



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB

Departamento de Ciências Humanas

Colegiado de Engenharia Agrônômica

Campus IX - Barreiras

**CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH), *Spodoptera cosmioides* (WALKER) E *Spodoptera eridania* (CRAMER) PELA SOJA INTACTA RR2 PRO<sup>®</sup>, CONKESTA E3<sup>®</sup> E INTACTA 2 XTEND<sup>®</sup>**

**SHIRLEY DANIELI BARBOSA SANTANA**

BARREIRAS - BA

2023



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB

Departamento de Ciências Humanas

Colegiado de Engenharia Agrônômica

Campus IX - Barreiras

SHIRLEY DANIELI BARBOSA SANTANA

**CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH), *Spodoptera cosmioides* (WALKER) E *Spodoptera eridania* (CRAMER) PELA SOJA INTACTA RR2 PRO<sup>®</sup>, CONKESTA E3<sup>®</sup> E INTACTA 2 XTEND<sup>®</sup>**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia - UNEB - Campus IX, como requisito parcial para conclusão do curso de Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Tamai

BARREIRAS - BA

2023



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB

Departamento de Ciências Humanas  
Colegiado de Engenharia Agrônômica  
Campus IX - Barreiras

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH), *Spodoptera cosmioides*  
(WALKER) E *Spodoptera eridania* (CRAMER) PELA SOJA INTACTA RR2  
PRO<sup>®</sup>, CONKESTA E3<sup>®</sup> E INTACTA 2 XTEND<sup>®</sup>**

AUTORA: SHIRLEY DANIELI BARBOSA SANTANA

ORIENTADOR: Dr. MARCO ANTONIO TAMAI

Banca Examinadora:

---

Dr. Marco Antonio Tamai  
(Orientador)

---

Dra. Mônica Cagnin Martins  
(Examinador Externo 1)

---

MSc. Daniella Aparecida das Virgens Cantelli  
(Examinador Externo 2)

Data de realização: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

*Ao meus pais e irmãs por todo incentivo, apoio e confiança. Essa conquista é nossa.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

*Desafio tão grande quanto escrever este trabalho é agradecer a todos que me acompanharam nesta trajetória e, contribuíram direta e indiretamente para a realização dele!*

*À Deus, "porque Ele é bom, porque eterna é a sua misericórdia" (SI 117). "O Senhor é a minha força e o meu escudo, nele o meu coração confia e dele recebo ajuda. Meu coração exulta de alegria e para sempre lhe darei graças" (SI 27).*

*A meu pai, Noelton Santana, meu pai, inspiração constante em minha vida, que me ensinou a importância da persistência e perseverança. A minha mãe, Sandra Barbosa, por ser meu porto seguro e incentivadora ao longo dessa jornada.*

*A minha irmã, Eduarda Barbosa, por todo apoio e companheirismo.*

*A meu namorado, Lucas Lima, por sempre me apoiar e acreditar no meu potencial, por me incentivar e alegrar nos momentos mais difíceis.*

*A minha amiga de longa data Hêmilly Joanny, por estar sempre comigo, me ouvindo, me aconselhando e alegrando.*

*Aos laços de amizades que fiz durante a graduação e partilharam comigo muitos momentos felizes e difíceis, mas, que tornaram tudo mais leve, minha gratidão a vocês, Danna B., Débora P., Emanuely L., Natiele S., Taynara S., Isaac L., Gutemberg S.*

*Ao meu orientador, Marco Antonio Tamai e aos professores, Adilson Costa, Jorge da Silva e Leandra Brito por todos os ensinamentos compartilhados, conselhos e oportunidades dada ao longo da minha jornada acadêmica.*

*A equipe do Laboratório de Entomologia Agrícola da UNEB, Fabio Cruz, Ellen Carolline, Iasmim Araújo e Guilherme Damasio por todo auxílio, paciência e dedicação em todas as etapas deste experimento.*

*A Universidade do Estado da Bahia, Campus IX, e todos os seus colaboradores por todo suporte e auxílio na concessão da minha formação profissional.*

*A empresa J&H Sementes que nos forneceu as sementes das variedades utilizadas nesta pesquisa.*

*A JCO Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda (JCO BioProdutos) e a LO Miller pelo financiamento desta pesquisa.*

*A todos, minha profunda gratidão.*

*Só se pode alcançar um grande  
êxito quando nos mantemos fiéis a nós  
mesmos!*

*(Friedrich Nietzsche)*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. A) Gaiolas de cano PVC usadas para manter insetos adultos. B) Lagartas em tubos de vidro de fundo chato com dieta artificial. C) Papel A4 contendo lagartas neonatas. .... 22
- Figura 2. 1 A-B) Cultivares de soja identificados por cores distintas. .... 23
- Figura 3. 1 A-B) Folíolos separados e acondicionadas em frascos plásticos. C) Frascos já identificados prontos para transferência para BOD. .... 24

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da dieta artificial descrita por Greene et al. (1976) para criação da fase larval de <i>S. frugiperda</i> , <i>S. cosmioides</i> , <i>S. eridania</i> .....	21
Tabela 2. Informações gerais dos cultivares de soja utilizados nos experimentos.....	22
Tabela 3. Mortalidade acumulada de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval, pela alimentação em folíolos de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3®. Safra 2022/23.....	29
Tabela 4. Mortalidade acumulada de <i>Spodoptera cosmioides</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval, pela alimentação em folíolos de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3®. Safra 2022/23.....	29
Tabela 5. Mortalidade acumulada de <i>Spodoptera eridania</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval, pela alimentação em folíolos de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3®. Safra 2022/23.....	30
Tabela 6. Porcentagem acumulada do folíolo de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3® consumida pelas lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval. Safra 2021/22.....	34
Tabela 7. Porcentagem acumulada do folíolo de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3® consumida pelas lagartas de <i>Spodoptera cosmioides</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval. Safra 2021/22.....	34
Tabela 8. Porcentagem acumulada do folíolo de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3® consumida pelas lagartas de <i>Spodoptera eridania</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval. Safra 2021/22.....	35

## SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT .....	11
1. INTRODUÇÃO .....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 A cultura da soja ( <i>Glycine max</i> L. Merrill) .....	14
2.2 Soja transgênica resistente a lagartas (soja <i>Bt</i> ).....	15
2.3 Transgenia na cultura da soja. ....	16
2.4 Lagartas do complexo de <i>Spodoptera</i> .....	16
2.4.1 <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	17
2.4.2 <i>Spodoptera cosmioides</i> .....	18
2.4.3 <i>Spodoptera eridania</i> .....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
3.1 Local da pesquisa .....	20
3.2 Insetos utilizados nos experimentos .....	20
3.2.1 Procedências das linhagens .....	20
3.2.2 Método de criação .....	20
3.3 Plantas de soja.....	22
3.3.1 Cultivares .....	22
3.3.2 Cultivo das plantas .....	22
3.4 Montagem dos experimentos .....	23
3.5 Avaliações dos experimentos.....	24
3.6 Análise estatística .....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
4.1 Mortalidade acumulada .....	25
4.2 Porcentagem acumulada consumida .....	31
5. CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS .....	37

SANTANA, Shirley Danieli Barbosa. **CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH), *Spodoptera cosmioides* (WALKER) E *Spodoptera eridania* (CRAMER) PELA SOJA INTACTA RR2 PRO<sup>®</sup>, CONKESTA E3<sup>®</sup> E INTACTA 2 XTEND<sup>®</sup>** 2023. (41 páginas). Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade do Estado da Bahia, Campus IX, Barreiras - Bahia, 2023.

