resultados.....	64
Discussão.....	68
Agradecimentos.....	74
Referências.....	75
4. Considerações finais.....	86
Referências.....	88

1. Introdução Geral

Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de produtos agropecuários do mundo. Nesse sentido, a utilização e propagação de inovações tecnológicas no meio rural contribuiu para o aumento na produção e da produtividade no país, principalmente de grãos, com destaque à soja (*Glycine max* L.) (Fabaceae: Phaseoleae) (MEDINA; RIBEIRO; BRASIL, 2016; ARTUZO et al., 2018). Destaca-se que Estados Unidos da América (EUA), Brasil, Argentina e China dominam o mercado internacional desta *comodity* (CONAB, 2021).

Nos dias atuais, a área brasileira cultivada com soja é de mais de 120 milhões de hectares, com uma produção superior a 330 milhões de toneladas ao ano (FAOSTAT, 2021). Neste cenário, o Rio Grande do Sul possui uma área plantada de 6,055 milhões de hectares, com uma produção de 20,164 milhões de toneladas e uma produtividade média de 3.330 kg/ha⁻¹ (CONAB, 2021).

O alto potencial produtivo apresentado pela cultura da soja justifica a necessidade de constantes investimentos em pesquisas, com o intuito de alcançar um maior aperfeiçoamento da cultura, garantindo seu lugar de destaque na economia brasileira (CONAB, 2017).

A ocorrência de insetos-praga é um dos principais fatores que restringem o potencial produtivo absoluto da cultura da soja (TOMQUELSKI; MARTINS; DIAS, 2015; WILLE et al., 2017). As plantas de soja estão expostas ao ataque de diversos insetos-praga durante todo o seu ciclo (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013), mas é durante a fase vegetativa e de floração que insetos-praga desfolhadores ocorrem em maior número (HOFFMAN-CAMPO et al., 2000).

Durante o período vegetativo, observam-se maiores infestações da lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae). Sabe-se que esta é uma das pragas mais importantes para a cultura da soja, devido aos severos danos que é capaz de causar (BUENO et al., 2007; ZULIN; AVILA; SCHLICK-SOUZA, 2018), e esse ataque pode se estender inclusive, até o período reprodutivo. Sua importância se deve tanto pela sua frequente ocorrência, quanto pela dificuldade no seu controle (YANO et al., 2015; PERINI et al., 2020).

A distribuição de *C. includens* está restrita ao hemisfério ocidental, ocorrendo desde o norte dos EUA até o Sul da América do Sul (EICHLIN; CUNNINGHAM, 1978; ALFORD; HAMMOND, 1982; PERINI et al., 2020). Até a década de 90, era considerada uma praga secundária na cultura, porém, devido ao aumento dos surtos desta espécie em vários estados brasileiros, passou a ser considerada praga-chave da cultura da soja, assim como, a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) (PALMA et al., 2015), sendo ambas espécies citadas, polípagas (PAN et al., 2013), que na cultura da soja alimentam-se dos órgãos vegetativos e/ou reprodutivos causando severos danos.

A *C. includens* chega a consumir de 64 a 200 cm² de área foliar durante o período larval (BUENO et al., 2011), tem preferência por folhas bem desenvolvidas, promovendo orifícios no limbo foliar, que adquirem um aspecto rendilhado, dano

característico causado pela espécie (SANTOS, 2007; BOTELHO; SILVA; ÁVILA, 2019). A redução de área foliar fotossinteticamente ativa pode comprometer o enchimento das vagens e por consequência a produtividade da cultura (BORTOLOTTO et al., 2015; SPECHT; PAULA-MORAES; SOSA-GÓMEZ, 2015; SANTOS et al., 2017).

Outro fator, relacionado ao sucesso de *C. includens* como inseto-praga é a sua capacidade reprodutiva (CANERDAY; ARANT, 1967; MITCHELL, 1967). A fase adulta pode durar em média de 9,8 a 18,2 dias (MASON; MACK, 1984). O acasalamento ocorre geralmente em um período noturno correspondente as 22h00min e 04h00min horas (LINGREN et al., 1977). Uma fêmea possui a capacidade de ovipositar em média 700 ovos, que geralmente são depositados na face inferior das folhas, nos dois terços superiores do dossel vegetal (JOST; PITRE, 2002). A longevidade dos adultos é de cerca de 15 dias (CANERDAY; ARANT, 1967; MITCHELL, 1967).

O nível de ação recomendado por pano de batida em 1m (uma fileira de plantas), para *C. includens*, é de 20 lagartas grandes (>1,5 cm), ou com menor número se for atingindo 30% de desfolha antes da floração, e ao surgirem as primeiras flores, considera-se 15% de desfolha (BUENO et al., 2013). Estudos atualizados mostram que esses níveis de ação são seguros e eficazes (BUENO et al., 2021; HAYASHIDA et al., 2021).

Por um longo período, a lagarta-falsa-medideira foi controlada naturalmente por entomopatógenos, destacando-se o fungo *Metarhizium rileyi* (Farlow) (Ascomycota: Clavicipitaceae) e o grupo dos Entomophthorales. Assim como, predadores e parasitoides (SOSA-GÓMEZ; LÓPEZ LASTRA; HUMBER, 2010), pois todos mantinham a população da praga em equilíbrio. Contudo, devido as práticas

agrícolas adotadas em lavouras comerciais pelos sojicultores, esse controle biológico não tem sido mais tão eficiente, sendo portanto, mais utilizado o controle químico. Porém, ao longo dos anos, o uso excessivo tem apresentado eficiência insatisfatória (MOLINA, 2021).

O aumento populacional considerável da lagarta-falsa-medideira também foi atribuído ao surgimento da ferrugem asiática, em função do uso de fungicidas que podem ter causado um efeito negativo em fungos entomopatogênicos (BUENO et al., 2007). Porém, mais fatores podem estar relacionados ao considerável aumento populacional dessa praga, visto que é uma espécie de inseto altamente polífaga.

No Brasil, a grande diversidade de hospedeiros alternativos disponíveis desempenha um papel importante na sobrevivência e persistência de espécies polífagas no campo, como a lagarta-falsa-medideira (SPECHT; PAULA-MORAES; SOSA-GÓMEZ, 2015).

A espécie *C. includens* é responsável por causar sérios prejuízos na agricultura. Além da cultura da soja, já foram relatadas 174 espécies de plantas pertencentes a 39 famílias botânicas como sendo hospedeiras dessa praga (BALDIN; LOURENÇÃO; SCHLICK-SOUZA, 2014; SPECHT; PAULA-MORAES; SOSA-GÓMEZ, 2015). Além disso, recentemente, foi relatado que *C. includens* frequentemente tem atacado flores e vagens de soja (CZEPAK; ALBERNAZ, 2015).

Também sabe-se que culturas hospedeiras alternativas no agroecossistema possuem a capacidade de impactar populações de *C. includens* (MOONGA; DAVIS, 2016). Um estudo recente sobre a expansão populacional e adaptação genômica de *C. includens* a ambientes agrícolas demonstrou como a composição da paisagem agrícola e as plantas contidas nela, podem afetar o processo evolutivo de insetos-praga (SILVA et al., 2020).

No que tange à cultura da soja nos últimos anos, tem sido comum a realização de aplicações calendarizadas, onde são realizadas de duas a seis pulverizações de inseticidas químicos para o controle de lepidópteros-praga por ciclo de cultivo (PANIZZI, 2013; BORTOLOTTO et al., 2015). Apesar do controle de insetos-praga ser realizado prioritariamente com a pulverização de inseticidas químicos, na maioria das vezes é realizado de forma errônea e abusiva, ocasionando diversos problemas à saúde humana, contaminação da água e do solo, redução da fauna benéfica, seleção de insetos-praga resistentes às moléculas químicas, assim como, aumento nos custos de produção (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012).

O controle químico, através do uso de inseticidas sintéticos é o método de controle mais utilizado para lagarta-falsa-medideira, sendo a principal tática empregada por produtores de soja no Brasil (MARTINS; TOMQUELSKI, 2015; RAMOS et al., 2017; PERINI et al., 2019). Porém, existe a dificuldade em atingir o inseto-alvo de controle no momento da aplicação, além de sua espécie ser naturalmente tolerante a muitos inseticidas químicos sintéticos, tornando seu manejo difícil (MOSCARDI et al., 2012). A eficiência das aplicações vai depender do inseticida escolhido, do momento de aplicação e principalmente da qualidade dessa aplicação (AZEVEDO; CASTELANI, 2013).

A espécie *C. includens* possui o hábito de ficar na porção inferior do dossel das plantas, tornando-a mais protegida dos inseticidas, dificultando o seu controle, principalmente durante a fase reprodutiva da soja, quando as folhas do topo oferecem uma barreira às gotas de pulverização (HERZOG, 1980; DEGRANDE; VIVAN, 2009). Neste cenário, é essencial buscar tecnologias que auxiliem o uso

racional de inseticidas, resultando em menos efeitos adversos ao meio ambiente (SILVA; BATISTA; BRITO, 2009).

Para realizar um manejo adequado da cultura da soja, é de extrema importância adotar estratégias de controle de pragas dentro do contexto de Manejo Integrado de Pragas (MIP), tendo em vista às novas tecnologias disponíveis para esse cultivo (PANIZZI, 2013). O MIP é definido como o “Sistema de decisão para uso de táticas de controle, isoladamente ou associadas harmoniosamente, numa estratégia de manejo baseada em análises de custo/benefício que levam em conta o interesse e/ou impacto nos produtores, sociedade e ambiente” (KOGAN, 1998). O MIP considera a utilização conjunta de diferentes métodos, sendo esta uma forma de controle mais segura e eficiente (PARRA, 2014).

O manejo correto na aplicação de inseticidas químicos, deve ser baseado na implantação de um programa de MIP para a cultura em questão, neste caso a soja, visando além do controle da praga-alvo, evitar a seleção de resistência, contribuindo também para a manutenção de inimigos naturais da espécie na área (CARVALHO; FERREIRA; BUENO, 2012).

O conhecimento da fenologia da cultura na região, das condições climáticas e dos níveis populacionais da praga que a cultura pode tolerar, são informações imprescindíveis para o sucesso do MIP. Portanto, para que o MIP seja implantado corretamente, também são necessárias informações básicas sobre a biologia, a fisiologia e a ecologia das pragas e inimigos naturais (CZEPAK; ALBERNAZ, 2014; BORTOLOTTI, 2015).

Frente a este cenário, atualizar e/ou adequar novos conceitos e estratégias dentro do MIP-Soja podem garantir um controle efetivo e organizado de pragas na cultura, minimizando o impacto ambiental causado pelos produtos químicos

aplicados nas lavouras, proporcionando maior eficiência do controle biológico natural no agroecossistema e por consequência, reduzindo o custo de produção na cultura (CONTE et al., 2015).

A aposta no sucesso do MIP-Soja está atrelado a densa quantidade de informações e táticas de controle disponíveis para o manejo de pragas na cultura. A correta execução de um manejo organizado e efetivo na cultura proporciona benefícios econômicos, ecológicos e sociais na região onde ocorrer à execução do programa (ÁVILA; SANTOS, 2018). Nesse contexto, o uso do controle biológico é uma alternativa para reduzir os impactos negativos dos produtos fitossanitários ao ambiente, que vem se desenvolvendo cada vez mais no Brasil, tornando-se uma importante ferramenta do MIP (BUENO et al., 2012; PARRA, 2014; BORTOLOTTI et al., 2015).

Quando cita-se o uso de controle biológico, a utilização de produtos considerados seletivos é de extrema importância quando se visa realizar um manejo racional dos organismos-praga, minimizando os danos à cultura, de forma econômica e sustentável (MOURA; ROCHA, 2006). O uso de produtos seletivos, também possibilita a manutenção e o reaparecimento dos inimigos naturais nos agroecossistemas, os quais são essenciais na manutenção do equilíbrio ecológico (AVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013), como é o caso de dois dos inseticidas químicos usados neste estudo, indoxacarbe e clorantraniliprole ambos seletivos.

No presente estudo optou-se também pela utilização de um produto de origem biológica, sendo utilizado conforme os preceitos do MIP. O produto Acera[®] é indicado para o controle da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e para a lagarta-falsa-medideira (*C. includens*) via aplicação foliar. Seu uso é indicado e comprovado para as culturas do milho e soja,

podendo ser utilizado em qualquer cultura com ocorrência dos alvos biológicos. Os bioinseticidas à base de *Bt* são bastante utilizados no controle *C. includens*, sendo, portanto, outra alternativa aos inseticidas químicos (CZEPAK; ALBERNAZ, 2015), ou mesmo, podendo ser utilizados em associação com estes.

A associação de inseticidas químicos e bioinseticidas deve ser bem avaliada, levando em consideração alguns fatores como, o inseto com status de praga, o princípio ativo, a eficiência e o preço dos produtos utilizados. Tal associação deve ser compatível, sinérgica, sustentável e que apresente um bom custo-benefício, para que se sobressaia em relação aos manejos já utilizados para o manejo da praga. Por este motivo, há a necessidade de mais ensaios de eficiência em laboratório.

É inegável a importância que os agrotóxicos assumem na produção de alimentos e com isso, surge também a necessidade do desenvolvimento de novas moléculas com o intuito de integrar novos produtos que possam ser usados em rotação, estratégia que visa prevenir o desenvolvimento de resistência a estes. Inclusa nessa busca, também está a necessidade de produtos com níveis toxicológicos eficazes que se adequem as constantes mudanças no cenário agrícola (SPARKS; LORSBACH, 2017).

O controle de insetos-praga com atrativos é uma alternativa vantajosa, que visa o controle durante a fase adulta do inseto, período em que ele apresenta maior mobilidade, o que resulta uma diminuição da oviposição (WITZGALL; KIRSCH; CORK, 2010), promovendo a quebra do ciclo de vida da praga. O produto Acttra® noctuídeo é um atrativo alimentar para mariposas que consiste em uma emulsão branca de origem vegetal (atrativos e estimulantes: 26% p/p; inertes: 74% p/p), que possui na sua composição, açúcares, proteínas, óleos-resinas, conservantes, que ao ser misturado a um inseticida causa o efeito atraí-e-mata em noctuídeos.

O manejo comportamental de diversos insetos-praga através de estimulantes alimentares e semioquímicos tem sido bastante investigado, pois tais substâncias químicas na maioria das vezes são compostos secundários de plantas, que produzem estímulo as células quimiorreceptoras localizadas nas sensilas gustativas dos tarsos, antenas e partes do aparelho bucal dos insetos, que induzem ações como a alimentação e a oviposição (NATION, 2002). Apesar da importância desse tipo de tática de controle, as informações contidas na literatura sobre a utilização de iscas tóxicas no controle de lepidópteros ainda são restritas ou mesmo insuficientes para algumas espécies.

A soja é o principal alimento de sobrevivência e multiplicação a campo de *C. includens* (SPECHT et al., 2015), porém a lagarta-falsa-medideira possui hábito polífago, o que auxilia a praga a se manter a campo em períodos considerados de entressafra (BALDIN et al., 2014), até o momento em que seja encontrado um alimento mais propício biologicamente (MOSCARDI et al., 2012). Existe uma ampla gama de hospedeiros alternativos, que podem vir a desempenhar um papel importante na sobrevivência e persistência das espécies polípagas no campo, como a lagarta-falsa-medideira (SPECHT et al., 2015; MOONGA; DAVIS, 2016). Dessa forma, conhecer a biologia e ecologia do inseto-praga em diferentes hospedeiros alternativos, auxilia na busca por melhores estratégias de manejo desse inseto (KOGAN, 1998), principalmente em áreas com histórico de ocorrência.

Tendo em vista, que a composição e a formação das paisagens agrícolas podem afetar positivamente ou negativamente, a dinâmica populacional da espécie (SANTOS et al., 2017), é necessário verificar de que forma espécies nativas e/ou adaptadas à região Sul do Brasil, utilizadas na entressafra, com o é o caso das

espécies forrageiras leguminosas de clima temperado, atuam sobre os parâmetros biológicos de *C. includens*.

Atualmente as informações acerca dessas espécies na literatura, são poucas ou insuficientes. Sendo assim, as espécies de alfafa (*Medicago sativa* L.), ervilhaca (*Vicia sativa* L.), cornichão (*Lotus corniculatus* L.), trevo branco (*Trifolium repens* L.), trevo persa (*Trifolium resupinatum* L.) e trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) foram investigadas neste estudo como possíveis hospedeiros alternativos para a lagarta-falsa-medideira.

Sendo assim, o MIP, deve ser visto como a principal ferramenta e não uma possibilidade (PAPA, 2010). A redução de populações de insetos-praga, a preservação das populações de inimigos naturais, o incremento da diversidade no agroecossistema, a preservação e a redução da sustentabilidade das plantas às pragas são as principais estratégias do MIP-Soja (CATCHOT, 2006).

As hipóteses investigadas neste estudo, que culminam na presente Tese, tiveram como principal objetivo reunir o maior número de alternativas eficientes para o controle de *C. includens*, visando o status atual da praga e prevendo um panorama futuro, evidenciando manejos que podem perdurar ao longo do tempo no controle desta espécie na cultura da soja.

2. Artigo 1

Associação de inseticidas neurotóxicos, bioinseticida e atrativos alimentares no controle de *Chrysodeixis includens* (Lep.: Noctuidae) na cultura da soja

Association of neurotoxic insecticides, bioinsecticides and food attractants in the control of *Chrysodeixis includens* (Lep.: Noctuidae) in soybean

Jéssica Avila de Abreu

Matheus Rakes

Fabrcio Oliveira Fernandes

Rafael Antonio Pasini

Daniel Bernardi

Anderson Dionei Grützmacher

Artigo redigido nas normas da revista "Journal of Economic Entomology" (versão em Português)

1 Jéssica Avila de Abreu
2 Federal University of Pelotas
3 Department of Plant Protection
4 Eliseu Maciel Avenue, Zip Code 96010-900
5 Pelotas, Rio Grande do Sul, RS, Brazil
6 Phone: +55 55 99170-8873
7 E-mail: jessica.abreu.91@gmail.com

8

9 **Associação de inseticidas neurotóxicos, bioinseticida e atrativos alimentares no controle**
10 **de *Chrysodeixis includens* (Lep.: Noctuidae) na cultura da soja**

11

12 Jéssica Avila de Abreu^{1*}, Matheus Rakes¹, Fabrício Oliveira Fernandes², Rafael Antonio
13 Pasini³, Daniel Bernardi¹, Anderson Dionei Grützmacher¹.

14

15 ¹Federal University of Pelotas, Faculty of Agronomy “Eliseu Maciel”, Department of Plant
16 Protection. Eliseu Maciel Avenue, Zip Code 96010-900, Pelotas, RS, Brazil.

17 ²Paulista State University “Júlio de Mesquita Filho”, Department of Plant.

18 Protection. Access Route Professor Paulo Donato Castellane Castellane, s/n – Vila Industrial,
19 Zip Code 14884-900, Jaboticabal, SP, Brazil.

20 ³Center of Higher Education of Rio Grande do Sul (CESURG). Leonel de Moura Brizola
21 Highway, BR-386, Km 138, s/n – Beira Campo, Zip Code 99560-000, Sarandi, RS, Brazil.

22

23

24

25

26 **Resumo**

27 Objetivou-se avaliar a eficiência de inseticidas químicos associados a um bioinseticida
28 no controle de lagartas, e em adultos a eficiência de iscas tóxicas através da associação de
29 inseticidas neurotóxicos e de atrativos alimentares, via bioensaios de ingestão, no controle de
30 *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura da soja. No
31 primeiro bioensaio, avaliou-se a toxicidade, via ingestão, dos inseticidas indoxacarbe,
32 clorantraniliprole e deltametrina, associados ou não a um bioinseticida à base de *Bacillus*
33 *thuringiensis* (*Bt*) (Acera[®]), no controle de lagartas. Dentre os três inseticidas avaliados, o
34 indoxacarbe apresentou maior mortalidade acumulada de lagartas de terceiro instar de *C.*
35 *includens*, tanto no tratamento 100% da concentração máxima recomendada em campo para a
36 cultura (MFRC), quanto no tratamento 50% MFRC associado a 5% MFRC do bioinseticida *Bt*
37 (90 e 96%, respectivamente) 24 horas após a exposição (HAE). No segundo bioensaio, foi
38 avaliado o efeito de iscas tóxicas no controle populacional de adultos de *C. includens*,
39 utilizando inseticidas neurotóxicos (indoxacarbe, clorantraniliprole e deltametrina) associados
40 aos atrativos alimentares Acttra[®] Noctuídeo e Avalon[®], em condições de laboratório. Os
41 inseticidas indoxacarbe e deltametrina, na porcentagem de adição de 5% MFRC, associados
42 ao atrativo alimentar Acttra[®] Noctuídeo atingiram a mortalidade total (100%) de adultos
43 observados em 48 HAE, representando assim, iscas tóxicas promissoras para o manejo de *C.*
44 *includens* na cultura da soja. Com o intuito de mitigar o uso de inseticidas químicos na
45 agricultura e oferecer ao agricultor, novas e eficientes alternativas para o controle de *C.*
46 *includens* as estratégias de manejo propostas visam a melhor utilização das ferramentas
47 presentes no MIP, sendo empregadas desde os imaturos da espécie até os insetos adultos.

48 **Palavras-chave:** *Glycine max*, lagarta-falsa-medideira, controle químico, controle biológico,
49 isca tóxica, Manejo Integrado de Pragas

50

51 **Introdução**

52 A soja (*Glycine max* L.) (Fabaceae: Phaseoleae) é um dos cultivos agrícolas que
53 obteve maior expansão ao longo dos anos. Atualmente, a área cultivada é superior a 120
54 milhões de hectares no Brasil. Nos últimos 50 anos, observou-se um crescimento na sua
55 produção de 30 milhões, para mais de 330 milhões de toneladas.ano⁻¹ em nosso país
56 (FAOSTAT 2021). Dessa forma, a soja tornou-se um dos principais produtos agrícolas, sendo
57 os Estados Unidos da América, Brasil, Argentina e China, os principais países que dominam o
58 mercado internacional desta *comodity* (CONAB 2021).

59 Apesar de ser a principal cultura de expressão econômica do Brasil, um dos principais
60 fatores limitantes ao potencial produtivo da cultura da soja é a ocorrência de artrópodes-praga
61 (Tomquelski et al. 2015, Wille et al. 2017). A lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens*
62 Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae), considerada a principal desfolhadora da cultura da
63 soja (Zulin et al. 2018), causa grandes prejuízos do norte dos EUA até o sul da América do
64 Sul (Eichlin & Cunningham 1978, Alford & Hammond Junior 1982, Perini et al. 2020).

65 A *C. includens* prefere folhas bem desenvolvidas e ao se alimentar somente do limbo
66 foliar ocasiona orifícios que adquirem um aspecto rendilhado, dano característico causado
67 pela espécie. A redução de área foliar causada pela lagarta pode chegar em média a 64 a 200
68 cm². Em alguns casos, durante o período reprodutivo, pode ocasionar o desfolhamento total
69 da planta, refletindo em um grave dano econômico, impactando severamente na produtividade
70 da soja (Bueno et al. 2011, Santos et al. 2017, Botelho et al. 2019).

71 O controle de *C. includens* é realizado principalmente através do uso de inseticidas
72 químicos sintéticos (Martins & Tomquelski 2015, Ramos et al. 2017, Perini et al. 2019) e/ou
73 através do uso da soja geneticamente modificada que expressa a proteína inseticida Cry1Ac
74 da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) Berliner 1915 (Sorgatto et al. 2015, Marques et al.
75 2016, Horikoshi et al. 2021). Além disso, bioinseticidas à base de *Bt* também merecem

76 destaque, pois são utilizados em conjunto e apresentam compatibilidade com o controle
77 químico. Estudos revelam que bioinseticidas à base de *Bt* apresentam eficiência em mais de
78 170 espécies de lepidópteros-praga (Beegle & Yamamoto 1992, Glare O'Callaghan 2000,
79 Lacey et al. 2015).

80 A tecnologia de aplicação de inseticidas apresenta desafios no controle de *C.*
81 *inclusens*, devido ao seu comportamento de permanecer escondida entre as folhas, na porção
82 inferior da planta. Logo, os inseticidas químicos não conseguem atingir a praga-alvo na
83 planta, essa menor exposição ao princípio ativo contribui para o aumento da sobrevivência
84 desses indivíduos (Zulin et al. 2018, Funichello et al. 2019).

85 Nesse contexto, *C. inclusens* se destaca por apresentar uma maior tolerância aos
86 inseticidas, atribuída a sua capacidade de detoxificar e excretar esses compostos, antes que
87 ocorra a ativação do composto *in vivo* (Martin Junior & Brown 1984). Aliado a isso, devido à
88 elevada pressão de seleção, uma redução na suscetibilidade de populações de *C. inclusens* a
89 inseticidas foi reportada em diversas regiões do Brasil que cultivam soja (Perini et al. 2019).
90 Entretanto, existem falhas eminentes nos atuais métodos de controle quando mal empregados,
91 como à resistência de insetos a inseticidas e as proteínas *Bt* (Stacke et al. 2019, Bacalhau et
92 al. 2020).

93 Outro método de controle que pode ser utilizado e não contribui para o surgimento de
94 populações resistentes é o uso de atrativos alimentares para adultos (Goulart et al. 2015). O
95 intuito é atrair os adultos, as mariposas de *C. inclusens* nesse caso, para uma fonte alimentar
96 contendo inseticida em sua composição. Pode ser utilizado também como uma estratégia
97 auxiliar no monitoramento da população da espécie no agroecossistema. O atrativo alimentar
98 eleva a possibilidade do contato entre o inseto-alvo e o inseticida, o que aumenta as chances
99 de controle e por consequência pode vir a reduzir a densidade populacional da geração
100 seguinte (Engel et al. 2019, Justiniano & Fernandes 2020).

101 A implantação desse método é compatível com outros no Manejo Integrado de Pragas
102 na Soja (MIP-Soja), além de contribuir com a redução nos custos de produção em função da
103 mitigação das quantidades de inseticidas aplicados, reduzindo impactos ambientais causados
104 pelo uso não racional desses (Bueno et al. 2013).

105 Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade do Acera[®], um
106 bioinseticida a base de *Bt* com inseticidas neurotóxicos em lagartas e a performance de
107 atrativos alimentares via contaminação por ingestão, no controle de adultos de *C. includens*,
108 na cultura da soja, em condições de laboratório.

109 **Material e métodos**

110 *Criação e multiplicação de Chrysodeixis includens em laboratório*

111 Para a realização dos experimentos foi mantida uma criação de *C. includens* em sala
112 climatizada no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LABMIP-UFPel), com
113 temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase 14 horas, conforme
114 proposto por Panizzi & Parra (2009).

115 A criação foi iniciada com a coleta de 700 lagartas de *C. includens* em condições de
116 campo, na cultura da soja (latitude $31^\circ38'22''\text{S}$; longitude $52^\circ10'36''\text{W}$), no ano de 2020 em
117 Pelotas/RS. Em laboratório, as lagartas foram mantidas em dieta artificial até a fase de pupa
118 seguindo a metodologia proposta por Greene et al. (1976). Posteriormente, as pupas foram
119 acondicionadas em placas de Petri (12 cm de diâmetro \times 1,5 cm de altura) forradas com papel
120 filtro umedecido com água destilada para emergência dos adultos. Após a emergência, os
121 adultos foram colocados em gaiolas cilíndricas de PVC (25,0 cm altura \times 20,0 cm de
122 diâmetro) (1 a 2 gaiolas/população), revestidas internamente com papel sulfite amarelo e na
123 parte superior com tecido fino voile.

124 O alimento dos adultos foi constituído de uma solução aquosa de mel a 10% fornecido
125 via capilaridade por algodão hidrófilo. A cada dois dias os ovos foram coletados e

126 acondicionados em recipientes plásticos (500 mL) contendo papel filtro umedecido com água
127 destilada e incubados em câmara climatizada (temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm$
128 10% e fotofase 14 horas). Após a eclosão, as lagartas foram transferidas para dieta artificial
129 (Greene et al. 1976) em câmara de fluxo laminar para evitar a contaminação da dieta, sendo
130 uma fração das lagartas usadas na manutenção da criação e o restante para realização dos
131 bioensaios.

132 *Inseticidas*

133 Foram utilizadas três formulações comerciais de inseticidas neurotóxicos com
134 diferentes modos de ação sobre insetos, amplamente utilizados na cultura da soja (Tabela 1).
135 Para todos os inseticidas, foram utilizadas as concentrações máximas recomendadas em
136 campo para a cultura (MFRC) da soja, diluídos em água, de acordo com a recomendação do
137 fabricante e ajustadas para corresponder a um volume de calda de 250 L. ha^{-1} .

138 *Bioensaios*

139 Foram conduzidos dois tipos de bioensaios para avaliação dos efeitos da associação de
140 inseticidas, bioinseticida e atrativos alimentares no controle de *C. includens*. Para a realização
141 do primeiro bioensaio de toxicidade de inseticidas associado ao bioinseticida, via ingestão
142 utilizando dieta artificial, foram utilizados três inseticidas químicos separadamente e em
143 associação a um bioinseticida à base de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) Acera[®] (Tabela 1), sendo o
144 bioensaio realizado em laboratório, sob condições controladas.

145 Os inseticidas neurotóxicos utilizados neste bioensaio correspondem aos seguintes
146 ingredientes ativos: indoxacarbe, clorantraniliprole e deltametrina, nas concentrações de 100 e
147 50% das concentrações máximas recomendadas em campo para a cultura (MFRC) da soja,
148 sendo associados ou não, a 5% MFRC do produto biológico formulado Acera[®] à base de *B.*
149 *thuringiensis* (Tabela 1), e como testemunha, utilizou-se água destilada. No bioensaio a dose

150 do produto comercial diluído em água foi de, 5 ml de Acera[®]/ 1 L de água (correspondente a
151 5% MFRC).

152 O segundo bioensaio foi realizado utilizando os atrativos alimentares, Acttra[®]
153 Noctuídeo (atrativo 1) e a nova formulação Avalon[®] (atrativo 2), em combinação com o
154 princípio ativo de três inseticidas neurotóxicos (indoxacarbe, clorantraniliprole e
155 deltametrina), descritos na Tabela 1. Os inseticidas foram diluídos em água de acordo com a
156 recomendação do fabricante. Os atrativos alimentares foram misturados com cada um dos três
157 inseticidas, separadamente, correspondendo aos tratamentos: atrativo 1 associado a 2% e a 5%
158 (MFRC) de cada um dos três inseticidas. Da mesma forma, foi realizado o bioensaio com o
159 atrativo 2, sendo adicionado a ele, 2% e 5% (MFRC) de cada um dos três inseticidas, nos seus
160 respectivos tratamentos.

161 *Toxicidade de inseticidas associados ou não ao bioinseticida (Bt) sobre lagartas de*
162 *Chrysodeixis includens em dieta artificial*

163 A confecção da dieta artificial foi realizada seguindo a metodologia proposta por
164 Greene et al. (1976). Após o preparo, a dieta foi vertida em caixas de plástico (Gerbox[®]) e
165 logo após o resfriamento e solidificação da dieta em câmara de fluxo laminar, a mesma foi
166 cortada em cubos com laterais de 1,0 cm. Posteriormente, 30 µL dos respectivos tratamentos
167 foram aplicados na superfície da dieta, com auxílio de uma pipeta de repetição. Antes de
168 utilizá-los, os cubos permaneceram em bandeja plástica, por dois minutos, para o
169 escorrimento do excesso de calda e deposição dos resíduos.

170 Como controle positivo foi utilizado um tratamento controle (testemunha) composta
171 somente com água destilada. Após esses procedimentos, os cubos de dieta foram transferidos
172 para tubos de vidro (2,5 × 8,5 cm), previamente esterilizados e tampados com algodão
173 hidrófobo (1 cubo por tubo). Posteriormente, em câmara asséptica, uma lagarta de *C.*
174 *includens* (L3) foi transferida com o auxílio de um pincel fino para o interior do tubo. Após à

175 infestação, os tubos foram acondicionadas em sala climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa
176 $70 \pm 10\%$ e fotofase 14 horas (claro:escuro).

177 A avaliação da sobrevivência larval foi realizada 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a
178 exposição (HAE). Foram consideradas mortas todas aquelas que não apresentaram
179 movimento após leve toque com um pincel. O delineamento experimental foi inteiramente
180 casualizado com 100 repetições por tratamento, sendo cada lagarta considerada uma
181 repetição. Os dados de mortalidade foram corrigidos pela fórmula proposta por Schneider-
182 Orelli (1947).

183 *Toxicidade de inseticidas em formulação de iscas tóxicas sobre adultos de*
184 *Chrysodeixis includens (fêmeas e machos) sem chance de escolha*

185 Para a realização do experimento, em laboratório, as pupas foram sexadas e
186 individualizadas em copos plásticos (50 mL) invertidos, sobre o papel filtro umedecido, onde
187 permaneceram até a emergência dos adultos. À medida que os adultos emergiram (idade entre
188 24 a 72 horas), foram separados em copos plásticos transparentes (500 mL) (gaiolas), os quais
189 foram colocados invertidos sobre um prato plástico (15 cm de diâmetro) (um casal por copo).
190 Os adultos de *C. includens* foram privados de alimentação (24 horas) antes do bioensaio.

191 Após a formação dos casais no interior das gaiolas, cada respectivo tratamento foi
192 fornecido por um período de 120 horas. Os tratamentos foram fornecidos via algodão
193 hidrófilo embebido com 10 mL de cada um dos respectivos tratamentos e acondicionado no
194 interior de um copo plástico (50 mL), seguindo a metodologia proposta por Justiniano &
195 Fernandes (2020). Como controle positivo, foram oferecidos atrativos alimentares: Acttra[®]
196 Noctuídeo ou Avalon[®] (Tabela 1) isoladamente sem a presença de inseticida.

197 A testemunha foi composta somente pela solução aquosa de mel a 10%. A mortalidade
198 dos insetos foi avaliada 6, 24, 48, 72, 96 e 120 HAE. Foram considerados mortos todo aquele
199 indivíduo que ao ser tocado com um pincel não apresentava qualquer movimento. As

200 avaliações visuais foram realizadas adaptando a metodologia descrita por França et al. (2009),
201 contabilizando apenas a mortalidade de adultos totais (machos + fêmeas), devido à
202 dificuldade de identificar o indivíduo na fase adulta pela ausência de dimorfismo sexual nesta
203 espécie.

204 *Toxicidade de inseticidas em formulação de iscas tóxicas sobre adultos de*
205 *Chrysodeixis includens (fêmeas e machos) com chance de escolha*

206 Foram realizadas dez repetições, utilizando-se insetos adultos emergidos de 24 a 72
207 horas de vida sem acesso a alimentação, sendo cada inseto adulto considerado uma repetição.
208 Os tratamentos foram Acttra[®] Noctuídeo associado a: 2% e 5% MFRC (concentração máxima
209 recomendada em campo para a cultura), para o controle de *C. includens*, os ingredientes
210 ativos, indoxacarbe, clorantraniliprole e deltametrina, nos seus respectivos tratamentos.

211 Após a liberação dentro das gaiolas, as avaliações foram realizadas 6, 24, 48, 72, 96 e
212 120 HAE. Cada repetição foi composta por uma gaiola (Lab Creation, 60 cm × 60 cm),
213 contendo um copo plástico de 50 mL com um chumaço de algodão de 5 cm³ contendo 10 ml
214 do atrativo alimentar 1 (Acttra[®] Noctuídeo) associado a um inseticida, conforme o tratamento
215 pré estabelecido (adaptado de Justiniano & Fernandes, 2020). Da mesma forma, os adultos
216 foram alimentados com 10 mL de solução aquosa de mel (10%), sem adição de quaisquer
217 inseticidas. A testemunha foi composta pelo tratamento contendo apenas solução aquosa de
218 mel (10%) como fonte alimentar. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado.

219 *Análise dos dados*

220 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos
221 tratamentos foram comparadas pelo teste *Tukey*, adotando-se $P \leq 0,05$ como significativo. Os
222 dados obtidos nos experimentos realizados, quando não atenderam aos critérios de
223 normalidade, foram transformados em $\sqrt{x} + 0,5$ para contemplar às premissas da ANOVA.

224 Em seguida, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de
225 *Tukey*, adotando-se $P \leq 0,05$ como significativo.

226 Os dados de mortalidade (%) dos tratamentos foram utilizados para calcular a
227 mortalidade corrigida em relação ao controle pela fórmula de Schneider-Orelli (1947):
228 $Ma=100x(Mt-Mc)/(100-Mc)$, onde Ma = mortalidade corrigida, Mt = mortalidade no
229 tratamento inseticida, Mc = mortalidade no controle.

230 **Resultados**

231 *Toxicidade sobre lagartas*

232 Quando os inseticidas indoxacarbe, clorantraniliprole e deltametrina foram testados
233 na dosagem de 100% MFRC (concentração máxima recomendada em campo para a cultura),
234 somente o indoxacarbe atingiu alta mortalidade de lagartas de 3º instar (90%) 24 HAE,
235 atingindo a mortalidade máxima acumulada após 96 HAE (Tabela 2).

236 O inseticida deltametrina 100% MFRC promoveu mortalidade máxima acumulada
237 somente 120 HAE, e nesse mesmo período, enquanto o inseticida clorantraniliprole gerou um
238 total de 54% de mortalidade, uma eficiência de controle inferior aos demais (Tabela 2).

239 Os tratamentos correspondentes ao uso de 50% MFRC dos inseticidas
240 clorantraniliprole e deltametrina, apresentaram a menor mortalidade acumulada de lagartas
241 nesse bioensaio, 45 e 61% respectivamente. O inseticida indoxacarbe 50% MFRC foi o único
242 capaz de atingir 100% de mortalidade acumulada no final do bioensaio (120 HAE) (Tabela 2).

243 Quando somente o bioinseticida *Acera*® 100% MFRC foi utilizado, observou-se
244 somente 28% de mortalidade acumulada (120 HAE), a menor entre todos os tratamentos.

245 Ao analisar a associação de inseticidas com o bioinseticida *Bt Acera*®, observamos que
246 o inseticida indoxacarbe 50% MFRC associado a 5% MFRC do bioinseticida gerou
247 mortalidade $\geq 90\%$ de lagartas de 3º instar de *C. includens* 24 HAE (Tabela 2).

248 Após as 120 HAE, o tratamento contendo o inseticida clorantraniliprole 50% MFRC
249 associado a 5% MFRC do bioinseticida apresentou 86% de mortalidade acumulada. No
250 mesmo período (120 HAE), deltametrina 50% MFRC associado a 5% bioinseticida atingiu
251 83% de mortalidade acumulada (Tabela 2).

252 Nas 48 HAE apenas os tratamentos contendo o inseticida 100% MFRC atingem mais
253 que 90% de mortalidade acumulada de lagartas de 3^o instar de *C. includens*.

254 Ao completar 96 HAE, todos os tratamentos apresentam diferença significativa em
255 relação ao tratamento controle. No mesmo período, os tratamentos que utilizaram a
256 associação dos inseticidas químicos com o bioinseticida causaram uma mortalidade
257 acumulada $\geq 57\%$ (Tabela 2).

258 *Toxicidade sobre adultos sem chance de escolha*

259 Os tratamentos contendo os inseticidas indoxacarbe e deltametrina, na porcentagem 2
260 e 5% MFRC de adição ao atrativo Acttra[®] Noctuídeo, foram os que apresentaram a maior
261 mortalidade de adultos, atingindo valores $\geq 90\%$ de mortalidade acumulada em 48 HAE
262 (Tabela 3).

263 Observou-se que ao utilizar a porcentagem de adição de 5% MFRC do inseticida
264 deltametrina, 10% de mortalidade de insetos no período de 6 HAE. O inseticida
265 clorantraniliprole na porcentagem de adição de 2% MFRC atingiu 90% de mortalidade apenas
266 120 HAE, e na porcentagem de 5% MFRC de adição ao atrativo Acttra[®] Noctuídeo, a
267 mortalidade máxima (100%) dos adultos foi atingida 96 HAE (Tabela 3). Em todos os
268 tratamentos, com exceção do inseticida indoxacarbe, ocorreu um aumento da mortalidade
269 conforme o aumento da porcentagem de adição do inseticida.

270 Ao testar o atrativo Avalon[®] sem chance de escolha, apenas o tratamento contendo o
271 inseticida indoxacarbe 5% MFRC de adição atinge 100% de mortalidade acumulada 48 HAE,

272 mortalidade semelhante de 90% foi obtida apenas no tratamento contendo o inseticida
273 deltametrina na porcentagem de 5% MFRC de adição (Tabela 3).

274 Ao comparar os atrativos Acttra[®] Noctuídeo e Avalon[®], os tratamentos contendo os
275 inseticidas indoxacarbe e deltametrina apresentaram mortalidade total de insetos expostos a
276 ambas porcentagens de adição, sendo o inseticida clorantraniliprole o único destes que não
277 atingiu mortalidade total dos insetos (Tabela 3).

278 *Toxicidade sobre adultos com chance de escolha*

279 No bioensaio com chance de escolha, os tratamentos só atingiram uma porcentagem
280 significativa de mortalidade (>80%), em alguns tratamentos: indoxacarbe 2% MFRC de
281 adição, 90% de mortalidade; indoxacarbe 5% MFRC de adição, 100% de mortalidade e
282 deltametrina 5% MFRC de adição, 90% de mortalidade (Tabela 4).

283 Os resultados foram próximos aos obtidos no teste sem chance de escolha, o que
284 mostra que no bioensaio sem chance de escolha os adultos conseguiram sim se alimentar do
285 atrativo, sendo a sua morte relacionada ao tratamento e não a ausência de alimentação destes.
286 O diferencial deste teste foi o aumento da área de voo e possibilidade de outra fonte alimentar
287 (Tabela 4).