## RESUMO

*Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera eridania* são espécies de lagartas de grande importância econômica para a cultura da soja no Brasil, podendo reduzir a produtividade em até 70%. O uso de cultivares geneticamente modificados contendo genes de *Bacillus thuringiensis* Berliner é uma medida de controle amplamente utilizada no manejo de lepidópteros-praga na soja, com três tecnologias disponíveis para cultivo no país na safra 2022/23. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o controle destas espécies de lagartas pela alimentação em folíolos de soja de cultivares pertencentes às tecnologias Roundup Ready (NS 8383 RR), Intacta RR2 PRO<sup>®</sup> (M8349 IPRO), Conkesta E3<sup>®</sup> (NEO 760 CE) e Intacta2 Xtend<sup>®</sup> (M8606 I2X). Foram conduzidos três ensaios, sendo cada um com uma espécie de lagarta e os quatro cultivares, em delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC) com 4 repetições de 10 lagartas por cultivar. Folíolos dos cultivares, no estágio fenológico V3, foram colocados individualmente em frascos transparentes contendo uma lagarta neonata, e então mantidos a 25±1°C e 12 horas de fotofase. Os folíolos dos tratamentos foram substituídos no terceiro e sexto dia, por outros retirados das mesmas plantas. As avaliações foram realizadas diariamente, por 10 dias, determinando-se o número de lagartas mortas e a porcentagem acumulada do folíolo de soja consumida pela lagarta em estimativa visual. Os valores acumulados para os dois fatores foram submetidos à análise de variância e comparação de médias por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR. No estudo feito, as populações de *S. frugiperda*, *S. eridania* e *S. cosmioides* apresentaram menor sobrevivência larval e porcentagem de consumo foliar na cultivar pertencente à tecnologia Intacta2 Xtend<sup>®</sup> (M8606 I2X). A variedade Conkesta E3<sup>®</sup> (NEO 760 CE), mostrou-se eficiente no controle de *S. cosmioides* e *S. eridania*. Entretanto, a variedade Intacta RR2 PRO<sup>®</sup> (M8349 IPRO) não mostrou efeitos relevantes na sobrevivência e efeito nas espécies estudadas.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, planta transgênica, Noctuidae.

SANTANA, Shirley Danieli Barbosa. **CONTROL OF *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH), *Spodoptera cosmioides* (WALKER) AND *Spodoptera eridania* (CRAMER) BY SOYBEAN INTACTA RR2 PRO®, CONKESTA E3® AND INTACTA 2 XTEND®**. 2023. (41 pages). Monograph (Graduation in Agricultural Engineering) – Bahia State University, Campus IX, Barreiras - Bahia, 2023.

### ABSTRACT

*Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* and *Spodoptera eridania* are caterpillar species of great economic importance for soybean cultivation in Brazil, which can reduce productivity by up to 70%. The use of genetically modified cultivars containing *Bacillus thuringiensis* Berliner genes is a control measure widely used in the management of Lepidoptera pests in soybeans, with three technologies available for cultivation in the country in the 2022/23 harvest. The objective of this research was to evaluate the control of these caterpillar species by feeding on soybean leaflets of cultivars belonging to the technologies Roundup Ready® (NS 8383 RR), Intacta RR2 PRO® (M8349 IPRO), Conkesta E3® (NEO 760 CE) and Intacta2 Xtend® (M8606 I2X). Three trials were conducted, each with one species of caterpillar and four cultivars, in a completely randomized experimental design (DIC) with 4 replications of 10 caterpillars per cultivar. Leaflets of cultivars, at phenological stage V3, were placed individually in transparent flasks containing a neonatal caterpillar, and then maintained at 25±1°C and 12 hours of photophase. The leaflets from the treatments were replaced on the third and sixth day, with others taken from the same plants. The evaluations were carried out daily, for 10 days, determining the number of dead caterpillars and the accumulated percentage of the soybean leaflet consumed by the caterpillar in a visual estimate. The accumulated values for the two factors were subjected to analysis of variance and comparison of means using the Scott-Knott test at 5% probability, using the SISVAR program. In the study carried out, the populations of *S. frugiperda*, *S. eridania* and *S. cosmioides* showed lower larval survival and percentage of leaf consumption in the cultivar belonging to the Intacta2 Xtend® technology (M8606 I2X). The variety Conkesta E3® (NEO 760 CE) proved to be efficient in controlling *S. cosmioides* and *S. eridania*. However, the Intacta RR2 PRO® variety (M8349 IPRO) did not show relevant effects on survival and effect on the species studied.

**Keywords:** *Glycine max*, transgenic plant, Noctuidae.

## 1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a principal cultura agrícola do Brasil, com área plantada de 44 milhões de hectares e produção de 154 milhões de toneladas na safra de 2022/2023 (EMBRAPA, 2023). É responsável por uma parcela significativa da economia brasileira, movimentando bilhões de dólares anualmente (CAGNIN, 2022). A soja é um produto muito versátil, que pode ser utilizada na produção de alimentos, rações, óleos e biocombustíveis. Essa versatilidade é um dos fatores que impulsiona a demanda mundial por este grão, levando ao aumento de sua produção no Brasil. A liderança da soja na agricultura brasileira se deve a esses fatores, além do retorno econômico que a cultura proporciona (MAIS SOJA, 2021).

Apesar desse cenário estimular a produção de soja no país, a cultura é atacada por diversas pragas durante todo o seu ciclo, podendo comprometer significativamente sua produtividade (CARVALHO, 2012). De acordo com Barcellos (2022) as espécies de lagartas do complexo *Spodoptera*, podem ocasionar danos desde o período vegetativo até o reprodutivo, com potencial de causar perdas expressivas na produtividade. Inicialmente causam desfolha e posteriormente também atacam as vagens e grãos em formação.

No Brasil, nas duas últimas décadas, as culturas do milho, soja e algodão estão sendo amplamente cultivados com materiais geneticamente modificados resistentes a lagartas, que contêm genes da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* Berliner, também conhecidos como cultivares Bts. Este cultivares trazem muitos benefícios ao manejo de lagartas, como por exemplo, a alta eficácia de controle para diversas espécies, redução nas aplicações de inseticidas, preservação dos inimigos naturais, incremento do controle biológico natural e aplicado, aumento de produtividade e redução dos custos de produção (BARCELLOS, 2022).

Atualmente, estão disponíveis no mercado brasileiro três biotecnologias diferentes de cultivares Bts na soja. A primeira lançada foi a Intacta RR2 PRO<sup>®</sup> contendo o gene Cry1Ac, capaz de controlar e/ou suprimir as espécies *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]), *Chloridea* (= *Heliothis*) *virescens* (Fabricius, 1781) e *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). Duas novas biotecnologias com maior espectro de ação foram recentemente lançadas, sendo elas a Intacta 2 Xtend<sup>®</sup>, contendo os genes Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry1Ac, e a tecnologia Conkesta E3<sup>®</sup> contendo os genes Cry1Ac + Cry1F (CARRIJO, 2022). Estas duas últimas tecnologias propõem controlar e/ou suprimir, além das espécies já referidas, também *Spodoptera*

*cosmioides* (Walker, 1858), *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e *Rachiplusia nu* (Guenée).

Neste contexto, o objetivo da pesquisa foi avaliar o controle de lagartas neonatas de *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda* pela alimentação em folíolos de soja de cultivares pertencentes às tecnologias Intacta RR2 PRO<sup>®</sup>, Conkesta E3<sup>®</sup> e Intacta2 Xtend<sup>®</sup> e assim, contribuir para ampliar os conhecimentos referentes as duas tecnologias de soja Bts lançadas mais recentemente no mercado brasileiro.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill)**

A introdução da soja no Brasil, no final do século XIX, marcou o início de sua ascensão econômica. Já na década de 1940, ela começou a desempenhar um papel relevante na economia do Rio Grande do Sul, expandindo-se para Santa Catarina e Paraná nas décadas seguintes. O Brasil ganhou destaque como produtor mundial de soja em 1949, quando alcançou uma produção de 25.000 toneladas. A região Sul do país se destacou devido à sua adaptabilidade favorável para o cultivo de soja, e em 1969, os estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina eram responsáveis por 98% da produção nacional. A partir do Sul, a cadeia produtiva da soja expandiu-se para outras regiões, avançando para os estados de solo ácido no Centro-Oeste, e posteriormente seguindo em direção ao Norte. As características geográficas do Centro-Norte do Brasil desempenharam papel fundamental na rápida expansão da produção e na incorporação do cerrado nos mercados nacionais e internacionais (CUNHA, 2015).

A soja detém uma posição de notável relevância econômica no contexto brasileiro, sendo uma das principais responsáveis pela introdução do conceito de agronegócio no país. Essa importância não se restringe apenas à sua contribuição em termos de volume físico e financeiro, mas também à necessidade empresarial de gerenciamento da atividade, envolvendo produtores, fornecedores de insumos, processadores de matéria-prima e comerciantes. Além disso, a soja desempenhou um papel fundamental no surgimento da agricultura comercial no Brasil, impulsionando a mecanização das lavouras, modernizando os sistemas de transporte, expandindo as fronteiras agrícolas e promovendo a tecnificação na produção de outras culturas (VIANA, 2018).

A soja, além de seu reconhecimento como uma commodity global, desempenha papel econômico crucial devido à sua versatilidade na produção de diversos subprodutos, destinados a uma ampla gama de aplicações, tanto industriais quanto como produtos "in natura". Essa versatilidade abrange usos comestíveis e não comestíveis. A soja é altamente valorizada por seu conteúdo nutricional, sendo empregada tanto na alimentação humana quanto na alimentação animal. Em sua composição química, destacam-se teores significativos de óleo e proteína, que representam, em média, cerca de 20% e 40%, respectivamente. O óleo de soja é amplamente utilizado, especialmente na indústria de alimentos (VIANA, 2018).

A partir da soja, uma matéria-prima versátil, derivam-se diversos produtos destinados à alimentação humana e animal. O farelo de soja, notável por sua riqueza nutricional, desempenha papel fundamental na nutrição animal devido à sua abundante gama de nutrientes, principalmente em proteínas. Além disso, o óleo de soja encontra aplicação em uma variedade de setores, incluindo a produção de medicamentos e biodiesel, entre outros. A soja assume um papel de destaque como a principal cultura agrícola do Brasil, consolidando o país como o maior produtor e exportador global desse grão, com um recorde histórico de produção de 124,8 milhões de toneladas (MORAES, 2021).

Mesmo em meio à crise pandêmica de COVID-19, o Brasil conseguiu superar os Estados Unidos, restaurando sua posição como o principal produtor mundial da oleaginosa na safra 2019/2020. O agronegócio relacionado à soja representa um pilar fundamental da economia brasileira. Desde seu surgimento no final da década de 1970, essa cultura impulsionou o crescimento de inúmeras cidades no país. O grão, que resultou na contratação de milhões de brasileiros, desempenhou um papel crucial na promoção da tecnologia no setor agrícola, na expansão de nossa área de cultivo, na revolução do sistema de transporte e na injeção de cerca de US\$ 60 bilhões anuais na economia. Tanto os Estados Unidos da América (EUA) quanto o Brasil se destacam como os maiores produtores de oleaginosas do mundo, consolidando a liderança desses dois países como os principais produtores globais de grãos (MORAES, 2021).

## **2.2 Soja transgênica resistente a lagartas (soja *Bt*)**

Atualmente, o Brasil desempenha um papel fundamental como o principal produtor e exportador mundial de soja. Para atender à crescente demanda por esse grão, uma das estratégias primordiais para aumentar a produtividade é o aprimoramento genético das plantas (GIMENEZ, 2022). Hoje, as plantas transgênicas resistentes a lagartas contêm genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), os quais codificam toxinas letais para grupos específicos de insetos. As plantas *Bt* apresentam um grande potencial para reduzir as perdas causadas por insetos-praga, principalmente da ordem Lepidoptera, ao mesmo tempo em que diminuem a necessidade de aplicação de inseticidas (FAZAM, J. C. et al., 2013).

As proteínas inseticidas da bactéria *B. thuringiensis* têm a capacidade de causar a morte de insetos por meio de um processo que envolve várias etapas, resumidamente: a) solubilização do cristal proteico; b) transformação das proteínas em toxinas; c) ligação

das toxinas com receptores do intestino médio do inseto; d) inserção irreversível da toxina na membrana do intestino médio; e) formação de poros. Estes poros provocam a perda do controle osmótico e lise da célula levando à morte do inseto. Além disso, a morte do inseto também pode ser causada por um segundo fator relacionado ao primeiro processo que envolve a multiplicação bacteriana na hemolinfa do inseto que resulta em um processo septicêmico (SILVA, 2013).

Em cenários onde os cultivos de espécies de plantas *Bts* são amplamente adotadas e a diversidade de proteínas *Bt* é limitada, existe a preocupação de que algumas pragas que se alimentam dessas culturas possam desenvolver resistência.

### **2.3 Transgenia na cultura da soja**

No Brasil, a partir de 2013, teve início o cultivo da primeira variedade de soja geneticamente modificada resistente a lagartas, conhecida como evento MON 87701 × MON 89788. Esta soja foi desenvolvida para produzir uma proteína inseticida chamada Cry1Ac, destinada ao controle de pragas como a lagarta-da-soja (*A. gemmatalis*), a lagarta falsa-medideira (*C. includens*) e a lagarta helicoverpa, (*H. armigera*). No entanto, essa tecnologia tem eficácia limitada para o complexo *Spodoptera* (BARCELLOS, 2023).

Em 2016, foi autorizado para uso comercial o evento de soja DAS-81419-2 que é capaz de expressar as proteínas inseticidas Cry1Ac e Cry1F (COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA - CTNBio, 2016). No ano de 2018, ocorreu a aprovação para a comercialização da tecnologia MON 87751 × MON 87708 × MON 87701 × MON 89788 que expressa as proteínas inseticidas Cry1A.105, Cry2Ab2 e Cry1Ac. A partir da safra 2020/2021, essa tecnologia *Bt* de soja começou a ser cultivada (BARCELLOS, 2023).

### **2.4 Lagartas do complexo de *Spodoptera***

Diversos fatores influenciam a produtividade da soja, sendo as pragas um desses. Em sistemas agrícolas que envolvem o cultivo de soja, milho, feijão e algodão, há um constante fornecimento de alimento para insetos polípagos, como as espécies pertencentes ao gênero *Spodoptera*. A rotação de culturas, o plantio sequenciado de várias culturas e a presença de lavouras irrigadas, particularmente na região do cerrado, prolongam a sobrevivência dos insetos ao longo do tempo, resultando em um aumento no número de gerações. Esse cenário facilita a migração das mariposas entre culturas compostas por

plantas semelhantes, entre aquelas plantadas em diferentes épocas e até mesmo entre diferentes espécies de plantas (VELOSO, 2010).