288 **Discussão**

289 Dentre os três inseticidas testados para o controle de lagartas de 3^o instar de *C.*
290 *inclusens*, o indoxacarbe apresentou os melhores resultados, em dois dias a mortalidade havia
291 sido maior que 90%, atingindo 100% em quatro dias, pois ele é neurotóxico e sua ação
292 primária ocorre via sistema nervoso dos insetos, sendo ativo por contato e ingestão (Wing et
293 al. 2000, Dong 2007). Resultados semelhantes já haviam sido relatados com relação à
294 suscetibilidade de *C. inclusens* a esse inseticida, quando testado em populações de laboratório
295 e também coletadas à campo (Stacke et al. 2019).

296 O indoxacarbe é um pró-inseticida que necessita de bioativação por esterase ou
297 amidase, que resulta na formação do metabólito inseticida N-carbocaretoxilado, capaz de se
298 ligar e bloquear os canais de sódio, dependente de voltagem das membranas neuronais (Wing
299 et al. 2000, Dong 2007). É considerado um inseticida seguro para insetos não-alvos e
300 benéficos (Dinter & Wiles, 2000), o que o torna uma excelente opção para ser utilizado no
301 controle de *C. includens* dentro do MIP-Soja.

302 O inseticida clorantraniliprole na dosagem de 100% MFRC cinco dias, atingiu uma
303 mortalidade acumulada de somente 54%, não atingindo uma boa eficiência de controle, que
304 seria correspondente a um valor de mortalidade $\geq 80\%$. O clorantraniliprole (diamida
305 antranílica), ativa os receptores da rianodina (RyRs) via regulagem da liberação de cálcio no
306 retículo sarcoplasmático de células musculares, principalmente de reservas internas do
307 músculo liso e estriado danificado, causando a paralisia e morte do inseto. Não há necessidade
308 de uma proteína acessória, pois sua ação é diretamente sobre o receptor (Cordova et al. 2006,
309 Satelle et al. 2008, Whalon et al. 2008). Embora a eficiência do clorantraniliprole no controle
310 de lagartas de 3º instar de *C. includens* não tenha se destacado no presente estudo, ele
311 apresenta boa atividade inseticida e segurança ambiental (Lahm et al. 2009).

312 Uma boa eficiência do clorantraniliprole foi evidenciada em outros trabalhos, nos
313 quais a mortalidade acumulada no terceiro dia de avaliação chegou a 100% quando lagartas
314 de 2º e 4º instar foram expostas ao tratamento correspondente a 24 horas após aplicação deste
315 em plantas de soja. Porém, a mortalidade acumulada no terceiro dia apresentou uma queda
316 para 0 e 10% (2º e 4º instar, respectivamente) após 72 horas de aplicação (Kuss et al. 2016).
317 Mais estudos são necessários a fim de identificar as dosagens mais compatíveis com o instar
318 de lagartas de *C. includens*, para tornar seu controle mais eficiente.

319 Os tratamentos contendo deltametrina apresentaram uma alta mortalidade, embora a
320 mortalidade máxima acumulada tenha sido atingida somente aos cinco dias após a infestação,

321 no tratamento correspondente a 100% MFRC do inseticida, e 83% da mortalidade acumulada
322 nesse mesmo período no tratamento contendo 50% MFRC do inseticida associado a 5%
323 MFRC do bioinseticida.

324 Esse resultado, apesar de satisfatório demonstra um efeito mais lento quando
325 comparado ao indoxacarbe nos mesmos períodos neste bioensaio. Possivelmente, esse
326 resultado pode estar ligado à capacidade da lagarta-falsa-medideira de detoxificação e de
327 excretação de determinados inseticidas, relacionadas a presença de enzimas, como por
328 exemplo, as glutathiona-transferases, as monooxigenases e as hidrolases, sendo essas as
329 principais responsáveis pela baixa suscetibilidade de *C. includens* a inseticidas moduladores
330 dos canais de sódio, como os piretroides (Dowd & Sparks 1986, Rose et al. 1990, Thomas &
331 Boethel 1995). Estudos recentes detalharam os mecanismos potenciais de desintoxicação
332 metabólica subjacente à resistência de *C. includens* a piretroides (Perini et al. 2021).

333 O inseticida indoxacarbe foi o único a atingir a mortalidade máxima acumulada de
334 lagartas de 3º instar, mesmo que apenas metade da dose tenha sido utilizada devido a seu
335 modo de ação. Porém, os inseticidas clorantraniliprole e deltametrina apresentaram eficiência
336 reduzida de controle quando a dose de 50% MFRC foi utilizada sua eficiência de controle foi
337 reduzida, atingindo somente 45 e 61% de mortalidade acumulada aos cinco dias.

338 Ao utilizar somente o bioinseticida Acera[®] na dose máxima recomendada para o
339 controle de *C. includens*, este não se mostrou tão eficiente no controle de lagartas de 3º instar,
340 no total de cinco dias após o início do bioensaio de toxicidade. Apesar de este tratamento
341 diferir da testemunha (no período de quatro dias), ainda apresenta uma eficiência de controle
342 inferior aos demais tratamentos, ou seja, menor que 80% de mortalidade acumulada aos
343 quatro dias após o início do bioensaio. Esse resultado pode estar atrelado ao instar no qual as
344 lagartas foram testadas, pois seu maior desenvolvimento lhes proporcionaria maior tolerância
345 (Kranthi et al. 2005). Os bioinseticidas como o *Bt* são promissores, no entanto, seu modo de

346 ação promove uma mortalidade lenta e o controle de lagartas mais desenvolvidas ainda não é
347 totalmente satisfatório (Kuss et al. 2016).

348 Nos tratamentos onde os inseticidas indoxacarbe e deltametrina foram associados ao
349 bioinseticida Acera® (5% MFRC), observou-se que, mesmo utilizando 50% MFRC do
350 produto, é possível obter uma mortalidade de indivíduos igual ou maior do que a obtida nos
351 tratamentos com 100% MFRC dos inseticidas.

352 Apesar do inseticida indoxacarbe 100% MFRC apresentar uma alta eficiência de
353 controle, quando ocorre a associação com o bioinseticida sua eficiência que já é relevante tem
354 um incremento de 6% nas primeiras avaliações. Esse incremento de eficiência no controle nas
355 primeiras 24 horas de avaliação, fica mais evidente quando observamos o inseticida
356 clorantraniliprole associado ao bioinseticida, onde ocorre o aumento de 24% de mortalidade.
357 O resultado é ainda melhor quando são feitas as avaliações referentes ao quinto dia do
358 bioensaio, onde ocorre um incremento de mortalidade acumulada 32% em relação ao
359 tratamento contendo apenas o inseticida clorantraniliprole (100% MFRC).

360 Ao contrário do que foi observado neste trabalho para *C. includens*, ao estudar a
361 eficiência de inseticidas químicos e bioinseticidas no controle de *Helicoverpa armigera*
362 Hübner, 1805 (Lepidoptera: Noctuidae) (Kuss et al. 2016), foi observada uma baixa
363 mortalidade de lagartas, tendo como resultado uma mortalidade acumulada de 60% em três
364 dias após lagartas de 4º instar serem expostas ao tratamento, não apresentando evolução com
365 o passar do tempo.

366 No tratamento clorantraniliprole 50% MFRC associado a 5% MFRC do bioinseticida,
367 embora um número considerável de lagartas permanecessem vivas, 17% dessas lagartas no 2º
368 e 3º dia de experimento pararam de se alimentar, o que é uma informação importante, visto
369 que a interrupção da alimentação reflete no não consumo de área foliar, reduzindo os futuros
370 danos causados por esses insetos-praga através redução de área fotossintética das plantas de

371 soja, devido a sua alimentação, tendo em vista que a espécie é capaz de consumir de 64 a 200
372 cm² de área foliar durante o período larval (Bueno et al. 2011).

373 Sendo assim, podemos dizer que a associação desses controles apresenta uma
374 eficiência maior, do que, quando utilizados separadamente. Neste caso, no tratamento com
375 associação, foi possível atingir uma mortalidade máxima acumulada de 86%, que pode ser
376 considerada satisfatória. As misturas em tanque são práticas comumente realizadas no campo,
377 no entanto, as informações são escassas e é notória a falta de pesquisas e principalmente de
378 regulamentação (Gazziero 2015). Esse assunto merece mais destaque e atenção de órgãos
379 competentes, a fim de trazer mais confiabilidade para essa prática.

380 Neste cenário a associação do controle químico com bioinseticidas como o *Bt*, assim
381 como, sua associação com atrativos alimentares, sejam técnicas cada vez mais atrativas para
382 serem empregada no MIP-Soja, desde que cuidados relacionados ao manejo de resistência
383 sejam realizados para evitar problemas futuros e garantir a manutenção dessa tecnologia.

384 Com os dados obtidos neste estudo é possível observar um relevante incremento na
385 eficiência de controle de lagartas de *C. includens* de 3º ínstar quando ocorre o uso de um
386 bioinseticida (*Bt* formulado) somado ao uso de inseticidas químicos, dentre eles, alguns
387 inseticidas químicos considerados seletivos a inimigos naturais, o que torna sua utilização
388 ainda mais interessante no que diz respeito ao correto uso das ferramentas do Manejo
389 Integrado de Pragas (MIP). Visando muito além do que o controle efetivo momentâneo, mas
390 a manutenção e viabilidade dessas moléculas a longo prazo na cultura da soja.

391 O uso de atrativos alimentares aumenta o contato entre o inseto-alvo e o inseticida,
392 tornando o controle mais eficiente (Engel et al. 2019), tais resultados puderam ser observados
393 nos testes de toxicidade sobre adultos realizados neste estudo.

394 Quando os insetos adultos foram expostos ao tratamento contendo deltametrina, em
395 ambas quantidades de adição (2 e 5% MFRC de adição no atrativo) apresentaram uma maior
396 agitação inicial desde que expostos aos tratamentos nas suas respectivas gaiolas.

397 Os testes sem chance de escolha demonstraram para ambos os inseticidas utilizados
398 um resultado eficaz no controle de insetos adultos totais de *C. includens*. Outro fator
399 interessante, é que foi possível observar mortalidade de insetos nas primeiras seis horas de
400 exposição quando deltametrina foi utilizado (5% MFRC de adição no atrativo), o que é uma
401 informação relevante, pois quando mais rápida a ação do inseticida, maior a certeza do
402 controle, levando em consideração a viabilidade do atrativo à campo, pois a tendência é que o
403 produto se solidifique ao longo das horas após a aplicação, dificultando a alimentação dos
404 insetos e por consequência a exposição do inseto ao tratamento.

405 Essa eficiência de controle se deve aos piretroides que afetam o sistema nervoso
406 periférico e central do inseto, estimulando as células nervosas a produzir descargas
407 repetitivas, podendo vir a causar paralisia (Braga & Valle 2007). A deltametrina, é um
408 inseticida piretroide que contém o grupo α -ciano-fenoxibenzila, estes compostos interagem
409 com os receptores do Ácido Gama Amino Butírico (GABA), principal neurotransmissor
410 inibitório do sistema nervoso central, nos filamentos nervosos, bloqueando os canais de cloro
411 e sua ativação, o que pode ser responsável pela hiperexcitabilidade (Montanha & Pimpão
412 2012).

413 Somente o atrativo 1 (Acttra[®] Noctuídeo) foi testado com chance de escolha, devido
414 este ter apresentado maior atratividade dos insetos, observado pela mortalidade inicial, assim
415 como, pela sua composição que se mostrou menos densa, portanto, mais viscosa e com um
416 tempo de secagem aparentemente maior que o atrativo 2 (Avalon[®]).

417 Durante o bioensaio de toxicidade sobre adultos sem chance de escolha, foi possível
418 observar a ocorrência de mortalidade de insetos adultos, em função da sua não alimentação,

419 quando os mesmos foram expostos a somente o atrativo alimentar Avalon[®]. Isto pode ter
420 ocorrido devido à viscosidade mais densa do atrativo alimentar Avalon[®] e da sua rápida
421 solidificação nas primeiras 24 horas após o contato com o ar, dificultando a sucção do mesmo
422 pelas mariposas, impedindo a alimentação.

423 A eficácia do atrativo alimentar Noctovi[®] atual Acttra[®] Noctuídeo, já havia sido
424 testada para algumas espécies de insetos-pragas em diferentes culturas no Brasil,
425 principalmente para o algodão no controle de mariposas dos gêneros *Helicoverpa*, *Heliothis*,
426 *Chrysodeixis* e *Spodoptera* (Mikami et al. 2013), na cultura da soja em programas de MIP
427 (Miranda et al. 2016). A vantagem do uso dos atrativos alimentares é que estes podem ser
428 aplicados em faixas, misturados com inseticidas comerciais registrados para a cultura da soja,
429 a cada 100 metros de distância entre si, não havendo a necessidade de aplicações em
430 cobertura total (França et al. 2009). Esse tipo de técnica tende a contribuir com a redução nos
431 custos de produção em função da mitigação de inseticidas aplicados, reduzindo os impactos
432 ambientais causados pelo uso não racional desses produtos (Bueno et al. 2013).

433 Tendo em vista que a espécie *C. includens* apresenta um período mais longo entre a
434 emergência de adultos, acasalamento e realização das posturas pelas fêmeas, o uso de atrativo
435 alimentar para o controle de insetos-praga na fase adulta é uma eficaz e importante alternativa
436 no controle da densidade populacional da espécie, devendo esta alternativa ser mais
437 empregada no MIP-Soja.

438 **Ética experimental**

439 Esse artigo não apresenta estudos com participantes humanos ou vertebrados
440 realizados por qualquer um dos autores.

441 *Conflito de interesses*

442 Os autores declaram não haver conflito de interesses. Esse artigo relata apenas
443 resultados de pesquisa. A citação de nomes comerciais ou produtos comerciais é apenas com

444 o objetivo de fornecer informações específicas e não implica recomendação ou endosso
445 pela(s) Instituição(ões) envolvida(s) nesse estudo.

446 **Referências citadas**

447 **Alford AR, Hammond Junior AM (1982)** Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) populations
448 in Louisiana soybeans ecosystems as determined with loop lure-baited traps. J Econ
449 Entomol 75:647-650

450 **Bacalhau FB, Dourado PM, Horikoshi RJ, Carvalho RA, Semeão A, Martinelli, S,**
451 **Berger GU, Head GP, Salvadori JR, Bernardi O (2020)** Performance of
452 genetically modified soybean expressing the Cry1A.105, CryAb2, and Cry1Ac
453 proteins against key lepidopteran pests in Brazil. J Econ Entomol 113:2883-2889

454 **Beegle CB, Yamamoto T (1992)** Invitation paper: History of *Bacillus thuringiensis*
455 Berliner research and development. Can Entomol 124:587-616

456 **Bernardi O, Malvestiti GS, Dourado PM, Oliveira WS, Martinelli S, Berger GU, Head**
457 **GP, Omoto C (2012)** Assessment of the high dose concept and level of control
458 provided by MON 87701× MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and
459 *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. Pest Manag Sci
460 68:1083-1091

461 **Bortolotto OC, Pomari-Fernandes A, Bueno RCOF, Bueno AF, Kruz YKS, Queiroz AP,**
462 **Sanzovo A, Ferreira RB (2015)** The use of soybean integrated pest management in
463 Brazil: a review. Agron Sci Biotechnol 1:25-32

464 **Botelho ABRZ, Silva IF, Ávila CJ (2019)** Aspectos biológicos da lagarta-falsa-medideira e
465 sua criação em laboratório com dieta artificial. Embrapa, Circular Técnica, n. 47 pp 1
466 24

467 **Braga IA, Valle, D (2007)** *Aedes aegypti*: insecticides, mechanisms of action and
468 resistance. Epidemiol Serv Saúde 16:279-293

- 469 **Bueno AF, Paula-Moraes SV, Gazzoni DL, Pomari AF (2013)** Economic thresholds in
470 soybean-integrated pest management: Old concepts, current adoption, and
471 adequacy. *Neotrop Entomol* 42:439-447
- 472 **Bueno RCOF, Bueno AF, Moscardi F, Parra JRP, Hoffmann-Campo CB (2011)**
473 Lepidoptera larvae consumption of soybean foliage: basis for developing multiple
474 species economic thresholds for pest management decisions. *Pest Manag Sci*
475 67:170-174
- 476 **Bueno RCOF, Parra JRP, Bueno AF, Moscardi F, Oliveira JRG, Camillo MF**
477 **(2007)** Sem barreiras. *Revista Cultivar* 93:12-15
- 478 **CONAB (2021)** Companhia Nacional de Abastecimento. <https://www.conab.gov.br/info>
479 [agro/safras/graos](https://www.conab.gov.br/info). Accessed 27 Nov 2021
- 480 **Cordova D, Benner EA, Sacher MD, Rauh JJ, Sopa JS, Lahm GP, Selby TP,**
481 **Stevenson TM, Flexner L, Gutteridge S, Rhoades DF, Wu L, Smith RM, Tao**
482 **Y (2006)** Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action,
483 ryanodine receptor activation. *Pestic Biochem and Phys* 84:196-214
- 484 **Dinter A, Wiles JA (2000)** Safety of the new DuPont insecticide indoxacarb to beneficial
485 arthropods: an overview. *IOBC/WPRS Bulletin* 23:149-156
- 486 **Dong K (2007)** Insect sodium channels and insecticide resistance. *Invertebr Neurosci* 7:
487 17-30
- 488 **Dowd PF, Sparks TC (1986)** Characterization of a trans-permethrin hydrolyzing
489 enzyme from the midgut of the soybean looper, *Pseudoplusia includens*. *Pestic*
490 *Biochem Phys* 25:73-81
- 491 **Eichlin TD, Cunningham HB (1978)** The Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) of
492 America North of Mexico, emphasizing genitalic and larval morphology. *Agricultural*
493 *Research Service/USDA, Washington*, pp 125 (Technical Bulletin, 1567).