*S. frugiperda* é um inseto polífago, capaz de se alimentar de uma ampla variedade de plantas cultivadas, com predileção por gramíneas. Seu ataque pode resultar em perdas expressivas de produtividade (PAULILLO, 1999). Sua incidência tem alcançado níveis muito elevados, chegando a demandar medidas de controle imediatamente após a emergência das plantas. Já *S. cosmioides* e *S. eridania*, popularmente conhecidas como lagarta-da-vagem e lagarta-preta, têm atacado plantações em diferentes partes do Brasil. No Cerrado, essas espécies têm sido consideradas pragas de importância crescente nas culturas de soja e algodão (TEODORO, 2013).

#### **2.4.1 *Spodoptera frugiperda***

Esta espécie de lepidóptero pertence à família Noctuidae, originária das zonas tropical e subtropical das Américas, sendo facilmente encontrada no continente sul-americano. É polífaga, alimentando-se de mais de 80 espécies de plantas (DE OLIVEIRA, 2017). A mariposa mede cerca de 40 mm de envergadura. As asas anteriores são de color parda-escuras e as posteriores branco-acinzentadas, com pontos claros na região central de cada asa. A atividade das mariposas inicia ao pôr-do-sol e atinge seu pico entre duas e quatro horas mais tarde, quando ocorre o acasalamento. A longevidade do adulto é de aproximadamente 12 dias, e a oviposição ocorre a partir do segundo dia após a emergência da fêmea. O tempo de ovo-adulto é de aproximadamente 30 dias (DA SILVA, 2014).

Por certo tempo, foi considerada uma praga de importância secundária na cultura da soja. Segundo Peruca et al. (2017), a soja é uma espécie da Família Fabaceae com aleloquímicos nas folhas capazes de interferir no desenvolvimento da lagarta, reduzindo assim, a chance de ser seu hospedeiro preferido. Apesar disso, a presença desse inseto na soja ficou cada vez mais expressiva no país (Favetti, Butnariu, & Foerster, 2015) a ponto de causar prejuízos relevantes na produtividade (Bortolotto et al., 2015).

Na soja, *S. frugiperda* alimenta inicialmente das folhas e posteriormente passa a consumir também as vagens em fase inicial de formação (DE OLIVEIRA, 2017). As lagartas também causam danos significativos na fase de estabelecimento da cultura, quando se alimentam das plântulas, comprometendo o stand (BARCELLOS, 2022).

O aumento das infestações na soja são relacionados a sobreposição e/ou sucessão de cultivos de espécies hospedeiras, como soja, algodão e milho. Além disso, *S.*

*frugiperda* apresentam boa adaptação e desenvolvimento em plantas daninhas como milho e papuã, podendo migrar para as culturas semeadas no verão, como a soja.

#### **2.4.2 *Spodoptera cosmioides***

Esta espécie alimenta de uma grande variedade de plantas cultivadas e invasoras. No Brasil, diversas culturas como aveia, aspargo, berinjela, beterraba, cafeeiro, cebola, soja, milho, feijão, sorgo, tomate, trigo, girassol, entre outras, são consideradas suas hospedeiras (DA SILVA, 2014).

Os adultos são mariposas de hábito noturno, com 40 mm de envergadura, asas posteriores brancas e anteriores pardas (mais amareladas nos machos), com desenhos em mosaico. As fêmeas põem os ovos agrupados em massas nas folhas das plantas. Dos ovos nascem as lagartas que passam geralmente por seis instares, podendo variar entre quatro e oito dependendo da planta hospedeira. As lagartas apresentam variação no padrão de manchas e na coloração, podendo ser cinza-claras, castanhas, ou mais comumente, pretas (TEODORO, 2013).

*S. cosmioides* apresenta praticamente o dobro da capacidade de consumo foliar de soja comparada à *S. eridania* e *S. frugiperda*. Estudos em laboratório demonstraram que *S. cosmioides* apresentaram melhor adaptabilidade, maior sobrevivência larval e originaram adultos em menor tempo em soja e algodão comparados a outras plantas hospedeiras (BARCELLOS, 2022).

#### **2.4.3 *Spodoptera eridania***

Esta espécie é conhecida como lagarta-das-folhas ou lagarta-das-vagens. Durante muito tempo foi considerada uma praga de importância secundária, porém nos últimos anos tem acarretado prejuízos significativos em diversas culturas como o algodão e a soja (DA SILVA, 2014).

As mariposas medem de 33 a 38 mm de envergadura. As asas anteriores são de cor cinzenta e marrom, com marcas pretas e marrons escuras de forma irregular. O padrão da asa anterior é variável entre indivíduos, com alguns apresentando um ponto de forma pronunciada no centro da asa, e outros uma faixa preta larga que se estende do centro da asa até a margem (TEODORO, 2013).

*S. eridania* não era considerada uma praga de grande importância para a cultura da soja, porém, em decorrência de surtos frequentes e alta densidade populacional tem se tornado nos últimos anos uma praga importante nas regiões de cultivo nos cerrados e nas

várzeas. Além do hábito desfolhador, as lagartas também se alimentam das vagens, danificando os grãos e permitindo a entrada de microrganismos (DE SOUZA, 2014).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local da pesquisa**

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Departamento de Ciências Humanas (DCH, *Campus IX*), coordenadas (12°8'36.97"S e 44°57'47.11"W), município de Barreiras-BA, no período de março/2022 a março/2023.

#### **3.2 Insetos utilizados nos experimentos**

##### **3.2.1 Procedências das linhagens**

A linhagem de *S. frugiperda* foi obtida de coletas no cartucho e espiga de milho, realizadas no Distrito Irrigado Barreiras Norte, Barreiras-BA, em janeiro de 2023. Já *S. cosmioides* e *S. eridania* de lagartas coletadas em lavouras comerciais de soja em São Desidério-BA e Luís Eduardo Magalhães-BA, respectivamente, na safra 2022/23.

##### **3.2.2 Método de criação**

A metodologia utilizada foi a mesma para as três espécies de insetos. As mariposas foram mantidas permanentemente em gaiolas feitas de cano PVC (10 cm de diâmetro x 30 cm de altura) com a abertura superior coberta por tecido “voil” preso com um auxílio de elásticos e, sua abertura inferior posicionada sobre um prato plástico contendo papel toalha ao fundo. A parede interna da gaiola foi revestida por papel A4, que atuou como suporte para oviposição das mariposas. As mariposas foram alimentadas com solução adocicada preparada com água destilada (370,0 mL) e mel de abelha (30,0 mL), fornecida em um copinho plástico descartável “tipo café” contendo um chumaço de algodão embebido com a solução. As gaiolas com as mariposas foram dispostas na parte superior de prateleiras metálicas, e mantidas em sala climatizada com temperatura média de  $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$  e 8 horas de fotófase. A cada três dias eram feitas as substituições do papel A4 e do tecido “voil”, local onde se encontravam as posturas das mariposas, sendo estas colocadas dentro de sacos plásticos transparentes, fechados e inflados com ar, a  $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$  e 8 horas de fotófase, até o nascimento das lagartas.