- 494 **Engel E, Dalla Nora SL, Pasini MPB, Hörz DC (2019)** Attractive food in the sampling
495 and seasonality of insects in soybean-oats succession. *Rev Ciênc Agrár* 62:1-6
- 496 **FAOSTAT (2021)** Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical
497 Database. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Accessed 15 Nov 2021
- 498 **Ffrench-Constant RH, Roush RT (1990)** Resistance detection and documentation: the
499 relative roles of pesticidal and biochemical assays. In: Roush RT, Tabashnik BE (ed)
500 Pesticide resistance in arthropods. Nova York, pp 4-38
- 501 **França SM, Oliveira JV, Picanço MC, Lôbo AP, Silva EMS, Gontijo PC (2009)**
502 Seleção de atrativos alimentares e toxicidade de inseticidas para o manejo da
503 broca-pequena-do-tomateiro. *Pesqui Agropecu Bras* 44:561-568
- 504 **Funichello M, Fraga DF, Prado EP, Aguirre-Gil OJ, Busoli AC (2019)** Vertical
505 distribution of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in transgenic and
506 conventional cotton cultivars. *Rev Ciênc Agrovet* 18:150-153
- 507 **Gazziero DLP (2015)** Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do
508 Brasil. *Planta Daninha* 33:83-92
- 509 **Glare TR, O'Callaghan M (2000)** *Bacillus thuringiensis*: biology, ecology and safety. John
510 Wiley & Sons, Chichester, pp 350
- 511 **Godoy DN, Führ FM, Stacke RF, Muraro DS, Marçon P, Popham HJR, Bernardi O**
512 **(2019)** No cross-resistance between ChinNPV and chemical insecticides in
513 *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). *J Invertebr Pathol* 164:66-68
- 514 **Goulart HF, Lima MRF, Morais RKS, Bernardo VB (2015)** Feromônios: Uma
515 Alternativa Verde para o Manejo Integrado de Pragas. *Rev Virtual Quím* 7:1205-1224
- 516 **Greene GL, Lepla NC, Dickerson WA (1976)** Velvetbean caterpillar: a rearing procedure
517 and artificial médium. *J Econ Entomol* 69:488-497

- 518 **Horikoshi RJ, Bernardi O, Godoy DN, Semeão A, Wilse A, Corazza GO, Ruthes E,**
519 **Fernandes DS, Sosa-Gómez DR, Bueno AF, Omoto C, Berger GU, Corrêa AS,**
520 **Martinelli S, Dourado PM, Head G (2021)** Resistance status of lepidopteran
521 soybean pests following large-scale use of MON 87701 × MON 89788 soybean in
522 Brazil. *Sci Rep* 11:21323
- 523 **Ikeda FS (2013)** Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. *Inf*
524 *Agropecu* 34:58-65
- 525 **Jost DJ, Pitre HN (2002)** Soybean looper and cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae)
526 populations in cotton and soybean cropping systems in Mississippi. *J Entomol Sci*
527 37:227-235
- 528 **Jurat-Fuentes JL, Crickmore N (2017)** Specificity determinants for Cry insecticidal
529 proteins: Insights from their mode of action. *J Invertebr Pathol* 142:5-10
- 530 **Justiniano W, Fernandes MG (2020)** Effect of food attractants and insecticide toxicity for
531 the control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) adults. *J Agric Sci*
532 12:129-137
- 533 **Kranthi KR, Naidu S, Dhawad CS, Tatwawadi A, Mate K, Patil E, Bharose AA,**
534 **Behere GT, Wadaskar RM, Kranthi S (2005)** Temporal and intra-plant variability of
535 Cry1Ac expression in Bt-cotton and its influence on the survival of the cotton
536 bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Noctuidae: Lepidoptera). *Curr Sci*
537 89:291-298
- 538 **Kuss CC, Roggia RCRK, Basso CJ, Oliveira MCN, Pias OHC, Roggia S (2016)**
539 Control of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean with
540 chemical and biological insecticides. *Pesqui Agropecu Bras* 51:527-536

- 541 **Lacey LA, Grzywacz D, Shapiro-Ilan DI, Frutos R, Brownbridge M, Goettel MS**
542 **(2015)** Insect pathogens as biological control agents: back to the future. *J Invertebr*
543 *Pathol* 132:1-41
- 544 **Landolt PJ (1995)** Attraction of *Mocis latipes* (Lepidoptera: Noctuidae) to sweet baits in
545 traps. *Fla Entomol* 78:523-530
- 546 **Lahm GP, Cordova D, Barry JD (2009)** New and selective ryanodine receptor activators for
547 insect control. *Bioorg Med Chem Lett* 17:4127-4133
- 548 **Lingren PD, Greene GL, Davis DR, Baumhover AH, Henneberry TJ (1977)** Nocturnal
549 behavior of four lepidopteran pests that attack tobacco and other crops. *Ann Entomol*
550 *Soc Am* 70:161-167
- 551 **Lourenção AL, Reco PC, Braga NR, Valle GE, Pinheiro JB (2010)** Produtividade de
552 genótipos de soja sob infestação da lagarta-da-soja e de percevejos. *Neotrop*
553 *Entomol* 39:275-281
- 554 **Marques LH, Castro BA, Rossetto J, Silva OABN, Moscardini VF, Zobiolo LHS, Santos**
555 **AC, Valverde-Garcia P, Babcock JM, Rule DM, Fernandes AO (2016)** Efficacy of
556 soybean's event DAS-81419-2 expressing Cry1F and Cry1Ac to manage key
557 tropical lepidopteran pests under field conditions in Brazil. *J Econ Entomol* 109:1922
558 1928
- 559 **Martin WRJr, Brown TM (1984)** The action of acephate in *Pseudoplusia includes*
560 (Lepidoptera: Noctuidae) and *Pristhesancus papuensis* (Hemiptera: Reduviidae).
561 *Entomol Exp Appl* 35:3-9
- 562 **Martins GLM, Tomquelski GV (2015)** Efficiency of insecticides on *Chrysodeixis*
563 *inclusens* (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean crop. *Rev Agric Neotrop* 2:25-30

- 564 **Mascarenhas RN, Boethel DJ (2000)** Development of diagnostic concentrations for
565 insecticide resistance monitoring in soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae)
566 larvae using an artificial diet overlay bioassay. *J Econ Entomol* 93:897–904
- 567 **Mikami AY, Borges R, Silva RO, Gonçalves VR, Azevedo PAZ, Klesener DF,**
568 **Barbosa LV, Mafra LE, Mafra-Neto A (2013)** Noctovi – Sistema atraí-mata para
569 manejo de noctuídeos. In: XIII Simpósio de Controle Biológico. SICONBIOL.
570 Anais... Bonito– MS.
- 571 **Miranda DP, Guimarães HO, Carvalhais T, Albernaz-Godinho KC, Czepak C**
572 **(2016)** Estabelecimento do manejo integrado de insetos-praga em lavouras
573 comerciais de soja na região de Silvânia - GO. In: Congresso de Pesquisa,
574 Ensino e Extensão CONPEEX, Goiânia. (Resumos) Goiânia: Anais do XIII
575 CONPEEX, pp 162-164
- 576 **Mitchell ER (1967)** Life history of *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera:
577 Noctuidae). *J Ga Entomol Soc* 2:53-57
- 578 **Montanha FP, Pimpão CT (2012)** Efeitos toxicológicos de piretróides (cipermetrina e
579 deltametrina) em peixes. *Rev Cient Elet Med Vet* 9:1-58
- 580 **Muraro DS, Giacomelli T, Stacke RF, Godoy DN, Marçon P, Popham HJr, Bernardi O**
581 **(2018)** Baseline susceptibility of Brazilian populations of *Chrysodeixis includes*
582 (Lepidoptera: Noctuidae) to *C. includens* nucleopolyhedrovirus (ChinNPV) and
583 diagnostic concentration for resistance monitoring. *J Econ Entomol* 112:349-354
- 584 **Nation JL (2002)** Nutrition. In: Nation JL (ed) *Insect physiology and biochemistry*. Boca
585 Raton: CRC Press, pp 65-87
- 586 **Panizzi AR (2013)** History and contemporary perspectives of the Integrated Pest Management
587 of soybean in Brazil. *Neotrop Entomol* 42:119-127

- 588 **Panizzi AR, Parra JRP (2009)** Introdução à bioecologia e nutrição de insetos como base
589 para o manejo integrado de pragas. In: Panizzi AR, Parra JRP (ed) Bioecologia e
590 nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília:
591 EMBRAPA, pp 21-36
- 592 **Pardo-López L, Soberon M, Bravo A (2013)** *Bacillus thuringiensis* insecticidal three
593 domain Cry toxins: mode of action, insect resistance and consequences for crop
594 protection. FEMS Microbiol Rev 37:3-22
- 595 **Perini CP, Arnemann JA, Cavallin LDA, Guedes GA, Marques RP, Valmorbida I, Da
596 Silva K, Feltrin NM, Puntel L, Froehlich R (2019)** Challenges in chemical
597 management of *Chrysodeixis includens* using several insecticides. Aust J Crop Sci
598 13:1723–1730
- 599 **Perini CR, Tabuloc CA, Chiu JC, Zalom FG, Stacke RF, Bernardi O, Nelson DR,
600 Guedes JC (2021)** Transcriptome analysis of pyrethroid-resistant *Chrysodeixis*
601 *includens* (Lepidoptera: Noctuidae) reveals overexpression of metabolic
602 detoxification genes. J Econ Entomol 114:274-283
- 603 **Perini CR, Sosa VI, Koda VE, Silva H, Risso AA, Vasconcelos WNF, Gonçalves CF,
604 Ugalde GA, Machado DN, Bevilacqua CB, Ardisson-Araújo DMP, Maebe K,
605 Smagghe G, Valmorbida I, Guedes JC (2020)** Genetic structure of two
606 Plusiinae species suggests recent expansion of *Chrysodeixis includens* in the
607 American continent. Agric For Entomol 23:250-260
- 608 **Püntener W (1981)** Manual for field trials in plant protection. Agricultural Division (2 ed)
609 Ciba-Geigy, Basle, pp 205
- 610 **Ramos RS, Sedyama CS, Queiroz EA, Costa TL, Martins JC, Araújo TA, Picanço MC
611 (2017)** Toxicity of insecticides to *Chrysodeixis includens* and their direct and indirect
612 effects on the predator *Blaptostethus pallescens*. J Appl Entomol 141:677-689

- 613 **Reffstrup TK, Larsen JC, Meyer O (2010)** Risk assessment of mixtures of pesticides.
614 Current approaches and future strategies. *Regul Toxicol Pharmacol* 56:174-192
- 615 **Rose RL, Leonard BR, Sparks TC, Graves JB (1990)** Enhanced metabolism and
616 knockdown resistance in a field versus laboratory strain of the soybean looper
617 (Lepidoptera: Noctuidae). *J Econ Entomol* 83:672-677
- 618 **Santos SR, Specht A, Carneiro E, Paula-Moraes SV, Casagrande MM (2017)**
619 Interseasonal variation of *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera:
620 Noctuidae) populations in the Brazilian Savanna. *Rev Bras Entomol* 61:294-299
- 621 **Satelle DB, Cordova D, Cheek TR (2008)** Insect ryanodine receptors: molecular
622 targets for novel pest control chemical. *Invert Neurosci* 8:107-119
- 623 **Sawicki RM, Denholm I (1987)** Management of resistance to pesticides in cotton pests.
624 *Trop Pest Manag* 33:262-272
- 625 **Schneider-Orelli O (1947)** Entomologisches praktikum. Sauerlander, Aarau pp 149
- 626 **Silva MH, Camargos GS, Jardim PMV, Andrade RS, Rezende JM, Albernaz-
627 Godinho KC, Czepak C (2016)** Ação do atrativo alimentar para mariposas
628 Noctovi[®] sobre o parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley
629 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Anais XXVI Congresso Brasileiro de
630 Entomologia. IX Congresso Latino-americano de Entomologia (XXVI
631 CBE/IXCLE). Maceió, Alagoas, Brasil
- 632 **Sorgatto RJ, Bernardi O, Omoto C (2015)** Survival and development of *Spodoptera*
633 *frugiperda* and *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) on *Bt* cotton and
634 implications for resistance management strategies in Brazil. *Environ Entomol*
635 44:186-192

- 636 **Sosa-Gómez DR, Corrêa-Ferreira BS, Hoffmann-Campo CB, Corso IC, Oliveira LJ,**
637 **Moscardi F, Panizzi AR, Bueno AF, Hirose E (2010)** Manual de identificação de
638 insetos e outros invertebrados da cultura da soja. Embrapa Soja: Londrina, pp 90
- 639 **Sosa-Gómez DR, Omoto C (2012)** Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em
640 artrópodes associados à cultura da soja. In: Hoffmann-Campo CB, Corrêa
641 Ferreira BS, Moscardi F. Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes
642 Praga. Embrapa: Brasília (DF), pp 673-723
- 643 **Sparks TC, Lorsbach BA (2017)** Perspectives on the agrochemical industry and
644 agrochemical discovery. *Pest Manag Sci* 73:672-677
- 645 **Stacke RF, Giacomelli T, Bronzatto ES, Halberstadt SA, Garlet CG, Muraro DS,**
646 **Guedes JVC, Bernardi O (2019)** Susceptibility of brazilian populations
647 of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) to selected insecticides. *J Econ*
648 *Entomol* 112:1378-1387
- 649 **Tomquelski GV, Martins GLM, Dias TS (2015)** Características e manejo de pragas da
650 cultura da soja. *Pesquisa, Tecnologia e Produtividade* 2:61-82
- 651 **Thomas JD, Boethel DJ (1995)** Inheritance of permethrin resistance in the soybean
652 looper (Lepidoptera: Noctuidae). *J Econ Entomol* 88:1536-1541
- 653 **Wille PE, Pereira BA, Wille CL, Restelatto SS, Boff MIC, Franco CR (2017)**
654 Natural resistance of soybean cultivars to the soybean looper larva *Chrysodeixis*
655 *includens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pesqui Agropecu Bras* 52:18–25
- 656 **Wing KD, Sacher M, Kagaya Y, Tsurubuchi Y, Mulderig L, Connair M, Schnee M**
657 **(2000)** Bioactivation and mode of action of the oxadiazine indoxacarb in insects. *Crop*
658 *Prot* 19:537-545

659 **Zulin D, Avila CJ, Schlick-Souza EC (2018)** Population fluctuation and vertical
660 distribution of the soybean looper (*Chrysodeixis includes*) in soybean culture. Am J
661 Plant Sci 9:1544-1556

662 **Tabela 1.** Informações referentes aos inseticidas químicos, inseticida biológico e atrativos alimentares utilizados para avaliação da toxicidade sobre lagartas e adultos de
663 *Chrysodeixis includens*.

Ingrediente ativo	Nome comercial	Dose (g de i. a./ha)	Grupo químico	Fabricante
Toxicidade sobre a fase larval				
Indoxacarbe	Avatar®	60	Oxadiazinas (22A)	FMC Química do Brasil Ltda.
Clorantraniliprole	Premio®	10	Diamidas (28)	FMC Química do Brasil Ltda.
Deltametrina	Decis®	5	Piretroides (3A)	Bayer S.A.
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Acera®	64	Disruptores (11A)	Ballagro Agro Tecnologia Ltda.
Toxicidade sobre a fase adulta				
Indoxacarbe	Avatar®	60	Oxadiazinas (22A)	FMC Química do Brasil Ltda.
Clorantraniliprole	Premio®	10	Diamidas (28)	FMC Química do Brasil Ltda.
Deltametrina	Decis®	5	Piretroides (3A)	Bayer S.A.
Atrativo alimentar fase adulta				
*	Acttra® Noctuídeo	**		ISCA Brasil
*	Avalon®	***		ISCA Brasil

664 *Composição: emulsão de origem vegetal, contendo açúcares, proteínas, óleos-resinas, conservantes e emulsificantes (atrativos e estimulantes alimentares: 26% p/p e 74% p/p
665 de inertes). **A aplicação do atrativo alimentar misturado ao inseticida comercial registrado para a cultura é realizado em faixas, a cada 100 metros de distância entre si, na
666 parte superior da cultura, não havendo a necessidade de aplicações em cobertura total. ***Sem bula disponível (em teste).

667 **Tabela 2.** Número médio de lagartas de *Chrysodeixis includens* vivas (\pm EP) e porcentagem de mortalidade (M%) em bioensaio de ingestão em dieta artificial tratada com
 668 inseticidas químicos, biológicos ou em associação as 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a exposição (HAE).

Tratamentos	24		48		72		96		120		M.A.% ³
		M% ¹		M%		M%		M%		M%	
Indoxacarbe (100% MFRC) ²	0,10 \pm 0,00eA	90	0,02 \pm 0,00dB	8	0,01 \pm 0,00efB	1	0,00 \pm 0,00fB	1	0,00 \pm 0,00eB	0	100
Clorantraniliprole (100% MFRC)	0,93 \pm 0,00aA	7	0,79 \pm 0,00bAB	14	0,70 \pm 0,00cBC	9	0,55 \pm 0,00cdCD	15	0,46 \pm 0,00cD	9	54
Deltametrina (100% MFRC)	0,58 \pm 0,00cA	42	0,33 \pm 0,00cB	25	0,17 \pm 0,00eC	16	0,06 \pm 0,00fCD	11	0,00 \pm 0,00eD	6	100
Indoxacarbe (50% MFRC)	0,28 \pm 0,00dA	72	0,00 \pm 0,00bB	28	0,00 \pm 0,00fB	0	0,00 \pm 0,00fB	0	0,00 \pm 0,00eB	0	100
Clorantraniliprole (50% MFRC)	0,88 \pm 0,00abA	12	0,74 \pm 0,00dAB	14	0,67 \pm 0,00cBC	7	0,61 \pm 0,00cBC	6	0,55 \pm 0,00cC	6	45
Deltametrina (50% MFRC)	0,82 \pm 0,00bcA	18	0,71 \pm 0,00bAB	11	0,62 \pm 0,00fBC	9	0,47 \pm 0,00cdCD	15	0,39 \pm 0,00cD	8	61
Indoxacarbe ((50% MFRC) + 5% <i>B. thuringiensis</i> da dose recomendada	0,04 \pm 0,00eA	96	0,00 \pm 0,00dB	4	0,00 \pm 0,00fB	0	0,00 \pm 0,00fB	0	0,00 \pm 0,00eB	0	100
Clorantraniliprole (50% MFRC) + 5% <i>B. thuringiensis</i> da dose recomendada	0,69 \pm 0,00cA	31	0,46 \pm 0,00cB	23	0,40 \pm 0,00dB	6	0,31 \pm 0,00eBC	9	0,14 \pm 0,00deC	17	86
Deltametrina (50% MFRC) + 5% <i>B.</i> <i>thuringiensis</i> da dose recomendada	0,91 \pm 0,00bcA	9	0,85 \pm 0,00abAB	6	0,73 \pm 0,00bcB	12	0,43 \pm 0,00deC	30	0,17 \pm 0,00dD	26	83
<i>B. thuringiensis</i> (100% MFRC)	0,98 \pm 0,00aA	2	0,95 \pm 0,00aA	3	0,87 \pm 0,00abAB	8	0,82 \pm 0,00bBC	5	0,72 \pm 0,00bC	10	28
Controle	1,00 \pm 0,00aA	0	1,00 \pm 0,00aA	0	1,00 \pm 0,00aA	0	1,00 \pm 0,00aA	0	1,00 \pm 0,00aA	0	0
<i>Gl</i>	10, 1089		10, 1089		10, 1089		10, 1089		10, 1089		
<i>F</i>	92,59		134,72		109,69		94,428		105,01		
<i>P</i>	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		

669 ¹Mortalidade corrigida em relação ao controle pela fórmula de Schneider-Orelli (1947): $Ma=100x(Mt-Mc)/(100-Mc)$, onde Ma=mortalidade corrigida, Mt=mortalidade no
 670 tratamento inseticida, Mc = mortalidade no controle. ²MFRC (concentração máxima recomendada em campo para a cultura). ³Mortalidade acumulada (%).

671 *Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas, pelo teste de *Tukey* com 5% de
 672 probabilidade de erro tipo I.

673

674

675

676

677

678

679 **Tabela 3.** Número médio total de adultos vivos de *Chrysodeixis includens* (\pm EP) e porcentagem de mortalidade (M%) de atrativos alimentares associados com inseticidas e
680 avaliados as 6, 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a exposição (HAE) em ensaio sem chance de escolha.

Tratamentos	Atrativo 1												M.A% ³
	6		24		48		72		96		120		
	M% ¹		M%		M%		M%		M%		M%		
Testemunha solução de mel 10%	2,0 \pm 0,00 ^{NS} A	0	2,0 \pm 0,00aA	0	2,0 \pm 0,00aA	0	2,0 \pm 0,00aA	0	2,0 \pm 0,00aA	0	2,0 \pm 0,00aA	0	0
Controle positivo (atrativo)	2,0 \pm 0,00A	0	2,0 \pm 0,00aA	0	1,6 \pm 0,40abAB	20	1,6 \pm 0,40aAB	0	1,6 \pm 0,40aAB	0	0,80 \pm 0,48bB	40	60
Acttra [®] + indoxacarbe 2% ² (MFRC)	2,0 \pm 0,00A	0	1,6 \pm 0,24aA	20	0,0 \pm 0,00cB	80	0,0 \pm 0,00cB	0	0,0 \pm 0,00cB	0	0,0 \pm 0,00cB	0	100
Acttra [®] + clorantraniliprole 2%	2,0 \pm 0,00A	0	1,8 \pm 0,20aAB	10	1,6 \pm 0,40abAB	10	0,8 \pm 0,20bBC	40	0,8 \pm 0,20bBC	0	0,2 \pm 0,20cC	30	90
Acttra [®] + deltametrina 2%	1,6 \pm 0,24 ^a	20	0,4 \pm 0,24bB	60	0,2 \pm 0,20cB	10	0,0 \pm 0,00cB	10	0,0 \pm 0,00cB	0	0,0 \pm 0,00cB	0	100
Acttra [®] + indoxacarbe 5%	1,8 \pm 0,20 ^a	10	1,6 \pm 0,24aA	10	0,0 \pm 0,00B	80	0,0 \pm 0,00B	0	0,0 \pm 0,00cB	0	0,0 \pm 0,00cB	0	100
Acttra [®] + clorantraniliprole 5%	2,0 \pm 0,00A	0	1,4 \pm 0,24abAB	30	0,8 \pm 0,48bcBC	30	0,4 \pm 0,24bcC	20	0,0 \pm 0,00cC	20	0,0 \pm 0,00cC	0	100
Acttra [®] + deltametrina 5%	1,6 \pm 0,24 ^a	20	1,4 \pm 0,24abA	10	0,0 \pm 0,00cB	70	0,0 \pm 0,00cB	0	0,0 \pm 0,00cB	0	0,0 \pm 0,00cB	0	100
<i>Gl</i>	7,72		7,72		7,72		7,72		7,72		7,72		
<i>F</i>	1,12		4,76		19,76		20,57		30,72		27,70		
<i>P</i>	0,37		0,0001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		
Tratamentos	Atrativo 2												M.A% ³
	6		24		48		72		96		120		
	M% ¹		M%		M%		M%		M%		M%		
Testemunha solução de mel 10%	2,0 \pm 0,00 ^{NS} A	0	2,0 \pm 0,00 ^{NS} A	0	2,0 \pm 0,00aA	0	2,0 \pm 0,00aA	0	2,0 \pm 0,00aA	0	2,0 \pm 0,00aA	0	0
Controle positivo (atrativo)	2,0 \pm 0,00A	0	1,8 \pm 0,20A	10	1,6 \pm 0,40abA	10	1,6 \pm 0,40bA	0	1,6 \pm 0,40aA	0	1,0 \pm 0,44bA	30	50
Avalon [®] + indoxacarbe 2% ² (MFRC)	2,0 \pm 0,00A	0	2,0 \pm 0,00A	0	1,6 \pm 0,24abA	20	0,6 \pm 0,40bcB	50	0,4 \pm 0,20bB	10	0,0 \pm 0,00cB	20	100
Avalon [®] + clorantraniliprole 2%	2,0 \pm 0,00A	0	1,4 \pm 0,24AB	30	1,2 \pm 0,20abAB	10	0,8 \pm 0,20bcB	20	0,6 \pm 0,24bB	10	0,4 \pm 0,24bcB	10	80
Avalon [®] + deltametrina 2%	2,0 \pm 0,00A	0	1,8 \pm 0,20A	10	1,2 \pm 0,20abAB	30	0,8 \pm 0,20bcBC	20	0,4 \pm 0,24bBC	20	0,0 \pm 0,00cC	20	100
Avalon [®] + indoxacarbe 5%	2,0 \pm 0,00A	0	1,6 \pm 0,24A	20	0,4 \pm 0,40bB	60	0,0 \pm 0,00cB	20	0,0 \pm 0,00bB	0	0,0 \pm 0,00cB	0	100
Avalon [®] + clorantraniliprole 5%	2,0 \pm 0,00A	0	1,4 \pm 0,24AB	30	1,0 \pm 0,00abABC	20	0,8 \pm 0,20bcBC	10	0,4 \pm 0,24bBC	20	0,0 \pm 0,00cC	20	100
Avalon [®] + deltametrina 5%	1,8 \pm 0,20 ^a	10	1,4 \pm 0,24AB	20	0,8 \pm 0,20abBC	30	0,2 \pm 0,20cC	30	0,0 \pm 0,00bC	10	0,0 \pm 0,00cC	0	100
<i>gl</i>	7,72		7,72		7,72		7,72		7,72		7,72		
<i>F</i>	23,3		1,25		3,18		6,75		11,36		23,3		
<i>P</i>	0,438		0,282		0,005		<0,001		<0,001		<0,001		

681 ¹Mortalidade corrigida em relação ao controle pela fórmula de Schneider-Orelli (1947): $Ma=100x(Mt-Mc)/(100-Mc)$, onde Ma=mortalidade corrigida, Mt=mortalidade no tratamento inseticida,
682 Mc = mortalidade no controle. ²MFRC (concentração máxima recomendada em campo para a cultura). NS: Não significativo pelo teste F com 5% de probabilidade de erro. ³Mortalidade
683 acumulada (%). *Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas, pelo teste de Tukey com 5% de
684 probabilidade de erro tipo I.