As lagartas neonatas (recém-nascidas) eram transferidas, com auxílio de pincel com poucos pelos ou cotonete, para tubos de vidro de fundo chato (2,5 cm de diâmetro x 8,0 cm de altura), tamponados com algodão esterilizado, e alimentadas com um bloco

pequeno feito de dieta artificial descrita por Greene et al. (1976) (Tabela 1), até atingirem a fase de pupa. As pupas eram retiradas dos tubinhos, lavadas com água corrente, secas em papel toalha, e então transferidas para vasilha plástica (34,5 cm de comprimento x 21,5 cm de largura x 15,6 cm de altura) com o seu interior revestido com papel toalha úmido até o surgimento das mariposas. As mariposas eram então transferidas para as gaiolas.

Tabela 1. Composição da dieta artificial descrita por Greene et al. (1976) para criação da fase larval de *S. frugiperda*, *S. cosmioides* e *S. eridania*.

<b>COMPONENTE</b>	<b>QUANTIDADE</b>
Feijão cozido	187,5 g
Farelo de soja	150,0 g
Gérmen de trigo	150,0 g
Leite em pó	75,0 g
Levedura de cerveja	93,60 g
Ácido ascórbico	9,0 g
Ácido sórbico	6,15 g
Nipagin	7,5 g
Tetraciclina	0,105 g
Fungicida	3,1 g
Caraginanina	60,0 g
Solução vitamínica	17,55 mL
Formaldeído (40%)	9,0 mL
Água destilada	3,0 L

Figura 1. A) Gaiola de cano PVC usada para manter insetos adultos. B) Lagartas em tubos de vidro de fundo chato com dieta artificial. C) Papel A4 contendo lagartas neonatas.



Fonte: Autor, 2023

### 3.3 Plantas de soja

#### 3.3.1 Cultivares

Foram utilizadas quatro cultivares de soja transgênicas (Tabela 2), cujas sementes, sem tratamento químico (“sementes nuas”), foram fornecidas pela empresa J&H Sementes, em Luís Eduardo Magalhães-BA.

Tabela 2. Informações gerais dos cultivares de soja utilizados nos experimentos.

Cultivar	Tecnologia	Especificações de tolerância/resistência	Grupo Maturação
M8349 IPRO	Intacta RR2 PRO <sup>®</sup>	Herbicida (glifosato) Lagarta (Cry 1Ac)	8.3
NEO 760 CE	Conkesta E3 <sup>®</sup>	Herbicida (2,4-D + glifosato + glufosinato amônio) Lagarta (Cry 1F + Cry 1Ac)	7.6
NS 8383 RR	Roundup Ready <sup>®</sup> (RR2)	Herbicida (glifosato)	8.3
M8606 I2X	Intacta2 Xtend <sup>®</sup>	Herbicida (glifosato + dicamba) Lagarta (Cry 1Ac + Cry 1A.105 + Cry 2Ab2)	8.6

Fonte: Autor, 2023.

#### 3.3.2 Cultivo das plantas

Os cultivares foram semeados em vasos de muda de polietileno de cor preta (30 cm de largura x 40 cm de altura), contendo uma mistura composta de solo de superfície, areia, esterco bovino curtido e adubação fosfatada, na quantidade de 10 sementes/vaso e

profundidade de 2,5 cm. Os vasos foram mantidos em estufa telada, com cobertura de sombrite com 50% de sombreamento, irrigados duas vezes ao dia (pela manhã e tarde). Foram realizadas cinco sementeiras de 35 vasos de cada cultivar, em intervalo de 7 dias entre uma e outra, totalizando 175 vasos por cultivar. Para evitar a mistura na estufa, os vasos de cada cultivar foram agrupados em linha e pintados de cores diferentes.

A emergência das plantas ocorreu em média aos 5 dias após a sementeira. Foram realizados dois raleios de plantas nos vasos, o primeiro aos dez dias após a emergência (10 DAE) deixando-se cinco plantas/vaso, e o segundo raleio aos 20 DAE, mantendo-se três plantas/vaso. Nenhuma aplicação de defensivo agrícola (inseticida, fungicida e herbicida) foi realizada sobre as plantas de todos os cultivares e momentos de sementeira.

Figura 2. 1 A-B) Cultivares de soja identificados por cores distintas.



Fonte: Autor, 2023.

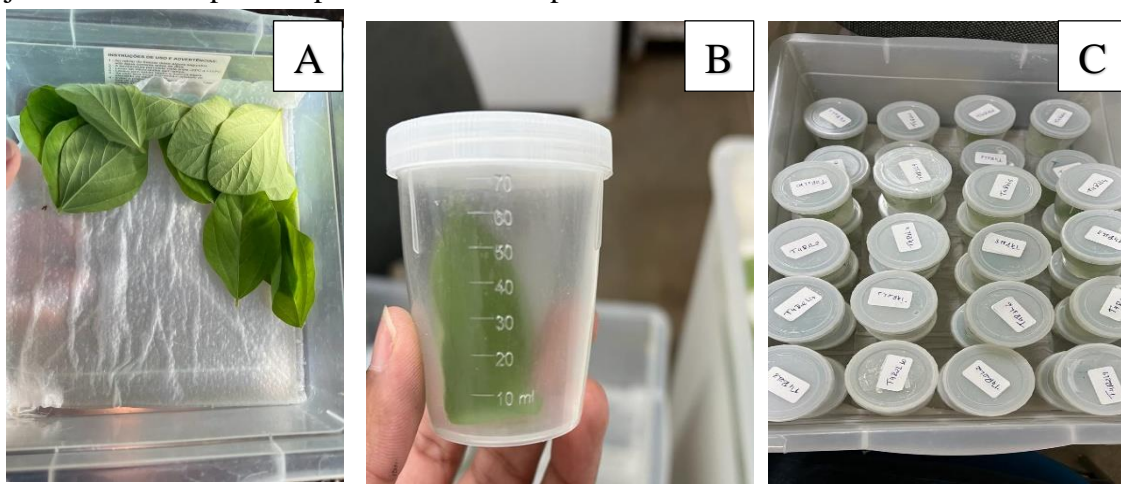
### 3.4 Montagem dos experimentos

Foram conduzidos três experimentos, cada um com uma espécie diferente de lagarta (*S. frugiperda*, *S. cosmioides* e *S. eridania*), e quatro cultivares de soja (RR2, Intacta RR2 PRO<sup>®</sup>, Intacta2 Xtend<sup>®</sup> e Conkesta E3<sup>®</sup>), em delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC) com 4 repetições de 10 lagartas.

Para a montagem dos experimentos, foram utilizados folíolos retirados da segunda folha trifoliolada das plantas de cada cultivar, com 17 DAE (ou 22 dias após a sementeira), no estágio fenológico V3. Os folíolos, após serem lavados em água corrente e secos com papel toalha, foram colocados individualmente, com sua face adaxial voltada para cima, dentro de frascos plásticos transparentes de 70,0 mL de volume (5,0 cm x 4,0 cm), limpos e desinfetados, contendo no fundo uma lagarta neonata com até 10 horas de nascidas. Os frascos foram então fechados com tampa de rosca, identificados com informações do

cultivar, espécie de lagarta, repetição (1 a 4) e lagarta (1 a 10), e então acondicionados em vasilhas plásticas transparentes (34,5 cm de comprimento x 21,5 cm de largura x 15,6 cm de altura) contendo papel toalha ao fundo levemente umedecido com água e, mantidas em câmara incubadora BOD ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e 12 horas de fotófase) por 10 dias. Os frascos de cada tratamento (cultivar) foram reunidos em uma única vasilha, para evitar misturas. Os folíolos dos tratamentos foram substituídos no terceiro e sexto dia após a montagem do experimento, por outros retirados das mesmas plantas que fornecerão os folíolos iniciais para a montagem do experimento, cujos vasos encontravam-se na estufa. As coletas dos folíolos foram realizadas sempre de maneira individual para cada cultivar, a fim de evitar misturas.