685

686

687

688

Tabela 4. Número médio total de adultos vivos de *Chrysodeixis includens* (\pm EP) e porcentagem de mortalidade (M%) de atrativo alimentar associado com inseticidas e avaliados as 6, 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a exposição (HAE) em ensaio com chance de escolha.

Tratamentos	Atrativo 1												M.A.% ³
	6		24		48		72		96		120		
	M% ¹		M%		M%		M%		M%		M%		
Controle positivo (atrativo) e Solução de mel 10%	1,0 \pm 0,00 ^{NS} A	0	1,0 \pm 0,00 ^{NS} A	0	1,0 \pm 0,00aA	0	1,0 \pm 0,00aA	0	1,0 \pm 0,00aA	0	1,0 \pm 0,00aA	0	0
Acttra [®] + indoxacarbe 2% (MFRC) ² e Solução de mel 10%	1,0 \pm 0,00A	0	0,6 \pm 0,16B	40	0,1 \pm 0,10bC	50	0,0 \pm 0,00cC	10	0,0 \pm 0,00cC	0	0,0 \pm 0,00cC	0	100
Acttra [®] + clorantraniliprole 2% (MFRC) e Solução de mel 10%	1,0 \pm 0,00A	0	0,8 \pm 0,13AB	20	0,8 \pm 0,13aAB	0	0,6 \pm 0,16abABC	20	0,4 \pm 0,16bBC	20	0,2 \pm 0,13bC	20	80
Acttra [®] + deltametrina 2% (MFRC) e Solução de mel 10%	1,0 \pm 0,00A	0	0,8 \pm 0,13AB	20	0,5 \pm 0,16abBC	30	0,3 \pm 0,15bcCD	20	0,0 \pm 0,00cD	30	0,0 \pm 0,00cD	0	100
Acttra [®] + indoxacarbe 5% (MFRC) e Solução de mel 10%	1,0 \pm 0,00A	0	0,5 \pm 0,16B	50	0,0 \pm 0,00bC	50	0,0 \pm 0,00cC	0	0,0 \pm 0,00cC	0	0,0 \pm 0,00cC	0	100
Acttra [®] + clorantraniliprole 5% (MFRC) e Solução de mel 10%	1,0 \pm 0,00A	0	0,7 \pm 0,15AB	30	0,5 \pm 0,16abBC	20	0,2 \pm 0,13bcCD	30	0,0 \pm 0,00cD	20	0,0 \pm 0,00cD	0	100
Acttra [®] + deltametrina 5% (MFRC) e Solução de mel 10%	0,9 \pm 0,10A	10	0,5 \pm 0,16AB	40	0,2 \pm 0,13bBC	30	0,0 \pm 0,00cC	20	0,0 \pm 0,00cC	0	0,0 \pm 0,00cC	0	100
<i>gl</i>	6, 63		6, 63		6, 63		6, 63		6, 63		6, 63		
<i>F</i>	1,00		1,65		9,42		14,80		38,50		54,75		
<i>P</i>	0,43		0,14		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		

689

690

691

692

693

694

¹Mortalidade corrigida em relação ao controle pela fórmula de Schneider-Orelli (1947): $Ma=100x(Mt-Mc)/(100-Mc)$, onde Ma=mortalidade corrigida, Mt=mortalidade no tratamento inseticida, Mc = mortalidade no controle. ²MFRC (concentração máxima recomendada em campo para a cultura). NS: Não significativo pelo teste F com 5% de probabilidade de erro. ³Mortalidade acumulada (%). *Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas, pelo teste de *Tukey* com 5% de probabilidade de erro tipo I.

695

696

697

698

699

700

701

702 **3. Artigo 2**

703

704 **Desempenho biológico de *Chrysodeixis includens* (Lep.: Noctuidae) submetida à**
705 **diferentes regimes alimentares**

706 Biological performance of *Chrysodeixis includens* (Lep.: Noctuidae) submitted to
707 different diets

708

709 Jéssica Avila de Abreu

710 Matheus Rakes

711 Fabrício Oliveira Fernandes

712 Rafael Antonio Pasini

713 Daniel Bernardi

714 Anderson Dionei Grützmacher

715

716 Artigo redigido nas normas da revista “Journal of Pest Science” (versão em
717 Português)

718

719

720

721

722 *Desempenho biológico de Chrysodeixis includens (Lep.: Noctuidae) submetida à diferentes*
723 *regimes alimentares*

724

725 Jéssica Avila de Abreu^{1*}, Matheus Rakes¹, Fabrício Oliveira Fernandes², Rafael Antonio
726 Pasini³, Daniel Bernardi¹, Anderson Dionei Grützmacher¹

727 ¹Federal University of Pelotas, Faculty of Agronomy “Eliseu Maciel”, Department of Plant
728 Protection. Eliseu Maciel Avenue, Zip Code 96010-900, Pelotas, RS, Brazil.

729 ²Paulista State University “Júlio de Mesquita Filho”, Department of Plant.

730 Protection. Access Route Professor Paulo Donato Castelane Castellane, s/n – Vila Industrial,
731 Zip Code 14884-900, Jaboticabal, SP, Brazil.

732 ³Center of Higher Education of Rio Grande do Sul (CESURG). Leonel de Moura Brizola
733 Highway, BR-386, Km 138, s/n – Beira Campo, Zip Code 99560-000, Sarandi, RS, Brazil.

734

735 *Corresponding author:

736 Jéssica Avila de Abreu

737 jessica.abreu.91@gmail.com; +55 55 991708873

738

739 *Declaração de contribuição dos autores*

740 J.A.A., A.D.G., D.B. e F.O.F. idealizaram a pesquisa. J.A.A. e M.R. conduziram os
741 bioensaios e coletaram os dados. J.A.A. e R.A.P. analisaram os dados. J.A.A. escreveu o
742 manuscrito. Todos os autores contribuíram na interpretação dos resultados e no
743 aperfeiçoamento geral do manuscrito. Todos os autores apresentaram contribuições nas
744 versões anteriores do manuscrito. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do
745 manuscrito.

746

747 *Resumo*

748

749 A identificação de possíveis hospedeiros alternativos da lagarta-falsa-medideira,
750 *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 é uma importante informação para o Manejo Integrado
751 de Pragas (MIP). O objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho e parâmetros biológico de
752 *C. includens* em diferentes espécies forrageiras leguminosas de clima temperado, através de
753 bioensaios de atratividade e sobrevivência em duas temperaturas (10 e 25°C). As espécies
754 utilizadas foram, alfafa (*Medicago sativa* L.), ervilhaca (*Vicia sativa* L.), cornichão (*Lotus*
755 *corniculatus* L.), trevo branco (*Trifolium repens* L.), trevo persa (*Trifolium resupinatum* L.) e
756 trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.). As espécies de alfafa, ervilhaca, trevo branco e
757 vermelho mostraram ser mais atrativas para neonatas e o trevo persa o mais atrativo para as
758 lagartas de 3º instar de *C. includens*. A sobrevivência foi maior nos trevos branco, persa e
759 vermelho, em ambas temperaturas estudadas (10 e 25°C). Porém, na temperatura de 10°C os
760 insetos apresentaram menor sobrevivência em ambos hospedeiros. Em relação aos parâmetros
761 biológicos, observou-se que as espécies de alfafa, ervilhaca e cornichão, afetaram o
762 desenvolvimento biológico do inseto, devido à alta mortalidade apresentada por ambos, em
763 destaque o cornichão. A espécie não conseguiu ultrapassar o período larval em alfafa,
764 ervilhaca e cornichão, sugerindo que estas podem ser utilizadas na rotação e sucessão de
765 culturas, pois não proporcionaram o melhor desenvolvimento de *C. includens*. As espécies
766 pelas quais o inseto apresentou maior preferência, como o trevo, podem ser indicadas como
767 culturas armadilhas, visto sua fácil obtenção, estabelecimento, custo-benefício. As espécies
768 que apresentaram menor preferência e maior mortalidade, podem ser indicadas para áreas com
769 histórico de infestação de *C. includens*, visando quebra do ciclo do inseto ao fazer uso desses
770 hospedeiros alternativos na presença ou ausência do seu hospedeiro principal.

771 *Palavras-chave:* Lagarta-falsa-medideira, hospedeiro alternativo, forrageiras de inverno,
772 ecologia nutricional, adaptação hospedeira

773

774 *Introdução*

775

776 A distribuição de *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) está
777 restrita ao hemisfério ocidental, ocorrendo desde o norte dos Estados Unidos da América
778 (EUA) até o Sul da América do Sul (Eichlin & Cunningham 1978; Alford & Hammond
779 Junior 1982, Perini et al. 2020). Ela era considerada uma praga secundária até a década de 90,
780 porém, devido ao aumento dos surtos desta espécie em vários estados do Brasil, passou a ser
781 considerada praga-chave da cultura da soja (Palma et al. 2015, Zulin et al. 2018).

782 Devido ao hábito polífago, além da cultura da soja, a *C. includens* já foi relatada
783 alimentando-se de 174 espécies de plantas pertencentes a 39 famílias botânicas (Pan et al.
784 2013, Baldin et al. 2014, Specht et al. 2015). Em folhas de soja, durante o período larval, a *C.*
785 *includens* pode consumir 64 a 200 cm² de área foliar (Bueno et al. 2011, Botelho et al. 2019),
786 tendo preferência por folhas bem desenvolvidas, promovendo orifícios no limbo foliar, que
787 adquire um aspecto rendilhado, dano característico causado pela espécie (Baldin et al. 2014).

788 Embora a soja seja o principal alimento de sobrevivência e multiplicação a campo
789 (Specht et al. 2015), o hábito polífago da espécie é primordial para a manutenção da espécie
790 em períodos considerados de entressafra (Baldin et al. 2014), até que um alimento mais
791 propício biologicamente seja encontrado (Moscardi et al. 2012). Esta diversidade de
792 hospedeiros alternativos disponíveis pode desempenhar um papel importante na sobrevivência
793 e persistência das espécies polípagas no campo, como a lagarta-falsa-medideira (Specht et al.
794 2015, Moonga & Davis 2016).

795 De acordo com o programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP), o conhecimento da
796 biologia e da ecologia do inseto-praga em diferentes hospedeiros alternativos pode direcionar
797 as melhores estratégias de manejo desse inseto-praga (Kogan 1998), tendo em vista que, a
798 composição e a formação das paisagens agrícolas, podem afetar positivamente ou
799 negativamente, a dinâmica populacional da espécie no local (Santos et al. 2017). Este fato
800 ficou ainda mais evidente com estudos demonstrando que a composição da paisagem agrícola
801 local e as plantas nela contidas, podem afetar o processo evolutivo de insetos-praga agrícolas
802 (Silva et al. 2020).

803 Embora haja na literatura, o relato da ocorrência de *C. includens* em diversas espécies
804 de importância econômica ou nativas, dentre estas fabáceas, como é o caso da alfafa
805 (*Medicago sativa* L.) e de algumas espécies de trevo (*Trifolium* sp.) (Specht et al. 2015), não
806 existem atualmente estudos voltados a uma avaliação que enfoque na atratividade,
807 sobrevivência e nos parâmetros biológicos da lagarta-falsa-medideira, quando alimentada com
808 folhas de espécies forrageiras leguminosas de clima temperado.

809 A rotação de culturas traz aos agricultores inúmeras vantagens em comparação aos
810 monocultivos. No entanto, apesar de benéfica, a grande diversidade de espécies de plantas
811 nesse sistema e a exploração sucessiva dessas áreas ao longo do ano, podem gerar uma maior
812 incidência de pragas polífagas, como *C. includens* (Cunningham & Zalucki 2014).

813 *C. includens* é amplamente distribuída nas Américas, e assim como, a lagarta-do-
814 linho, *Rachiplusia nu* Guenée, 1852 (Lepidoptera: Noctuidae), são as duas pragas Plusiinae
815 mais importantes do Cone Sul. A lagarta-falsa-medideira ganha destaque devido a sua alta
816 ocorrência e densidade populacional em culturas de grãos e pastagens (Perini et al. 2020).

817 A disponibilidade de hospedeiros, somado a períodos úmidos e de alta temperatura
818 estão relacionados ao pico populacional de *C. includens* (Santos et al. 2017), porém, durante a
819 entressafra é possível que essa praga se alimente de hospedeiros alternativos.

820 Existe uma ampla gama de plantas que podem servir como hospedeiros alternativos
821 para a lagarta-falsa-medideira (Specht et al. 2015), como é o caso das forrageiras de inverno,
822 utilizadas como plantas de cobertura, e que podem vir a favorecer a dispersão da praga entre
823 uma safra e outra de soja. A exposição a uma grande variedade de plantas hospedeiras, gera
824 novas preferências alimentares à tais insetos-praga (Moscardi et al. 2012).

825 Com o intuito de compreender o comportamento biológico de *C. includens* em
826 hospedeiros alternativos existentes em ecossistemas agrícolas, que fazem uso destes na
827 rotação ou sucessão de plantas de cobertura de solo ou plantas forrageiras, o presente estudo
828 teve como objetivo avaliar o desempenho biológico de *C. includens* em diferentes espécies
829 forrageiras leguminosas de clima temperado adaptadas à região Sul do Rio Grande do Sul.

830

831 *Material e métodos*

832

833 *Criação e multiplicação de Chrysodeixis includens em laboratório*

834 Para a realização dos experimentos foi mantida uma criação de *C. includens* em sala
835 climatizada no LABMIP (UFPeI) (temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e
836 fotofase 14 horas) conforme proposto por Panizzi; Parra (2009). A criação foi iniciada a partir
837 da coleta de 700 lagartas à campo na cultura da soja (latitude $31^\circ38'22''\text{S}$; longitude
838 $52^\circ10'36''\text{W}$), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

839 Em laboratório, as lagartas foram mantidas em dieta artificial até a fase de pupa
840 conforme metodologia proposta por Greene et al. (1976). Posteriormente, as pupas foram
841 acondicionadas em placas de Petri (12 cm de diâmetro \times 1,5 cm de altura) forradas com papel
842 filtro umedecido com água destilada para emergência dos adultos. Após a emergência, os
843 adultos foram colocados em gaiolas cilíndricas de PVC (25,0 cm altura \times 20,0 cm de

844 diâmetro) (1 a 2 gaiolas/população), revestidas internamente com papel sulfite amarelo e na
845 parte superior com tecido fino voile.

846 O alimento dos adultos foi constituído de uma solução aquosa de mel a 10% fornecido
847 via capilaridade por algodão hidrófilo. A cada 2 dias os ovos foram coletados e
848 acondicionados em recipientes plásticos (500 mL) contendo papel filtro umedecido com água
849 destilada e incubados em câmara climatizada (temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm$
850 10% e fotofase 14 horas). Após a eclosão, as lagartas foram transferidas para dieta artificial
851 (Greene et al. 1976) em câmara de fluxo laminar para evitar a contaminação da dieta, sendo
852 uma fração das lagartas usadas na manutenção da criação e o restante para realização dos
853 bioensaios.

854 *Bioensaios*

855 A atratividade, sobrevivência e biologia de lagartas de *C. includens* foi avaliada em
856 seis hospedeiros alternativos: alfafa (*M. sativa* L.), cornichão (*Lotus corniculatus* L.),
857 ervilhaca (*Vicia sativa* L.), trevo branco (*Trifolium repens* L.), trevo persa (*Trifolium*
858 *resupinatum* L.) e trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.). Para tanto, estes hospedeiros foram
859 semeados separadamente em vasos plásticos para mudas (Nutriplan) com capacidade de 18 L
860 (30cm de diâmetro superior \times 30cm de altura \times 25,5cm de diâmetro inferior), preenchidos
861 com substrato natural (West Garden), sendo ambos cultivados em casa de vegetação.

862 O manejo das respectivas espécies de leguminosas forrageiras foi realizado conforme
863 as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC para cada
864 uma das espécies de leguminosas forrageiras de clima temperado (CQFS, 2004). As
865 sementeiras foram realizadas de forma subsequente, para que todas as plantas fossem
866 coletadas no mesmo estágio vegetativo e ofertadas como alimento para as espécies de *C.*
867 *includens*. As espécies dos potenciais hospedeiros alternativos foram cultivadas sem

868 aplicações de agrotóxicos para evitar a interferência no consumo da planta pelas lagartas de *C.*
869 *inclusens* durante os experimentos em laboratório.

870 *Bioensaios de atratividade de C. inclusens em hospedeiros alternativos*

871 O teste de atratividade, com chance de escolha, foi realizado em laboratório,
872 ofertando-se folhas (4 g) dos seis diferentes hospedeiros alternativos para lagartas neonatas (>
873 24 horas de idade) e para lagartas de 3º ínstar de desenvolvimento. As folhas dos hospedeiros
874 foram provenientes das plantas cultivadas em casa de vegetação. Em laboratório, as folhas (10
875 cm de comprimento), foram dispostas de forma circular equidistantes entre si, em uma arena
876 de 50 cm de diâmetro sobre papel umedecido com água para manutenção da turgência das
877 folhas ofertadas durante o teste.

878 As arenas foram feitas a partir de recipientes plásticos de 1000 mL – 50 cm × 50 cm ×
879 50 cm (Copobras®). Após a disposição dos hospedeiros (4 g de cada hospedeiro) no interior
880 da arena, 10 lagartas neonatas ou de 3º instar larval foram liberadas no centro do recipiente.
881 Aos 5, 30, 45 e 60 minutos e 2, 4, 6, 8 e 24 horas após a liberação das lagartas na arena, foi
882 contabilizada a quantidade de insetos atraídos pelas folhas dos hospedeiros nos momentos
883 determinados. O bioensaio foi realizado em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e
884 fotofase de 14 horas), sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 10
885 repetições (cada arena foi considerada uma repetição).