Figura 3. 1A-B) Folíolos separados e acondicionadas em frascos plásticos. C) Frascos já identificados prontos para transferência para BOD.



Fonte: Autor, 2023.

### 3.5 Avaliações dos experimentos

Foram realizadas diariamente, por 10 dias consecutivos, determinando-se os seguintes fatores: a) lagarta viva e morta; b) ínstar da lagarta; c) porcentagem acumulada do folíolo de soja consumida pela lagarta em estimativa visual.

### 3.6 Análise estatística

De maneira individual por espécie de lagarta, os valores acumulados diários para os fatores lagarta morta (%) e consumo foliar (%) foram submetidos à análise de variância e comparação de médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 1999).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Mortalidade acumulada

A Tabela 3 fornece informações detalhadas sobre a mortalidade acumulada de *Spodoptera frugiperda* durante o estágio inicial de seu desenvolvimento larval, que ocorreu após a alimentação em variedades de soja na safra 2022/23. A mortalidade é observada em vários momentos após o início da alimentação nas folhas da soja. Cada um desses tratamentos está associado a variedades de soja que foram geneticamente modificadas, e cada variedade possui suas próprias características de biotecnologia específicas. As médias são seguidas por letras iguais na coluna que indicam que não se diferem estatisticamente entre esses tratamentos com base no Teste de Tukey a um nível de 5% de probabilidade.

A análise dos resultados revela uma série de observações cruciais. Primeiramente, a testemunha, representada pelo tratamento T1 (NS 8383 RR), exibiu uma faixa de mortalidade entre 0,00% e 12,50% ao longo do período de 1 a 10 dias. Notavelmente, não foram observadas diferenças significativas na mortalidade ao longo desse intervalo de tempo. De forma semelhante, tanto o tratamento T2 (M8349 IPRO), que corresponde à variedade Intacta RR2 PRO, quanto o tratamento T4 (NEO 760 CE) não demonstraram variações estatisticamente significativas na mortalidade durante o período de observação.

Contudo, o tratamento T3 (M606 I2X) destaca-se ao apresentar uma faixa de mortalidade que varia de 2,50% a 60,00%, revelando-se como a opção mais eficaz em comparação com os demais tratamentos. Além disso, observou-se um aumento estatisticamente significativo na mortalidade ao longo dos dias, culminando em seu pico após aproximadamente 6-7 dias de alimentação. Os resultados obtidos nesse estudo fornecem uma base sólida para argumentar que a variedade de soja Intacta2 Xtend® (T3) se destaca consideravelmente em termos de eficiência no controle da mortalidade de *S. frugiperda* quando comparada às outras variedades de soja submetidas a testes. É importante ressaltar que os tratamentos T1, T2 e T4 não apresentaram diferenças significativas entre si no que diz respeito à mortalidade.

Essas constatações reforçam as descobertas de Bernardi (2014), que já havia observado que a espécie *S. frugiperda* demonstrou baixa ou nenhuma suscetibilidade à soja MON 87701 × MON 89788 contendo a proteína Cry1Ac. Além disso, mesmo quando exposta à concentração máxima testada, essa proteína não provocou um aumento significativo na mortalidade. Esse conjunto de informações sugere, portanto, que as

espécies de *Spodoptera* estudadas apresentam uma notável tolerância à proteína Cry1Ac, o que é uma descoberta relevante no contexto da resistência dessas pragas a estratégias de controle.

De acordo com Machado (2020), a sobrevivência das larvas heterozigotas de *S. frugiperda* em soja que expressa as proteínas Cry1Ac/Cry1F foi notavelmente baixa, registrando-se em menos de 35%, em contraste com as larvas que se desenvolveram em soja não-Bt, onde a sobrevivência superou 95%, além disso, a resistência de *S. frugiperda* a milho Cry1F e Cry1F/Cry1A.105/Cry2Ab2 afeta negativamente a eficácia da soja Cry1Ac/Cry1F, permitindo a sobrevivência dos resistentes e heterozigotos. Portanto, a resistência de *S. frugiperda* a proteínas Cry1 expressas em milho Bt resulta em resistência cruzada com as proteínas Bt expressas na soja Cry1Ac/Cry1F. Esse fato é crucial para entender por que os tratamentos T4 se assemelharam aos tratamentos T1 e T2 em nosso estudo.

Vale acrescentar que o tratamento mais eficaz, ou seja, o T3, conseguiu controlar 60% da população de insetos, o que pode ser considerado um controle moderado. Isso está em linha com as descobertas de Barcellos (2023), que em seu estudo observou que genótipos de *S. frugiperda* heterozigotos para resistência às proteínas Cry1 e Cry2 foram eficazmente controlados pela soja que expressa as proteínas Cry1A.105/Cry2Ab2/Cry1Ac, com nenhum inseto conseguindo completar seu desenvolvimento até a fase adulta. Essas constatações destacam a importância das características específicas das variedades de soja no controle efetivo de pragas e ressaltam a necessidade de considerar a resistência das pragas em estratégias futuras de manejo.

A análise da Tabela 4 traz dados importantes sobre a mortalidade acumulada de *Spodoptera cosmioides*. Os resultados demonstram que o tratamento T1 (NS 8383 RR) não se mostrou particularmente eficaz no controle dessas espécies, uma vez que não houve diferenças significativas observadas ao longo do período de observação. O mesmo padrão foi observado para o tratamento T2 (M8349 IPRO), que também não demonstrou variações estatisticamente significantes na mortalidade.

No entanto, é fundamental ressaltar que o tratamento T3 (M606 I2X) emergiu como uma opção de controle altamente eficaz, uma vez que a mortalidade das lagartas aumentou de forma substancial à medida que o tempo avançou. Isso indica que, ao longo do período de observação, o tratamento T3 conseguiu controlar de maneira efetiva a população de *S. cosmioides*. Por sua vez, o tratamento T4 (NEO 760 CE) demonstrou um controle moderado, visto que a mortalidade foi inicialmente baixa nos primeiros dias, mas

aumentou gradualmente, alcançando 50% após os 10 dias de avaliação. Essa tendência sugere que, embora o T4 não tenha sido tão eficiente quanto o T3, ainda assim foi capaz de exercer algum controle sobre as larvas de *S. cosmioides* ao longo do tempo.

As descobertas de Machado (2020) oferecem uma visão esclarecedora da influência da soja Cry1Ac/Cry1F no desenvolvimento de *S. cosmioides*. Ele observou que as larvas alimentadas com essa variedade de soja experimentaram um aumento no tempo de desenvolvimento, uma diminuição na sobrevivência larval e, conseqüentemente, um decréscimo no sucesso de desenvolvimento de ovo a adulto em comparação com aquelas que se alimentaram de soja não-*Bt*. Esses resultados apontam para uma notável redução no crescimento populacional dessas pragas quando confrontadas com a soja *Bt*, o que ressalta a eficácia potencial dessas variedades no controle de *S. cosmioides*.

Além disso, o estudo de Barcellos (2023) fornece evidências complementares sobre a eficácia de certas proteínas *Bt*. Segundo suas observações, a soja que expressa as proteínas Cry1A.105/Cry2Ab2/Cry1Ac induziu uma alta letalidade em neonatos de *S. cosmioides*. Essa constatação destaca ainda mais o impacto positivo das proteínas *Bt* no controle da praga e fortalece a argumentação em favor do uso dessas variedades na agricultura como uma ferramenta eficaz de manejo desta praga.

A Tabela 5 apresenta a mortalidade acumulada de *Spodoptera eridania*. Observando o tratamento T1, é evidente que, inicialmente, as larvas não apresentam mortalidade nos primeiros dias, no entanto, ao longo dos 10 dias de observação, a mortalidade aumenta gradualmente, atingindo um valor de 5,00%. O tratamento T2, por sua vez, não registra mortalidade no primeiro dia, mas a partir do segundo dia, a mortalidade começa a aumentar progressivamente, atingindo um patamar de 30,00% ao final dos 10 dias.

No tratamento T3, a mortalidade é notada já nos primeiros dias, atingindo 15,00% no primeiro dia de avaliação e aumentando consideravelmente ao longo do tempo, chegando a 80,00% ao décimo dia. Esses dados apontam para uma capacidade de controle notável do T3 sobre *S. eridania*, com uma alta taxa de mortalidade que aumenta de forma significativa durante o período de observação. Finalmente, o tratamento T4, similar ao T3, apresenta mortalidade já no primeiro dia, aumentando progressivamente ao longo do tempo e atingindo 72,50% de mortalidade.

Em síntese, com base nos resultados da tabela, pode-se argumentar que os tratamentos T3 e T4 demonstram uma notável eficiência no controle de *S. eridania*, com taxas de mortalidade iniciais significativas que aumentam ao longo do tempo.

De acordo com Godoy (2023), seu estudo forneceu percepções valiosas sobre os tratamentos T3 e T2 e suas respectivas proteínas no controle de *S. eridania*. Ele destacou que as proteínas presentes no T3 demonstraram níveis razoáveis de controle da praga, enquanto a proteína Cry1Ac, encontrada no T2, resultou em um controle menos eficaz para essa espécie. Essa diferença na eficácia de controle se deve à aquisição de tolerância por parte de *S. eridania* em relação à tecnologia *Bt*, devido a mutações genéticas que lhes permitem sobreviver à exposição às proteínas *Bt*.

Essas descobertas do T3 corroboram os dados previamente obtidos no estudo de Machado (2020). Nele, Machado relatou que a soja contendo os genes Cry1Ac/Cry1F apresentava uma menor sobrevivência larval. Isso reforça a ideia de que as proteínas presentes no T3 desempenham um papel eficaz no controle de *S. eridania*, enquanto a variante no T2 enfrenta desafios devido à resistência adquirida pela praga.

Tabela 3. Mortalidade acumulada de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval, pela alimentação em folíolos de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3®. Safra 2022/23.

Tratamento	Biotecnologia	1 DIA <sup>1,2</sup>	2 DIAS	3 DIAS	4 DIAS	5 DIAS	6 DIAS	7 DIAS	8 DIAS	9 DIAS	10 DIAS
T1. NS 8383 RR	Roundup Ready (RR2)	0,00 a	2,50 a	7,50 a	10,00 a	10,00 a	10,00 a	10,00 a	10,00 a	12,50 a	12,50 a
T2. M8349 IPRO	Intacta RR2 PRO®	2,50 a	2,50 a	5,00 a	7,50 a	7,50 a	7,50 a	10,00 a	10,00 a	10,00 a	10,00 a
T3. M8606 I2X	Intacta2 Xtend®	2,50 a	20,00 a	45,00 b	55,00 b	55,00 b	55,00 b	55,00 b	60,00 b	60,00 b	60,00 b
T4. NEO 760 CE	Conkesta E3®	5,00 a	7,50 a	10,00 a	10,00 a	10,00 a	10,00 a	12,50 a	12,50 a	12,50 a	12,50 a

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>2</sup>DIA: dias após o início da alimentação nos folíolos.

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 4. Mortalidade acumulada de *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval, pela alimentação em folíolos de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3®. Safra 2022/23.

Tratamento	Biotecnologia	1 DIA <sup>1,2</sup>	2 DIAS	3 DIAS	4 DIAS	5 DIAS	6 DIAS	7 DIAS	8 DIAS	9 DIAS	10 DIAS
T1. NS 8383 RR	Roundup Ready (RR2)	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,50 a	2,50 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
T2. M8349 IPRO	Intacta RR2 PRO®	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	5,00 a	10,00 a	10,00 a	12,50 a
T3. M8606 I2X	Intacta2 Xtend®	7,50 a	17,50 a	25,00 b	32,50 b	42,50 b	52,50 c	70,00 c	80,00 c	80,00 c	82,50 c
T4. NEO 760 CE	Conkesta E3®	2,50 a	2,50 a	2,50 ab	10,00 ab	25,00 b	27,50 b	32,50 b	40,00 b	45,00 b	50,00 b

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>2</sup>DIA: dias após o início da alimentação nos folíolos.

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 5. Mortalidade acumulada de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval, pela alimentação em folíolos de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3®. Safra 2022/23

Tratamento	Biocnologia	1 DIA <sup>1,2</sup>	2 DIAS	3 DIAS	4 DIAS	5 DIAS	6 DIAS	7 DIAS	8 DIAS	9 DIAS	10 DIAS
T1. NS 8383 RR	Roundup Ready (RR2)	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,50 a	2,50 a	2,50 a	2,50 a	5,00 a	5,00 a
T2. M8349 IPRO	Intacta RR2 PRO®	0,00 a	7,50 a	15,00 a	25,00 b	27,50 b	27,50 b	27,50 b	30,00 b	30,00 b	30,00 b
T3. M8606 I2X	Intacta2 Xtend®	15,00 a	57,50 c	62,50 b	70,00 c	77,50 c	77,50 c	77,50 c	80,00 c	80,00 c	80,00 c
T4. NEO 760 CE	Conkesta E3®	10,00 a	32,50 b	45,00 b	55,00 c	62,50 c	70,00 c	70,00 c	72,50 c	72,50 c	72,50 c

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>2</sup>DIA: dias após o início da alimentação nos folíolos.

Fonte: Autor, 2023.

## 4.2 Porcentagem acumulada consumida

Os dados apresentados na Tabela 6 fornecem informações sobre a porcentagem acumulada de folhas de soja consumidas por larvas de *S. frugiperda* durante o primeiro ínstar larval ao longo de vários dias após o início de sua alimentação nas folhas das plantas de soja, durante a safra 2021/22.

Notavelmente, nos primeiros cinco dias, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos nos diferentes tratamentos. No entanto, a partir desse ponto, uma distinção significativa se torna aparente, particularmente no tratamento T3 (M8606 I2X), onde as médias de consumo de folhas são significativamente menores em comparação com os demais tratamentos.

No tratamento T1 (NS 8383 RR), observamos que, no primeiro dia, as larvas consumiram apenas 3,13% das folhas, porém, ao longo dos 10 dias subsequentes, o consumo aumentou significativamente, atingindo expressivos 91,60%. É importante notar que as médias de consumo a partir do sexto dia em diante são substancialmente maiores do que nos primeiros dias, conforme indicado pelas letras "a" e "b". Esse padrão evidencia uma tendência de aumento no consumo de folhas ao longo do tempo. O T2 (M8349 IPRO) apresentou um padrão semelhante ao T1, com as larvas consumindo 2,55% das folhas no primeiro dia. O consumo cresceu progressivamente, alcançando 86,50% após 10 dias. Da mesma forma, as médias de consumo nos dias a partir do sexto dia são significativamente maiores em comparação com os primeiros dias.