886 *Sobrevivência de C. inclusens em hospedeiros alternativos em diferentes temperaturas*

887 Neonatas de *C. inclusens* (até 24 horas de idade) provenientes da criação de
888 manutenção do LABMIP UFPel foram individualizadas em tubos de vidro de fundo chato
889 (2,5cm × 8,5cm) esterilizados. Posteriormente, em cada tubo foi adicionado uma folha ou
890 parte de uma folha (10cm de comprimento) dos hospedeiros testados (alfafa, cornichão,
891 ervilhaca, trevo branco, trevo persa e trevo vermelho), provenientes dos cultivos mantidos em
892 casa de vegetação. Para manter a turgidez da folha do hospedeiro e evitar o ressecamento, foi

893 adicionado um papel filtro (1,0cm × 1,0cm) umedecido com água destilada em cada tudo.
894 Após, os tubos de vidro foram tamponados com algodão hidrófobo (Parra 2001) e
895 acondicionados em câmaras climatizadas tipo B.O.D. nas temperaturas de 10 e 25°C e UR 70
896 ± 10% e 14 fotofase. As folhas de cada hospedeiro foram trocadas a cada dois dias, para a
897 manutenção da boa qualidade do alimento ofertado. No 14° dia de desenvolvimento as
898 lagartas dos respectivos tratamentos foram pesadas em balança analítica com precisão de
899 quatro casas decimais (Ay-220 Marte). O delineamento experimental utilizado foi
900 inteiramente casualizado com 100 repetições por tratamento (1 lagarta = 1 repetição).

901 *Parâmetros biológicos de C. includens em forrageiras leguminosas de inverno*

902 Em laboratório, folhas de alfafa, ervilhaca, cornichão, trevo branco, trevo persa e trevo
903 vermelho provenientes do cultivo em casa de vegetação foram acondicionadas no interior de
904 tubos de vidro de fundo chato (2,5cm × 8,5cm) (duas folhas por tubo). Posteriormente, foram
905 inoculadas 1 lagarta neonatas (< 24 horas de idade) de *C. includes* por tubo. Para manter a
906 turgidez da folha do hospedeiro e evitar o ressecamento, foi adicionado um pedaço de papel
907 filtro (1,0cm × 1,0cm) umedecido com água destilada em cada tubo. Feito isso, os tubos
908 foram tamponados com algodão hidrófobo (Parra 2001) e mantidos em câmaras climatizadas
909 tipo B.O.D. (25 ± 2 °C, UR 70 ± 10% e 14 horas de fotofase).

910 A cada 48 horas, as folhas da dieta natural foram trocadas para garantir as condições
911 adequadas de alimentação aos insetos. Esse procedimento foi realizado até a fase de pré-pupa,
912 considerada a fase de desenvolvimento em que a lagarta cessa a alimentação para a
913 preparação e formação do casulo na parte superior do vidro. Após a formação da pupa, as
914 mesmas foram individualizadas até a emergência dos adultos em tubos de vidro de fundo
915 chato, contendo papel filtro umedecido para manutenção da umidade. Os parâmetros
916 biológicos avaliados foram: período larval (dias), peso (mg) de lagartas com 14 dias de
917 desenvolvimento, peso de pupas com 24 horas de idade, razão sexual e longevidade (dias) de

918 adultos. A razão sexual foi calculada através da fórmula $RS = n^\circ \text{ de fêmeas} / n^\circ \text{ fêmeas} + n^\circ$
919 machos (Silveira Neto et al. 1976). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado
920 com seis tratamentos, cada um com 100 repetições (1 lagartas = 1 repetição).

921 *Análise dos dados*

922 Os dados foram analisados quanto à normalidade pelo teste de *Shapiro-Wilk* e quanto
923 à homogeneidade das variâncias pelo teste de *Bartlett*, respectivamente. Quando essas
924 premissas foram atendidas realizou-se a análise de variância (ANOVA), sendo as médias
925 comparadas pelo teste de *Tukey* ($P < 0,05$).

926 Quando as premissas de normalidade e homogeneidade das variâncias não foram
927 atendidas, os dados foram comparados pela análise de variância não paramétrica de *Kruskal-*
928 *Wallis*, e as médias foram comparadas pelo teste de *Dunn* com correção de *Bonferroni*
929 ($P < 0,05$). Com relação a razão sexual, o teste *t* de *Welch* foi utilizado para testar a hipótese de
930 igualdade de duas médias com duas amostras de variâncias desiguais com probabilidade de
931 erro tipo I de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o uso do software R version
932 4.0.4 (R Development Core Team, 2021).

933

934 *Resultados*

935

936 *Bioensaios de atratividade:* Os resultados da atratividade de neonatas (> 24 horas de
937 idade) de *C. includens* (Tabela 1) e de lagartas de 3º ínstar de desenvolvimento de *C.*
938 *includens* (Tabela 2) demonstraram que os hospedeiros alternativos em teste com chance de
939 escolha diferiram significativamente entre si, em quase todos os momentos avaliados. Com
940 base nos dados obtidos, é possível observar que, durante os nove momentos avaliados (cinco
941 minutos até 24 horas), desde o primeiro período de tempo (cinco minutos) até período de 24
942 horas após a liberação dos indivíduos na arena, as neonatas foram mais atraídas à alimentação

943 por folhas de alfafa, ervilhaca e pelos trevos branco e vermelho (Tabela 1). Contudo, a partir
944 de 60 minutos de liberação ocorreu uma procura maior dos indivíduos pelo trevo branco
945 (Tabela 1). O cornichão, foi o hospedeiro em que as neonatas de *C. includens* demonstraram
946 ser menos atraídas em todos os tempos observados, diferindo significativamente dos demais
947 hospedeiros (Tabela 1).

948 Em relação a lagartas de 3º instar de desenvolvimento de *C. includens* (Tabela 2),
949 observou-se a preferência destes indivíduos nos primeiros cinco minutos pelas folhas de trevo
950 vermelho. Porém ao avaliar o tempo de 30 minutos, não foi encontrada diferença entre os
951 hospedeiros avaliados (Tabela 2). Em contraste, apresentaram atratividade por folhas de
952 cornichão e ervilhaca (Tabela 2).

953 De modo geral, folhas de alfafa, ervilhaca, trevo branco e vermelho, foram
954 consideradas as espécies com maior permanência de neonatas de *C. includens* (Tabela 3). Fato
955 que não foi observado em lagartas de 3º instar, no qual o trevo persa foi o mais atrativo,
956 proporcionando uma maior permanência das lagartas no hospedeiro (Tabela 3). Em adição,
957 folhas de cornichão demonstraram ser o hospedeiro menos atrativo para ambos estágios de
958 desenvolvimento de *C. includens*, diferindo significativamente dos demais hospedeiros
959 (Tabela 3).

960 *Sobrevivência em hospedeiros alternativos*

961 Quando lagartas de *C. includens* foram expostas a uma temperatura de 10°C e a seis
962 hospedeiros alternativos durante 15 dias de desenvolvimento, nos primeiros cinco dias de
963 avaliação, foi verificado que lagartas mantidas em folhas de cornichão apresentaram uma
964 mortalidade de 33% (Tabela 4), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. A elevada
965 mortalidade das lagartas e folhas de cornichão também permaneceu elevada no 10º dia (87%
966 de mortalidade), chegando a 97% de mortalidade aos 15 dias (Tabela 4). As maiores taxas de
967 sobrevivências larvais foram verificadas em folhas de trevo branco (62%), aos 15 dias de

968 avaliação, sendo estatisticamente similar a lagartas mantidas em dieta artificial (Tabela 4). Em
969 relação ao peso larval, lagartas mantidas em folhas de cornichão, alfafa e ervilhaca foram as
970 mais pesadas, sendo similares a lagartas que se alimentaram de dieta artificial (Tabela 4).

971 Ao serem expostas aos mesmos seis hospedeiros alternativos, porém a uma
972 temperatura de 25°C durante 15 dias, as lagartas alimentadas com folhas de ervilhaca e
973 cornichão apresentaram uma alta mortalidade 37% e 29% logo nos primeiros cinco dias,
974 diferindo estatisticamente da testemunha (dieta artificial) (Tabela 4). As maiores taxas de
975 sobrevivência foram do trevo vermelho, branco e alfafa, 82%, 73% e 79% respectivamente
976 (Tabela 4). As lagartas alimentadas com as folhas de ambos os trevos, foram as que
977 apresentaram maior peso larval, diferindo estatisticamente da testemunha que nesse caso
978 apresentou peso inferior aos hospedeiros alternativos (Tabela 4).

979 *Parâmetros biológicos*

980 Ao se alimentar com folhas de trevo branco lagartas de *C. includens* prolongaram o
981 período larval para uma média de 37,15 dias, período esse, que difere estatisticamente da
982 testemunha, em que as lagartas foram alimentadas com dieta artificial (Tabela 5). Lagartas de
983 *C. includens* não se adaptaram com facilidade ao hospedeiro trevo branco, em que por
984 exemplo, um dos indivíduos alimentados com este hospedeiro apresentou um período larval
985 máximo de 59 dias. Neste hospedeiro, apenas um indivíduo completou a fase larval e
986 progrediu para uma pupa deformada, na qual não foi possível realizar a sexagem.

987 As lagartas alimentadas com folhas de trevo persa, tiveram uma similaridade no
988 período larval com a dieta artificial, assim como a mais alta viabilidade larval (12%). Porém,
989 no trevo vermelho, ocorreu uma redução nesse período larval, assim como alfafa, ervilhaca e
990 cornichão (Tabela 5). Os indivíduos que se alimentaram de folhas de trevo persa,
991 apresentaram uma melhor adaptação ao hospedeiro alternativo, levando em consideração o
992 número de lagartas que conseguiram atingir a fase de pupa, representando 12% do total de

993 insetos inoculados no hospedeiro, comparado ao trevo vermelho que teve apenas 2% dos
994 indivíduos que ultrapassaram o período larval. Na alfafa, a média do período larval foi de 12
995 dias (Tabela 5), sendo que somente um indivíduo conseguiu chegar à fase de pupa.

996 Ao se alimentarem das folhas de ervilhaca e cornichão, as lagartas de *C. includens* não
997 conseguiram ultrapassar o período larval, também foram os hospedeiros nos quais a espécie
998 apresentou maior mortalidade inicial, sendo que até o 14º dia da condução desse experimento,
999 momento da pesagem dos indivíduos, a mortalidade foi de 63% e 72% respectivamente.
1000 Também é possível observar que no 14º dia de desenvolvimento larval, as forrageiras em que
1001 a espécie apresentou maior peso larval foram, no trevo persa 45,21mg assim como alta
1002 porcentagem de sobrevivência até o momento da pesagem (14º dia após inoculação) 77%,
1003 seguido do da alfafa 42,33mg (34%) (Tabela 5). Os menores pesos larvais foram observados
1004 quando os insetos foram alimentados com ervilhaca e cornichão, 3,59mg e 1,97mg
1005 respectivamente (Tabela 5). Em ambos tratamentos, os insetos não conseguiram transpor o
1006 período larval, não havendo adultos resultantes destes dois tratamentos.

1007 Dentre os hospedeiros alternativos, os trevos branco e persa, foram os que
1008 apresentaram pupas com maior peso, 43,3mg e 107,62mg respectivamente, diferindo
1009 estatisticamente das demais espécies estudadas (Tabela 5). O trevo persa foi o hospedeiro que
1010 apresentou maior número total de pupas (17) embora algumas tenham apresentado má
1011 formação impedindo a sexagem das mesmas (6 pupas mal formadas), assim como a sua
1012 viabilidade pupal (66,66%), levando em consideração o número de indivíduos que
1013 conseguiram emergir. A razão sexual média da espécie foi possível ser calculada somente
1014 para o trevo persa, que apresentou um valor de 0,58 (n=12) e para dieta artificial 0,53 (n=72).

1015

1016

1017

1018 *Discussão*

1019

1020 Nos ensaios de atratividade foi possível observar que lagartas de 3º instar tiveram uma
1021 predileção maior pelas três espécies de trevo, porém, com base nos resultados obtidos,
1022 neonatas parecem ter uma menor exigência hospedeira, incluindo dentre suas plantas mais
1023 atrativas alfafa e ervilhaca, plantas nas quais, em bioensaios de sobrevivência não foi
1024 observado um bom desenvolvimento da espécie. Essa atratividade pode estar relacionada à
1025 constituição nutricional das espécies leguminosas forrageiras utilizadas, fatores relacionados à
1026 cor e volatilização de compostos podem ser causas de uma maior atração de uma espécie de
1027 planta ou estrutura desta, em relação à outra (Vendramim & Guzzo, 2009).

1028 Em função da grande variabilidade de hospedeiros disponíveis aos insetos, existe uma
1029 dificuldade na definição de seus hospedeiros preferenciais, principalmente no caso de
1030 lepidópteros polípagos como *C. includens*, seja pela fenologia, localização, bem como a
1031 compatibilidade com a fisiologia, genética e experiência prévia do inseto com o hospedeiro
1032 (Cunningham & Zalucki 2014).

1033 Estudos recentes sobre a genética populacional da lagarta-falsa-medideira
1034 identificaram a presença de seis linhagens diferentes de *C. includens* no Brasil, Argentina,
1035 Paraguai e Uruguai (Perini et al. 2020), enfatizando a necessidade de se conhecer os
1036 parâmetros biológicos de *C. includens* e demais espécies polípagas, relacionados as espécies
1037 de plantas que compõem a paisagem agrícola de regiões com condições edafoclimáticas
1038 diversas, como é o caso da região sul, do Rio Grande do Sul.

1039 Estudos conduzidos com soja (BRS 284), algodão (FMT 701), girassol (BRS 323) e
1040 ipomeia (*Ipomoea* sp.), sugerem que folhas de soja, girassol ou ipomeia são hospedeiros
1041 favoráveis para o desenvolvimento de *C. includes*, enquanto folhas de algodão são menos
1042 adequadas nutricionalmente para o desenvolvimento de insetos (Andrade et al. 2016). Sinais

1043 iniciais de diferenciação populacional de *C. includens* foram relacionados aos tipos de plantas
1044 hospedeiras (soja e algodão) (Silva et al. 2020), a expansão populacional e adaptação
1045 genômica da espécie a ambientes agrícolas mostra a importância de estudos como este, que
1046 avaliem a biologia da espécie em hospedeiros alternativos presentes e adaptados a
1047 determinadas regiões do Brasil, onde o controle cultural através desse tipo de prática ainda é
1048 pouco explorado.

1049 A atratividade das flores para os inimigos naturais é uma característica importante a
1050 ser considerada na seleção de plantas que devem compor as paisagens agrícolas, visto que, a
1051 disponibilidade de néctar e pólen para predadores e parasitoides, é um dos pré-requisitos para
1052 potencializar sua eficácia como agentes de controle biológico de pragas (Barbosa et al. 2011).
1053 Dessa forma, insetos benéficos podem permanecer nos agroecossistemas, quando não há a
1054 presença da praga, ou quando, está se encontra em baixo nível populacional (Begum et al.
1055 2006, Haenke et al. 2009). Todas as espécies forrageiras utilizadas neste estudo, apresentam
1056 interessantes características ao que se referem a aspectos florais.

1057 As plantas de uma forma geral podem apresentar defesas de pré-ingestão na forma de
1058 barreiras físicas, fortalecendo a parede celular com componentes como a lignina e outros
1059 fenólicos, que podem ser considerados como anti-nutricionais (Santiago et al. 2013). Tais
1060 situações geram alta mortalidade em lagartas de instares iniciais, pois estas, não conseguem
1061 vencer as barreiras físicas das plantas para realizarem a sua alimentação.

1062 As necessidades nutricionais do inseto ao longo do seu ciclo de vida podem variar. Por
1063 exemplo, baixas quantidades de proteínas na fase de desenvolvimento inicial, podem afetar a
1064 capacidade de processos pós-absorção na transformação de nutrientes em tecidos, componente
1065 essencial para instares iniciais do inseto (Bellanda & Zucoloto 2009). O que explica,
1066 parcialmente, a baixa sobrevivência de *C. includens* em hospedeiros como o cornichão, são
1067 seus elevados níveis de fibra (teor de FDN 55 a 62), pois a tendência é que aumentem a

1068 densidade das folhas, dificultando a capacidade dos insetos de ingerir quantidades adequadas
1069 de água e nutrientes através desse alimento (Santiago et al. 2013).

1070 O hospedeiro cornichão se destaca por promover maior mortalidade em ambas às
1071 temperaturas, demonstrando ser este um hospedeiro pouco viável para o desenvolvimento
1072 dessa espécie. A adaptação de *C. includens* a algumas espécies foi inferior a outras,
1073 demonstrando alta mortalidade inicial ao serem alimentadas em alguns cultivos como
1074 ervilhaca e cornichão. Quando plantas hospedeiras aumentam o período de desenvolvimento e
1075 reduzem a fecundidade do inseto, estas podem reduzir de forma eficiente à pressão de insetos-
1076 praga através da redução do crescimento populacional (Liu et al. 2004). O que demonstra uma
1077 constante necessidade de se investigar novos hospedeiros alternativos que possam vir a ser
1078 usados como ferramentas no MIP, pois podem ser utilizados como cultivos alternativos,
1079 visando a quebra de ciclo de *C. includens*. Este tipo de estudo pode ser expandido para outros
1080 lepidópteros-praga com o mesmo objetivo, ou seja, o controle alternativo dos mesmos, através
1081 do controle cultural dessas espécies praga.

1082 A faixa de variação térmica a qual os insetos são expostos, pode afetar positiva ou
1083 negativamente suas populações, assim como, a sua distribuição geográfica, pois a temperatura
1084 pode atuar, ampliando ou restringindo sua expansão, ocorrência, desenvolvimento e
1085 fecundidade (Gaston 2003, Bowler & Terblanche 2008). Neste caso, a temperatura de 10°C
1086 mostrou ser uma barreira para o desenvolvimento do inseto, temperatura na qual a maioria dos
1087 tratamentos apresentou maior mortalidade. No caso do cornichão, o hospedeiro mostrou-se
1088 uma barreira muito superior à variável temperatura, pois independentemente da temperatura a
1089 qual o inseto foi exposto à alta taxa de mortalidade foi evidenciada. Ao ser exposto a
1090 condições extremas de temperatura, há uma redução na viabilidade dos insetos e o aumento da
1091 mortalidade nas suas diferentes fases do desenvolvimento (Busato et al. 2005).

1092 Devido a este fato, mais estudos avaliando a influência da temperatura sobre o
1093 desenvolvimento da praga em hospedeiros alternativos são necessários para melhor estimar as
1094 alterações em condições de campo, pois sabe-se que fatores que possam afetar a bioecologia
1095 dos insetos-praga, são de grande importância na pressão de seleção e no custo adaptativo
1096 (Waquil et al. 2016).

1097 Compreender como os processos adaptativos moldam a trajetória evolutiva das
1098 populações de pragas não impedirá a transformação contínua das populações naturais, mas
1099 pode guiar a busca por melhor monitoramento de resistência e gerenciamento de sucessão de
1100 culturas a longo prazo (Silva et al. 2020). Dessa forma, explorando outros vieses dentro do
1101 MIP, é possível buscar soluções cada vez mais sustentáveis sem que a produtividade seja
1102 afetada, com base em pilares mais sustentáveis do que os atuais.

1103 Dentre os parâmetros biológicos avaliados o período larval assume grande importância
1104 para as espécies. Durante esse período, as lagartas acumulam biomassa para que após a fase
1105 de pré-pupa, sejam capazes de atingir a fase de pupa, a qual demanda grande gasto energético
1106 (Sá et al. 2009). A inadequação nutricional do substrato alimentar ou a baixa ingestão de
1107 alimento pelo inseto, causada ou não pela existência de um ou mais inibidores no alimento,
1108 pode levar ao prolongamento durante a fase larval (Martinez & Emden 2001). No presente
1109 estudo isto ocorreu com a espécie de trevo branco, pois houve um aumento do período larval
1110 em relação à dieta artificial.

1111 Quando as características nutricionais das plantas ofertadas não suprem os subsídios
1112 mínimos para o desenvolvimento do inseto, ocorre o prolongamento de uma das fases de
1113 desenvolvimento para que este consiga completar seu ciclo biológico (Parra 2009). Tal fato
1114 pode justificar o prolongamento da fase larval de *C. includens* em trevo branco. O hospedeiro
1115 se mostra melhor e mais adequado para o desenvolvimento do inseto à medida que reduz o
1116 seu período larval (Machado et al. 2014). Com base nisso nenhum dos hospedeiros

1117 alternativos pareceu ser promissor para o desenvolvimento da espécie de *C. includens* em
1118 relação a redução do período larval.

1119 Apesar do grande número de pupas apresentada pelo trevo persa, não foi possível
1120 avaliar a prole, devido a não compatibilidade ou sincronia na emergência de machos e fêmeas
1121 para que os casais fossem montados, no campo em maior número seria possível que houvesse
1122 essa compatibilidade. Neste hospedeiro, ocorreu emergência de sete adultos, sendo eles, três
1123 fêmeas que apresentaram uma longevidade média de 10 dias (sendo o maior período de 21
1124 dias) e quatro machos que apresentaram uma longevidade média de 3,7 dias (sendo o maior
1125 período de 6 dias).

1126 A alta mortalidade apresentada nos hospedeiros alfafa, ervilhaca e cornichão, indicam
1127 que estes seriam excelentes opções como plantas forrageiras, pois estas não serviriam como
1128 ponte verde para lagartas de *C. includens*, além de serem ótimas plantas de cobertura.
1129 Possivelmente as folhas de alfafa, ervilhaca e cornichão não atenderam as exigências
1130 nutricionais da fase larval, devido à baixa viabilidade larval observada, ou seja, a menor
1131 adaptação das lagartas nas folhas desse e dos demais cultivos de inverno. A utilização de
1132 plantas hospedeiras que possam vir a minimizar o potencial biótico do inseto-praga, é uma
1133 maneira de não potencializar problemas futuros relacionado a presença e densidade
1134 populacional dessa praga na cultura consorciada na qual este apresenta boa adaptação (Aquad
1135 et al. 2016).

1136 A biomassa pupal é um parâmetro relacionado à fertilidade do inseto, pois os que
1137 apresentam maior biomassa por consequência originam adultos mais férteis. Entretanto esse
1138 parâmetro apresenta baixa variabilidade, pois é uma fase de acúmulo de água no corpo do
1139 inseto (Pencoe & Martin 1981, Dias et al. 2016). Nas espécies trevo branco, trevo persa e
1140 trevo vermelho, a *C. includens* conseguiu atingir o período pupal, com um peso de pupas
1141 maior em trevo vermelho e trevo persa, do que nas outras espécies estudadas.

1142 A baixa viabilidade de pupas é outro fator que chama a atenção, pois apesar da espécie
1143 conseguir completar a fase larval nesses hospedeiros, estes não possibilitaram o seu pleno
1144 desenvolvimento. O trevo persa se destacou como sendo a espécie forrageira com a maior
1145 viabilidade de pupas e em consequência disso, com maior emergência de adultos quando
1146 comparados aos demais hospedeiros alternativos.

1147 No presente trabalho, observou-se que as pupas que apresentaram maior peso foram
1148 aquelas alimentadas com trevo vermelho e trevo persa, respectivamente. Porém, a que teve
1149 viabilidade acima de 50% foi a de trevo persa, demonstrando ser esse um hospedeiro mais
1150 adequado para *C. includens*, no qual o inseto-praga consegue ultrapassar fase larval.

1151 Não foi possível calcular a razão sexual para todos os hospedeiros, pois a espécie não
1152 ultrapassou a fase larval, nos hospedeiros ervilhaca e cornichão. No hospedeiro trevo branco,
1153 houve apenas uma pupa deformada inviabilizando a sexagem da mesma, assim como a sua
1154 viabilidade. Só foi possível a realização do cálculo no trevo persa e na dieta artificial. Quando
1155 plantas hospedeiras aumentam a duração do desenvolvimento e/ou reduzem a fecundidade do
1156 inseto, estas podem diminuir a pressão de insetos-praga, reduzindo o seu crescimento
1157 populacional (Moonga & Davis, 2016).

1158 O presente estudo demonstrou que o controle cultural de *C. includens* com espécies
1159 leguminosas forrageiras de inverno pode ser uma realidade no manejo da praga nas regiões
1160 sojicultoras, sendo plausível sugerir que as espécies de alfafa, cornichão e ervilhaca podem
1161 ser utilizadas na rotação e sucessão de culturas após a safra, pois não proporcionaram o
1162 melhor desenvolvimento para a espécie de *C. includens*. Porém, deve-se ter atenção com as
1163 espécies de trevo persa e vermelho, pois estas mostraram ser as espécies em que a lagarta-
1164 falsa-medideira tiveram uma adaptação mais significativa, sugerindo que essas possam ser
1165 utilizadas como possíveis culturas armadilha. O manejo de tais espécies pode ser uma
1166 alternativa no manejo integrado de *C. includens* na cultura da soja.

1167 As espécies de leguminosas forrageiras, trevos branco, persa e vermelho, apresentaram
1168 maior atratividade tanto para lagartas neonatas, quanto para, lagartas de 3º instar larval de *C.*
1169 *inclusens*. A sobrevivência larval de lagartas alimentadas com as espécies de trevos foi maior
1170 que nos demais hospedeiros alternativos, assim como, foram os hospedeiros em que as
1171 lagartas apresentaram maior peso larval (mg), levando em consideração a quantidade de
1172 indivíduos pesados no 14º dia de desenvolvimento da espécie.

1173 Com base nos dados obtidos neste estudo, o cornichão não é um hospedeiro alternativo
1174 adequado para a lagarta-falsa-medideira, pois neste hospedeiro a espécie apresentou uma
1175 menor sobrevivência larval, alta mortalidade inicial (cinco e 10 dias), bem como, o menor
1176 peso de lagartas (mg) no 14º dia de desenvolvimento. A espécie-praga não foi capaz de
1177 completar todo seu ciclo de desenvolvimento neste hospedeiro.

1178 O presente estudo demonstra resultados importantes sobre atratividade, sobrevivência
1179 e parâmetros biológicos de *C. inclusens* em hospedeiros alternativos que estão adaptados as
1180 condições edafoclimáticas do Sul do país. As informações obtidas contribuem para o controle
1181 da lagarta-falsa-medideira em diversos estádios de desenvolvimento, sendo o presente
1182 trabalho uma importante ferramenta no MIP-Soja para esse inseto-praga polífago que
1183 atualmente causa severos danos à cultura da soja no Brasil e em outros países da América.

1184

1185 *Agradecimentos*

1186 Esse estudo contou com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento
1187 Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
1188 Superior (CAPES).

1189

1190 *Conformidade com padrões éticos*

1191 *Conflito de interesses*

1192 Os autores declaram não haver conflito de interesses.

1193 Esse artigo relata apenas resultados de pesquisa. A citação de nomes comerciais ou
1194 produtos comerciais é apenas com o objetivo de fornecer informações específicas e não
1195 implica recomendação ou endosso pela(s) Instituição(ões) envolvida(s) nesse estudo.

1196 *Aprovação ética*

1197 Esse artigo não apresenta estudos com participantes humanos ou vertebrados
1198 realizados por qualquer um dos autores.

1199

1200 *Referências*

1201 Alford AR, Hammond Junior AM (1982) Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) populations in
1202 Louisiana soybeans ecosystems as determined with looplurebaited traps. J Econ Entomol 75:
1203 647-650

1204 Andrade K, Bueno AF, Silva DM, Stecca CS, Pasini A, Oliveira MCN (2016) Bioecological
1205 characteristics of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different hosts.
1206 Austral Entomol 55:449-454

1207 Auad AM, Souza Sobrinho F, Mendes SM, Toledo AMO, Lucindo TS, Benites FRG (2016)
1208 Seleção de clones de braquiária para resistência à lagarta-do-cartucho. Pesqui Agropecu Bras
1209 51:579-585

1210 Baldin ELL, Lourenção AL, Schlick-Souza EC (2014) Outbreaks of *Chrysodeixis includens*
1211 (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) in common bean and castor bean in São Paulo State,
1212 Brazil. Bragantia 73:458-461

1213 Barbosa FS, Aguiar-Menezes EL, Arruda LN, Santos CLR, Pereira MB (2011) Potencial de
1214 flores na otimização do controle biológico de pragas para uma agricultura sustentável. Rev
1215 Bras Agroecol 6:101-110

- 1216 Begum M, Gurr GM, Wratten SD, Hedberg PR, Nicol HI (2006) Using selective food plants
1217 to maximize biological control of vineyard pests. *J Appl Ecol* 43: 547-554
- 1218 Bellanda HCHB, Zucoloto FS (2009) Lagartas desfolhadoras (Lepidoptera). In: Bioecologia e
1219 nutrição de insetos: Bases para o manejo integrado de pragas. Embrapa Informação
1220 Tecnológica: Brasília (DF), p. 164
- 1221 Botelho ABRZ, Silva IF, Ávila CJ (2019) Aspectos biológicos da lagarta-falsa-medideira e
1222 sua criação em laboratório com dieta artificial. Embrapa, Circular Técnica, n. 47. Disponível
1223 em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1118272/1/36927.pdf>>
1224 Accessed 06 Mar 2022
- 1225 Bowler K, Terblanche JS (2008) Insect thermal tolerance: what is the role of ontogeny, ageing
1226 and senescence? *Biol Rev* 83:339-355
- 1227 Bueno RCOF, Bueno AF, Moscardi F, Parra JRP, Hoffmann-Campo CB (2011) Lepidoptera
1228 larvae consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic
1229 thresholds for pest management decisions. *Pest Manag Sci* 67:170-174
- 1230 Busato GR, Grützmacher AD, Garcia MS, Giolo FP, Zotti MJ, Stefanello Júnior GJ (2005)
1231 Biologia comparada de populações de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera:
1232 Noctuidae) em folhas de milho e arroz. *Neotrop Entomol* 34:743- 750
- 1233 Comissão de química e fertilidade do solo - CQFSRS/SC (2004) Manual de recomendações
1234 de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. ed. Porto
1235 Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 394 p.
- 1236 Cunningham JP, Zalucki MP (2014) Understanding Heliothine (Lepidoptera: Heliothinae)
1237 pests: What is a host plant? *J Econ Entomol* 107:881-896
- 1238 Dias AS, Marucci RC, Mendes SM, Moreira SG, Araújo OG, Santos CA, Barbosa TA (2016)
1239 Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) in different cover crops. *Biosci J* 32:337-
1240 345

- 1241 Eichlin TD, Cunningham HB (1978) The Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) of America
1242 North of Mexico, emphasizing genitalic and larval morphology. Washington: Agricultural
1243 Research Service/USDA, 125 p. (Technical Bulletin, 1567).
- 1244 Gaston KJ (2003) The Structure and Dynamics of Geographical Ranges. Oxford University
1245 Press, Oxford.
- 1246 Greene GL, Lepla NC, Dickerson WA (1976) Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and
1247 artificial médium. J Econ Entomol 69:488-497
- 1248 Haenke S, Scheid B, Schaefer M, Tschardt T, Thies C (2009) Increasing syrphid fly
1249 diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes. J Appl Ecol
1250 46:1106-1114
- 1251 Li YH, Liu WL (2004) Learning in phytophagous insects. Acta Entomol Sin 47: 106-116
- 1252 Liu Z, Li D, Gong P, Wu K (2004) Life tables studies of cotton bollworm, *Helicoverpa*
1253 *armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. Environ Entomol
1254 33:1570-1576
- 1255 Machado KKG, Lemos RNS, Medeiros FR (2014) Biologia comparada de populações da
1256 lagarta-do-cartucho em folhas de milho e mandioca. Rev Caatinga 27:234-239
- 1257 Martinez SS, Emden HF (2001) Redução do crescimento, deformidades e mortalidade
1258 *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) causadas por *Azadiractina*.
1259 Neotrop Entomol 30:113-125
- 1260 Moonga MN, Davis JÁ (2016) Partial life history of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera:
1261 Noctuidae) on summer hosts. J Econ Entomol 109:1713–1719
- 1262 Moscardi F, Bueno AF, Sosa-Gómez DR, Roggia S, Hoffmann-Campo CB, Pomari AF,
1263 Corso IC, Yano SAC (2012) Artrópodes que atacam as folhas da soja. Embrapa, Soja: manejo
1264 integrado de insetos e outros artrópodes-praga, Cap. 4. Disponível em:
1265 <<http://www.cnpso.embrapa.br/artropodes/Capitulo4.pdf>>. Accessed 04 Abr 2022

- 1266 Palma J, Maebe K, Guedes JVC, Smagghe G (2015) Molecular variability and genetic
1267 structure of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae), an importante soybean
1268 defoliator in Brazil. Plos One 10:e0121260
- 1269 Pan H, Lu Y, Wyckhuys KAG, Wu K (2013) Preference of a polyphagous mirid bug,
1270 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dur) for flowering host plants. Plos One 8:e68980
- 1271 Panizzi AR, Parra JRP (2009) Introdução à bioecologia e nutrição de insetos como base para
1272 o manejo integrado de pragas. In: Panizzi AR, Parra JRP. Bioecologia e nutrição de insetos:
1273 base para o manejo integrado de pragas. Brasília: EMBRAPA, p. 21-36
- 1274 Parra JRP (2001) Técnicas de criação de insetos para programa de controle biológico.
1275 Piracicaba, SP: FEALQ, 2001. 134p.
- 1276 Parra JRP (2009) Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimentos por
1277 insetos. In: Panizzi AR, Parra JRP. Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo
1278 integrado. Brasília (DF): Embrapa Informações Tecnológicas, p. 37-90.
- 1279 Penco NL, Martin PB (1981) Development and reproduction of fall armyworms on several
1280 wild grasses. Environ Entomol 10:999-1002
- 1281 Perini CR, Sosa VI, Koda VE, Silva H, Risso AA, Vasconcelos WNF, Gonçalves CF, Ugalde
1282 GA, Machado DN, Bevilacqua CB, Ardisson-Araújo DMP, Maebe K, Smagghe G,
1283 Valmorbidia I, Guedes JC (2020) Genetic structure of two Plusiinae species suggests recent
1284 expansion of *Chrysodeixis includens* in the American continent. Agric For Entomol 23:250-
1285 260
- 1286 R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation
1287 for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 1288 Risch SJ (1981) Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: An
1289 experimental test of two hypotheses. Ecology 62:1325-1340

- 1290 Sá VGM, Fonseca BVC, Boregas KGB, Waquil JM (2009) Sobrevivência e desenvolvimento
1291 larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros
1292 alternativos. Neotrop Entomol 38:108-115
- 1293 Santiago R, Barros-Rios J, Malvar RA (2013) Impact of cell wall composition on maize
1294 resistance to pests and diseases. Int J Mol Sci 14:6960-6980
- 1295 Santos KB, Neves PJ, Menegum AM (2005) Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer)
1296 (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. Neotrop Entomol 34:903-910
- 1297 Santos SR, Specht A, Carneiro E, Paula-Moraes SV, Casagrande MM (2017) Interseasonal
1298 variation of *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) populations in
1299 the Brazilian Savana. Rev Bras Entomol 61:294-299
- 1300 Silva SC, Cordeiro EMG, Paiva JB, Dourado PM, Carvalho RA, Head G, Martineli S, Correa
1301 AS (2020) Population expansion and genomic adaptation to agricultural environments of the
1302 soybean looper, *Chrysodeixis includens*. Evol Appl 13:2071–2085
- 1303 Silveira Neto S, Nakano O, Barbin D, Villa-Nova NA (1976) Manual de ecologia dos insetos.
1304 Piracicaba: Agronômica Ceres, p. 419.
- 1305 Specht A, Paula-Moraes SV, Sosa-Gómez DR (2015) Host plants of *Chrysodeixis includens*
1306 (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae). Rev Bras Entomol 59:343-345
- 1307 Specht A, Sosa-Gómez DR, Roque-Specht VF, Valduga E, Gonzatti F, Schuh SM, Carneiro E
1308 (2019) Biotic potencial and life tables of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae),
1309 *Rachiplusia nu*, and *Trichoplusia ni* on soybean and forage turnip. J Insect Sci 19:8.
- 1310 Vendramim JD, Guzzo EC. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In:
1311 Panizzi AR, Parra JRP (2009) Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado
1312 de pragas. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnologia; Londrina: Embrapa Soja. 1164p.
- 1313 Waquil MS, Pereira EJG, Carvalho SSS, Pitta RM, Waquil JM, Mendes SM (2016) Índice de
1314 adaptação e tempo letal da lagarta-do-cartucho em milho. Pesqui Agropecu Bras 51:563-570

- 1315 Zulin D, Avila CJ, Schlick-Souza EC (2018) Population fluctuation and vertical distribution
1316 of the soybean looper (*Chrysodeixis includes*) in soybean culture. Am J Plant Sci 9:1544-
1317 1556

1318 *Tabela 1* Número médio (\pm EPM) de neonatas (> 24 horas de idade) de *Chrysodeixis includens* em folhas de diferentes hospedeiros de clima temperado, em teste com chance
 1319 de escolha.

Atratividade - Neonatas de <i>Chrysodeixis includens</i>									
Tratamentos	Tempo								
	Minutos				Horas				
	5	30	45	60	2	4	6	8	24
Alfafa	2,40 \pm 0,37a	2,30 \pm 0,33a	2,30 \pm 0,33a	2,30 \pm 0,36a	2,20 \pm 0,41a	1,90 \pm 0,45a	2,20 \pm 0,44ab	2,20 \pm 0,44a	2,20 \pm 0,46a
Cornichão	0,50 \pm 0,16c	0,60 \pm 0,16b	0,50 \pm 0,16b	0,10 \pm 0,10c	0,30 \pm 0,21b	0,30 \pm 0,21b	0,20 \pm 0,20c	0,30 \pm 0,30b	0,10 \pm 0,10b
Ervilhaca	2,20 \pm 0,35ab	2,30 \pm 0,36a	1,90 \pm 0,43a	2,20 \pm 0,29a	2,30 \pm 0,44a	2,30 \pm 0,44a	2,10 \pm 0,37ab	1,90 \pm 0,37a	1,90 \pm 0,37a
Trevo branco	1,50 \pm 0,26abc	1,50 \pm 0,26ab	1,70 \pm 0,30ab	2,20 \pm 0,29a	2,00 \pm 0,29a	2,10 \pm 0,31a	2,40 \pm 0,33a	2,30 \pm 0,33a	2,40 \pm 0,33a
Trevo persa	0,80 \pm 0,29c	0,70 \pm 0,26b	1,10 \pm 0,40ab	1,00 \pm 0,33bc	1,10 \pm 0,37ab	1,20 \pm 0,35ab	1,00 \pm 0,29bc	1,20 \pm 0,29ab	1,20 \pm 0,29ab
Trevo vermelho	1,60 \pm 0,16abc	1,60 \pm 0,16ab	2,00 \pm 0,14a	1,90 \pm 0,23ab	1,90 \pm 0,17a	2,00 \pm 0,21a	1,90 \pm 0,17ab	1,90 \pm 0,17a	2,00 \pm 0,21a
Sem hosp.	1,00 \pm 0,39bc	1,0 \pm 0,39b	0,50 \pm 0,16b	0,30 \pm 0,15c	0,20 \pm 0,13b	0,20 \pm 0,13b	0,10 \pm 0,10c	0,00 \pm 0,00b	0,00 \pm 0,00b
<i>gl</i>	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63
<i>F</i>	5,55	24,27	28,84	40,44	32,48	30,95	38,29	36,46	41,40
<i>P</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letras minúsculas nas colunas pelo teste de *Tukey* com 5% de probabilidade de erro tipo I.

1320

1321

1322

1323

1324

1325

1326

1327

1328

1329

1330

1331

1332

1333

Tabela 2 Número médio (\pm EPM) de lagartas de 3º instar de *Chrysodeixis includens* em folhas de diferentes hospedeiros de clima temperado, em teste com chance de escolha.

Tratamentos	Atratividade – Lagartas de 3º instar de <i>Chrysodeixis includens</i>								
	Minutos				Tempo				
	5	30	45	60	2	4	6	8	24
Alfafa	1,30 \pm 0,26ab	1,10 \pm 0,27a	1,10 \pm 0,27b	1,00 \pm 0,21b	1,20 \pm 0,24bc	1,20 \pm 0,24bc	1,80 \pm 0,32abc	2,10 \pm 0,27a	1,80 \pm 0,38ab
Cornichão	1,30 \pm 0,30ab	1,00 \pm 0,25a	0,80 \pm 0,24b	0,70 \pm 0,26b	0,60 \pm 0,22c	0,50 \pm 0,22c	0,60 \pm 0,22c	0,60 \pm 0,22c	0,40 \pm 0,22b
Ervilhaca	1,00 \pm 0,25ab	0,90 \pm 0,27a	0,80 \pm 0,29b	1,10 \pm 0,23b	0,70 \pm 0,26c	0,70 \pm 0,21c	0,70 \pm 0,15c	0,80 \pm 0,20bc	0,60 \pm 0,30ab
Trevo branco	1,70 \pm 0,26ab	1,50 \pm 0,22a	1,50 \pm 0,22ab	1,90 \pm 0,34ab	2,30 \pm 0,21ab	2,20 \pm 0,20ab	1,80 \pm 0,29abc	1,80 \pm 0,29ab	1,20 \pm 0,29ab
Trevo persa	1,80 \pm 0,24ab	2,20 \pm 0,35a	2,70 \pm 0,44a	3,20 \pm 0,55a	2,40 \pm 0,33a	2,40 \pm 0,33a	2,30 \pm 0,30a	2,50 \pm 0,26a	1,70 \pm 0,36ab
Trevo vermelho	2,10 \pm 0,37a	2,10 \pm 0,37a	1,90 \pm 0,31ab	1,10 \pm 0,31b	1,40 \pm 0,30abc	1,40 \pm 0,30abc	2,00 \pm 0,29ab	2,10 \pm 0,59a	2,00 \pm 0,36ab
Sem hosp.	0,80 \pm 0,24b	1,20 \pm 0,41b	1,20 \pm 0,41b	1,00 \pm 0,25b	1,40 \pm 0,26abc	1,60 \pm 0,26abc	0,80 \pm 0,35bc	0,10 \pm 0,10c	2,10 \pm 0,56a
<i>gl</i>	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63	6, 63
<i>F</i>	2,65	2,72	4,36	40,44	27,78	29,58	26,59	15,19	3,35
<i>P</i>	0,023	0,020	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006

1334

1335

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letras minúsculas nas colunas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro tipo I.

1336

1337

1338

1339

1340

1341

1342

1343

1344

1345

1346

1347 *Tabela 3* Número médio (\pm EPM) de neonatas (> 24 horas de idade) e de lagartas de 3º ínstar de *Chrysodeixis includens* em folhas de diferentes hospedeiros de clima
 1348 temperado, em teste com chance de escolha.

Tratamentos	Neonatas	3º ínstar
Alfafa	2,14 \pm 0,19a	1,62 \pm 0,13bc
Cornichão	0,24 \pm 0,09c	0,54 \pm 0,09d
Ervilhaca	2,10 \pm 0,17a	0,70 \pm 0,1cd
Trevo branco	2,24 \pm 0,14a	1,86 \pm 0,12ab
Trevo persa	1,14 \pm 0,14b	2,26 \pm 0,14a
Trevo vermelho	1,94 \pm 0,08a	1,78 \pm 0,13ab
Sem hosp.	0,10 \pm 0,04c	1,20 \pm 0,17cd
<i>gl</i>	6, 343	6, 343
<i>X</i> ²	178,98	107,05
<i>P</i>	<0,001	<0,001

1349 *Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letras minúsculas nas colunas, pelo teste de *Dunnet* com correção de *Bonferroni* a 5% de probabilidade
 1350 de erro.
 1351
 1352
 1353
 1354
 1355
 1356
 1357
 1358
 1359
 1360

1361
1362Tabela 4 Sobrevivência larval (dias), peso larval (mg) e mortalidade acumulada (M.A%) (\pm EPM) de *Chrysodeixis includens* em diferentes hospedeiros de clima temperado.

Tratamentos	Sobrevivência larval (dias)									
	10°C			M.A ¹ (%)	Peso 14° dia (mg)	25°C			M.A ¹ (%)	Peso 14° dia (mg)
	5	10	15			5	10	15		
Alfafa	0,99 \pm 0,01a	0,76 \pm 0,04a	0,52 \pm 0,05b	48	0,32 \pm 0,02b	0,91 \pm 0,03a	0,90 \pm 0,03a	0,79 \pm 0,04a	21	33,25 \pm 1,86b
Cornichão	0,67 \pm 0,05b	0,13 \pm 0,03b	0,03 \pm 0,02c	97	0,57 \pm 0,23a	0,71 \pm 0,05c	0,64 \pm 0,05c	0,33 \pm 0,05c	77	14,96 \pm 1,71c
Ervilhaca	0,95 \pm 0,02a	0,85 \pm 0,03a	0,67 \pm 0,05ab	33	0,43 \pm 0,02ab	0,63 \pm 0,05c	0,56 \pm 0,05c	0,34 \pm 0,05c	66	5,84 \pm 0,74cd
Trevo branco	0,94 \pm 0,02a	0,79 \pm 0,04a	0,62 \pm 0,05ab	38	0,22 \pm 0,02c	0,89 \pm 0,03a	0,79 \pm 0,04b	0,73 \pm 0,04a	27	31,62 \pm 1,77b
Trevo persa	0,93 \pm 0,02a	0,73 \pm 0,04a	0,54 \pm 0,05b	46	0,29 \pm 0,02bc	0,84 \pm 0,04ab	0,76 \pm 0,04b	0,66 \pm 0,05ab	34	52,38 \pm 3,34a
Trevo vermelho	0,90 \pm 0,03a	0,71 \pm 0,05a	0,51 \pm 0,05b	49	0,26 \pm 0,02bc	0,96 \pm 0,02a	0,93 \pm 0,03a	0,82 \pm 0,04a	18	44,18 \pm 2,40ab
Dieta artificial	0,98 \pm 0,01a	0,89 \pm 0,03a	0,82 \pm 0,04a	18	0,42 \pm 0,02ab	1,00 \pm 0,00a	0,99 \pm 0,01a	0,98 \pm 0,01a	2	1,91 \pm 0,13d
<i>gl</i>	6, 693	6, 693	6, 693		6, 367	6, 693	6, 693	6, 693		6, 693
<i>X</i> ²	86,41	186,28	145,27		77,73	83,83	90,77	161,63		309,50
<i>P</i>	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001

1363
1364
1365

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letras minúsculas nas colunas, pelo teste de de *Dunnet* com correção de *Bonferroni* a 5% de probabilidade de erro. ¹Mortalidade acumulada (%).

1366

1367

1368

1369

1370

1371
1372

Tabela 5 Médias (\pm EPM) da duração do período larval (dias), peso larval e pupal (mg), razão sexual e longevidade de adultos (dias) de *Chrysodeixis includens* em diferentes hospedeiros de clima temperado.

Tratamentos	Parâmetros biológicos avaliados					
	Período larval (dias)	Peso larval (mg)	Peso pupal (mg)	Razão sexual	Longevidade de adultos (dias)	M.A ¹ % (fase larval)
Alfafa	12,00 \pm 0,96d n=100	42,33 \pm 4,02c n= 34	87,3 \pm 0,00c n=1	0,00	0,00 \pm 0,00b	96
Cornichão	8,85 \pm 0,61d n=100	1,97 \pm 0,19d n=28	0,00 \pm 0,00c	0,00	0,00 \pm 0,00b	100
Ervilhaca	10,33 \pm 0,70d n=100	3,59 \pm 0,27d n=37	0,00 \pm 0,00c	0,00	0,00 \pm 0,00b	100
Trevo branco	37,15 \pm 1,75a n=100	5,14 \pm 0,47d n=81	43,3 \pm 0,00b n=1	0,00	0,00 \pm 0,00b	99
Trevo persa	26,41 \pm 1,14b n=100	45,21 \pm 1,66b n=77	107,62 \pm 6,03b n=12	0,58 n=12	6,42 \pm 2,47b n=7	83
Trevo vermelho	17,90 \pm 1,50c n=100	1,55 \pm 0,08d n=44	121,25 \pm 26,85c n=2	0,00	12 \pm 0,00b n=1	98
Dieta artificial	25,22 \pm 0,50b n=100	58,40 \pm 2,04a n=96	96,41 \pm 3,07a n=72	0,53 n=72	10,64 \pm 0,40a n=60	24
<i>gl</i>	6, 693	6, 693	6, 693	148, 78	6, 693	
<i>X</i> ²	294,80	329,94	400,69	19,76	357,52	
<i>P</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

1373
1374
1375
1376

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letras minúsculas nas colunas, pelo teste de de *Dunnet* com correção de *Bonferroni* a 5% de probabilidade de erro. ¹Mortalidade acumulada (%).

4. Considerações finais

Considerando que atualmente a lagarta-falsa-medideira é um dos principais insetos-praga que preocupam as regiões sojicultoras do Brasil e de diversos países da América, a implementação correta do Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da soja e principalmente o aperfeiçoamento de estratégias ainda pouco exploradas, assim como, as quatro apresentadas aqui nesta tese (controle cultural, controle químico, controle biológico e controle comportamental), são de suma importância para contribuir com um manejo correto e sustentável de *Chrysodeixis includens*, pois essas estratégias visam um controle mais assertivo tanto de lagartas, quanto de insetos adultos.

O controle cultural foi explorado através da identificação de hospedeiros alternativos que pudessem ser usados no manejo da lagarta-falsa-medideira. As espécies forrageiras alfafa, ervilhaca e em destaque o cornichão, podem ser utilizadas na rotação e sucessão de culturas, pois não proporcionaram o melhor desenvolvimento de *C. includens*. As três espécies forrageiras podem ser indicadas para serem cultivadas em áreas com histórico de infestação de *C. includens*, visando a quebra do ciclo do inseto-praga.

O controle químico aliado ao controle biológico, através da associação de inseticidas químicos seletivos com bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), como o produto Acera[®], são uma boa alternativa para controle de *C. includens*. Verificou-se que o indoxacarbe ao ser utilizado 50% da concentração máxima recomendada em campo para a cultura (MFRC) da soja, associado a 5% MFRC do bioinseticida *Bt* apresentou 96% de mortalidade acumulada de lagartas de terceiro instar de *C. includens*, 24 horas após a exposição (HAE).

O controle comportamental utilizando iscas tóxicas mostrou ser eficiente no controle populacional de adultos de *C. includens*, em condições de laboratório. A utilização dos inseticidas indoxacarbe e deltametrina, na porcentagem de adição de 5% MFRC, associados ao atrativo alimentar Acttra® Noctuídeo atingiram a mortalidade total (100%) de adultos observados em 48 HAE, representando assim, iscas tóxicas promissoras para o manejo de *C. includens* na cultura da soja.

Através da análise dos resultados obtidos ao longo de quatro anos de estudo de *C. includens*, em condições laboratório, foi possível identificar que as estratégias aqui apresentadas são adequadas para o seu controle, impactando na sua mortalidade e mitigando o uso de inseticidas no seu controle, sem perda de eficácia.

Portanto, conclui-se que a atualização e a diversificação das táticas utilizadas no MIP-Soja, devem contribuir para o correto manejo do inseto-praga dentro da cultura, não só momentaneamente, mas ao longo de vários anos, trazendo diversificação, solidez e avanços tecnológicos no que diz respeito ao controle de *C. includens*.

Referências

- ALFORD, A.R.; HAMMOND, A.M.Jr Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Louisiana soybeans ecosystems as determined with looplurebaited traps. **Journal of Economic Entomology**, v.75, p.647-650, 1982.
- ARTUZO, F.D.; FOGUESATTO, C.R.; SOUZA, A.R.L.; SILVA, L.X. Gestão de custos na produção de milho e soja. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v.20, p.273-294, 2018.
- ÁVILA, C.J.; SANTOS, V. Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da soja: Um estudo de caso com benefícios econômicos e ambientais. **Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste**, 2018. 43 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 143).
- ÁVILA, C.J.; VIVAN, L.M.; TOMQUELSKI, G.V.; Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. **Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste**, 2013. 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 23).
- AZEVEDO, L.; CASTELANI, P. **Agricultural Adjuvants for Crop Protection**. 1 ed. Rio de Janeiro: Imos Gráfica Editora, 2013. 236p.
- BALDIN, E.L.L.; LOURENÇÃO, A.L.; SCHLICK-SOUZA, E.C. Outbreaks of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) in common bean and castor bean in São Paulo State, Brazil. **Bragantia**, v.73, p.458-461, 2014.
- BORTOLOTTO O.C.; POMARI-FERNANDES, A.; BUENO R.C.O.F.; BUENO, A.F.; KRUZ, Y.K.S.; QUEIROZ, A.P.; SANZOVO, A.; FERREIRA, R. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**, v.1, p.25-32, 2015.
- BOTELHO, A.B.R.Z.; SILVA, I.F.; ÁVILA, C.J. Aspectos biológicos da lagarta-falsa-medideira e sua criação em laboratório com dieta artificial. **Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste**, 2019. 24 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 47).
- BUENO, A.F.; PANIZZI, A.R.; HUNT, T.E.; DOURADO, P.M.; PITTA, R.M.; GONÇALVES, J. Challenges for adoption of integrated pest management (IPM): the soybean example. **Neotropical Entomology**, v.50, p.5-20, 2021.
- BUENO, A.F.; PAULA-MORAES, S.V.; GAZZONI, D.L.; POMARI, A.F. Economic Thresholds in Soybean-Integrated Pest Management: Old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**, v.42, p.439-447, 2013.
- BUENO, R.C.O.F.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J.R.P.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. Lepidoptera larvae consumption of soybean foliage: basis for

developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v.67, p.170-174, 2011.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F. *Trichogramma pretiosum* parasitism of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatalis* eggs at different temperatures. **Biological Control** v.60, p.154-162, 2012.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J.R.G.; CAMILLO, M.F. Sem barreiras. **Revista Cultivar**, v.93, p.12-15, 2007.

CANERDAY, T.D.; ARANT, F.S. Biology of *Pseudoplusia includens* and notes on biology of *Trichoplusia ni*, *Rachiplusia ou* and *Autographa biloba*. **Journal of Economic Entomology**, v.60, p.870-871, 1967.

CARVALHO, L.C.; FERREIRA, F.M.; BUENO N.M. Importância econômica e generalidades para o controle da lagarta falsa-medideira na cultura da soja. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.8, p.1021-1034, 2012.

CATCHOT, A. **Soyben insect managment guide**. In: FURTHERANCE OF ACTS OF CONGRESS. CAB, Mississipi, 2006. p.1-31.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **A produtividade da soja: análise e perspectivas**. Compêndio de estudos CONAB, Brasília: Conab. v.10, p.1-35, 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Compêndio de estudos CONAB, Brasília: Conab. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 27 nov. 2021.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F.T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ROGGIA, S. Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2014/15 no Paraná. **Londrina: Embrapa soja**, 2015. 60 p. (Embrapa Soja. Documentos, 361).

CUNNINGHAM, J.P.; ZALUCKI, M.P. Understanding *Heliothine* (Lepidoptera: Heliothinae) pests: What is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, v.107, p.881-896, 2014.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C. Manejo avançado. **Revista Cultivar**, v.16, p.6-10, 2015.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C. Manejo avançado: Surtos de falsa-medideira. **Cultivar. Grandes Culturas**, v.178, p.20-24, 2014.

DEGRANDE, P.E.; VIVAN, L.M. **Pragas da soja - Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2008/2009**. Maracaju-MS: Fundação MS, p. 73-108, 2009.

EICHLIN, T.D.; CUNNINGHAM, H.B. **The Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) of America North of Mexico, emphasizing genitalic and larval morphology**.

Washington: Agricultural Research Service/USDA, 1978. 125 p. (Technical Bulletin, 1567).

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em 15 nov. 2021.

HAYASHIDA, R.; GODOY, C.V.; HOBACK, W.W.; BUENO, A.F. Are economic thresholds for IPM decisions the same for low LAI soybean cultivars in Brazil? **Pest Management Science**, v.77, p.1256-1261, 2021.

HERZOG, D.C. Sampling soybean looper on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D. C. (Ed.). **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer-Verlag, 1980. p. 140-168.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GOMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Londrina: Embrapa Soja**, 2000. 70p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 30).

JOST, D.J.; PITRE, H.N. Soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition on cotton and soybean of different growth stages: influence of olfactory stimuli. **Journal of Economic Entomology**, v.95, p.286-293, 2002.

KOGAN, M. Integrate pest management historical, perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v.43, p.243-270, 1998.

LINGREN, P.D.; GREENE, G.L.; DAVIS, D.R.; BAUMHOVER, A.H.; HENNEBERRY, T.J. Nocturnal behavior of four lepidopteran pests that attack tobacco and other crops. **Annals of the Entomological Society of America**, v.70, p.161-167, 1977.

MARTINS, G.L.M.; TOMQUELSKI, G.V. Eficiência de inseticidas no controle de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.2, p.25-30, 2015.

MASON, L.J.; MACK, T.P. Influence of temperature on oviposition and adult female longevity for the soybean looper, *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, v.13, p.379-383, 1984.

MEDINA, G.; RIBEIRO, G.G.; BRASIL, E.M.; Participação do capital brasileiro na cadeia produtiva da soja: lições para o futuro do agronegócio nacional. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.13, p.3-38, 2016.

MITCHELL, E.R. Life history of *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of the Georgia Entomological Society**, v.2, p.53-57, 1967.

MOLINA, A. **Soja: expectativa x frustração**. Disponível em:<www.embrapa.br/Famasul.htm>. Acesso em: 15 dez. 2021.

MOONGA, M.N.; DAVIS, J.A. Partial life history of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) on summer hosts. **Journal of Economic Entomology**, v.109, p.1713-1719, 2016.

MOURA, A.P.; ROCHA, L.C.D. Seletivos e eficientes. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, v.6, p.6-8, 2006.

NATION, J.L. **Nutrition**. In: Nation JL (ed) Insect physiology and biochemistry. Boca Raton: CRC Press, 2002. 65-87 p.

PALMA, J.; MAEBE, K.; GUEDES, J.V.C.; SMAGGHE, G. Molecular variability and genetic structure of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae), an important soybean defoliator in Brazil. **Plos One**, v.10, p.1-13, 2015.

PAN. H.; LU, Y.; WYCKHUYS, K.A.G.; WU, K. Preference of a polyphagous mirid bug, *Apolygus lucorum* (Meyer-Dur) for flowering host plants. **Plos One**, v.8, e68980, 2013.

PANIZZI, A.R. History and contemporary perspectives of the Integrated Pest Management of soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, v.42, p.119-127, 2013.

PAPA, G. **Proteção de Plantas - Métodos de Controle de Pragas e Manejo Integrado**. Viçosa, 2010. 32 p

PARRA J.R.P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v.71, p.345-355, 2014.

PERINI, C.P.; ARNEMANN, J.A.; CAVALLIN, L.D.A; GUEDES, G.A.; MARQUES, R.P.; VALMORBIDA, I.; DA SILVA, K.; FELTRIN, N.M.; PUNTEL, L.; FROEHLICH, R. Challenges in chemical management of *Chrysodeixis includens* using several insecticides. **Australian Journal of Crop Science**, v.13, p.1723-1730, 2019.

PERINI, C.R.; SOSA, V.I.; KODA, V.E.; SILVA, H.; RISSO, A.A.; VASCONCELOS, W.N.F.; GONÇALVES, C.F.; UGALDE, G.A.; MACHADO, D.N.; BEVILACQUA, C.B.; ARDISSON-ARAÚJO, D.M.P.; MAEBE, K.; SMAGGHE, G.; VALMORBIDA, I.; GUEDES, J.C. Genetic structure of two Plusiinae species suggests recent expansion of *Chrysodeixis includens* in the American continent. **Agricultural and Forest Entomology**, v.23, p.250-260, 2020.

RAMOS, R.S.; SEDIYAMA, C.S.; QUEIROZ, E.A.; COSTA, T.L.; MARTINS, J.C.; ARAÚJO, T.A.; PIKANÇO, M.C. Toxicity of insecticides to *Chrysodeixis includens* and their direct and indirect effects on the predator *Blaptostethus pallescens*. **Journal of Applied Entomology**, v.141, p.677-689, 2017.

ROEL, A.R.; VENDRAMIM, J.D.; FRIGHETTO, R.T.S.; FRIGHETTO, N. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, v.59, p.53-58, 2000.

SANTOS, S.R.; SPECHT, A.; CARNEIRO, E.; PAULA-MORAES, S.V.; CASAGRANDE, M.M. Interseasonal variation of *Chrysodeixis includens* (Walker,

[1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) populations in the Brazilian Savanna. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.61, p.294-299, 2017.

SANTOS, W.J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.C. (Ed.) **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. Cap. 12, p.403-478.

SILVA, A.B.; BATISTA, J.L.; BRITO, C.H. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Engenharia Ambiental**, v.6, p.482-495, 2009.

SILVA, S.C.; CORDEIRO, E.M.G.; PAIVA, J.B.; DOURADO, P.M.; CARVALHO, R.A.; HEAD, G.; MARTINELLI, S.; CORREA, A.S. Population expansion and genomic adaptation to agricultural environments of the soybean looper, *Chrysodeixis includens*. **Evolutionary Applications**, v.13, p.2071-2085, 2020.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; LÓPEZ LASTRA, C.C.; HUMBER, R.A. An overview of arthropod-associated fungi from Argentina and Brazil. **Mycopathologia**, v.170, p.61-76, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Eds.) **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa. 2012. p.673-723.

SPARKS, T.C.; LORSBACH, B.A. Perspectives on the agrochemical industry and agrochemical discovery. **Pest Management Science**, v.73, p.672-677, 2017.
SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S.V.; SOSA-GÓMEZ, D.R. Host plants of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.59, p.343-345, 2015.

TOMQUELSKI, G.V.; MARTINS, G.L.M.; DIAS, T.S. Características e manejo de pragas da cultura da soja. **Pesquisa, Tecnologia e Produtividade**, v.2, p.61-82, 2015.

WILLE, P.E.; PEREIRA, B.A.; WILLE, C.L.; RESTELATTO, S.S.; BOFF, M.I.C.; FRANCO, C.R. Natural resistance of soybean cultivars to the soybean looper larva *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, p.18-25, 2017.

WITZGALL, P.; KIRSCH, P.; CORK, A. Sex pheromones and their impact on pest management. **Journal of Chemical Ecology**, v.36, p.80-100, 2010.

YANO, S.A.C.; SPECHT, A.; MOSCARDI, F.; CARVALHO, R.A.; DOURADO, P.M.; MARTINELLI, S.; HEAD, G.P.; SOSA-GÓMEZ, D.R. High susceptibility and low resistance allele frequency of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) field populations to Cry1Ac in Brazil. **Pest Management Science**, v.72, p.1578-1584, 2015.

ZULIN, D.; AVILA, C.J.; SCHLICK-SOUZA, E.C. Population fluctuation and vertical distribution of the soybean looper (*Chrysodeixis includes*) in soybean culture. **American Journal of Plant Sciences**, v.9, p.1544-1556, 2018.