Em contraste, o T3 (M8349 IPRO) mostrou um desempenho notavelmente diferente, com as larvas consumindo consideravelmente menos em comparação com os tratamentos T1 e T2. No primeiro dia, apenas 0,73% dos folíolos foram consumidos, aumentando para 20,15% após 10 dias. A diferença nas médias entre os dias não é tão acentuada como nos tratamentos anteriores, sugerindo um padrão mais constante de consumo ao longo do tempo. Da mesma forma, o T4 (NEO 760 CE) obteve resultados semelhantes ao T3, com as larvas consumindo menos em comparação com os tratamentos T1 e T2. No primeiro dia, 1,90% das folhas foram consumidas, aumentando para 91,43% após 10 dias. Novamente, as médias de consumo nos dias posteriores são notoriamente superiores em relação aos primeiros dias. Essa análise revela as variações significativas nos padrões de consumo de folhas ao longo do tempo entre os tratamentos, destacando o desempenho mais eficiente do T3 e T4, com menor consumo em comparação com os tratamentos T1 e T2.

Os tratamentos T1, T2 e T4 são mais suscetíveis ao consumo das lagartas, enquanto o T3 mostra maior resistência ao consumo, com uma quantidade significativamente menor de folhas sendo consumida. Esse menor consumo pode ser atribuído à ação das proteínas *Bt*, que afetam o comportamento alimentar e a sobrevivência das pragas.

Os resultados revelados na Tabela 7 oferecem dados significativos da porcentagem acumulada de folíolos de soja consumidos por larvas de *S. cosmioides* durante seu primeiro instar larval. Ao avaliarmos o primeiro dia, o tratamento T1 apresentou um consumo inicial de 1,99% das folhas, mas esse valor aumentou consideravelmente ao longo dos 10 dias de avaliação, chegando a 74,86%. É importante notar que as letras indicam que as médias de consumo variaram significativamente ao longo dos dias, evidenciando diferenças notáveis em algumas comparações. O T2, por sua vez, mostrou padrões semelhantes aos observados no T1. No primeiro dia, o consumo foi de 1,34%, aumentando progressivamente ao longo do tempo e atingindo 68,26% após 10 dias de avaliação.

No entanto, o T3 apresentou resultados distintos em comparação com os tratamentos anteriores. Neste tratamento, as lagartas consumiram significativamente menos folhas em relação ao T1 e T2. No primeiro dia, apenas 0,66% das folhas foram consumidas, aumentando para 11,58% ao final dos 10 dias avaliados. O T4, seguindo um padrão semelhante ao T3, também apresentou um consumo menor em comparação com o T1 e T2. No primeiro dia, 0,84% das folhas foram consumidas, atingindo um máximo de 22,88% de consumo.

Essa análise dos dados destaca as variações notáveis nos padrões de consumo de folhas entre os diferentes tratamentos. Em particular, o T3 e o T4 se destacam como tratamentos que resultam em um consumo significativamente menor em comparação com o T1 e T2.

De acordo com Silva (2014), uma das explicações para o não-efeito das proteínas sobre *S. cosmioides*, é a tolerância da espécie à Cry1Ac. Além disso é possível que se tenha uma fraca ligação entre as proteínas e as microvilosidades do intestino da lagarta, o que já foi relatado para outras espécies. É possível portanto que *S. cosmioides* encontre um ambiente favorável ao seu desenvolvimento, quando em cultivos de soja *Bt*.

Os resultados apresentados na Tabela 8 oferecem uma análise detalhada da porcentagem acumulada de folhas de soja consumidas por larvas de *S. eridania* durante seu primeiro instar larval, ao longo de vários dias após o início de sua alimentação nos

folíolos das plantas de soja, na safra 2021/22. Ao avaliarmos o T1, observamos que, no primeiro dia, as larvas consumiram 2,06% das folhas, e esse consumo aumentou de maneira notável ao longo dos 10 dias de avaliação, atingindo a surpreendente marca de 119,78%. As letras indicam que as médias de consumo ao longo dos dias não são uniformes, o que demonstra diferenças significativas em algumas comparações. O T2, por sua vez, exibiu um padrão de consumo semelhante ao T1. No primeiro dia, o consumo foi de 1,75% das folhas, e, assim como no T1, esse valor cresceu gradualmente com o tempo, atingindo 70,75% após 10 dias.

No entanto, o T3 se destacou ao apresentar um consumo consideravelmente menor de folhas em comparação com os tratamentos T1 e T2. No primeiro dia de avaliação, apenas 0,91% das folhas foram consumidas, e esse valor aumentou para 13,09% ao final dos 10 dias. Da mesma forma, o T4, em linha com o T3, registrou um consumo menor de folhas em comparação com os tratamentos T1 e T2. No primeiro dia, 1,40% das folhas foram consumidas, e esse valor chegou a 24,10% após 10 dias.

Essa análise aponta variações marcantes nos padrões de consumo de folhas ao longo do tempo entre os diferentes tratamentos. Em particular, o T3 e o T4 se destacam por resultarem em um consumo significativamente menor em comparação com os tratamentos T1 e T2.

Em todas as análises, a variedade contendo a proteína Cry1Ac demonstrou altos valores de consumo foliar. Segundo Bernardi (2014), a falta de efeito de Cry1Ac em *Spodoptera* foi relatado anteriormente e pode estar relacionado a uma alta natural tolerância deste inseto-praga à proteína Cry1Ac, ligação fraca de Cry1Ac ao intestino médio, ou a inativação das proteínas inseticidas por proteases produzidas pelos insetos foram relatados para larvas de outras espécies, como *S. frugiperda*. Ademais, resultados em que a biotecnologia demonstrou menores valores de consumo se dá ao fato de que as proteínas *Bt* na qual as lagartas não têm resistência interagem com o seu sistema digestivo, ligando-se aos receptores e interferindo na capacidade de digerir os nutrientes das folhas. Isso pode levar a uma diminuição do apetite das lagartas e a uma redução do consumo foliar.

Tabela 6. Porcentagem acumulada do folíolo de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3® consumida pelas lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval. Safra 2021/22.

Tratamento	Biotechnologia	1 DIA <sup>1,2</sup>	2 DIAS	3 DIAS	4 DIAS	5 DIAS	6 DIAS	7 DIAS	8 DIAS	9 DIAS	10 DIAS
T1. NS 8383 RR	Roundup Ready (RR2)	3,13 a	5,18 a	7,38 a	12,03 a	17,98 a	26,60 b	41,83 b	59,68 b	76,18 b	91,60 b
T2. M8349 IPRO	Intacta RR2 PRO®	2,55 a	4,63 a	7,13 a	11,78 a	17,08 a	28,30 b	44,60 b	60,65 b	75,13 b	86,50 b
T3. M8606 I2X	Intacta2 Xtend®	0,73 a	1,23 a	1,98 a	2,63 a	3,58 a	5,15 a	7,18 a	11,93 a	15,90 a	20,15 a
T4. NEO 760 CE	Conkesta E3®	1,90 a	4,00 a	6,55 a	10,70 a	16,00 a	25,68 b	41,18 b	58,40 b	77,20 b	91,43 b

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>2</sup>DIA: dias após o início da alimentação nos folíolos.

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 7. Porcentagem acumulada do folíolo de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3® consumida pelas lagartas de *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval. Safra 2021/22.

Tratamento	Biotechnologia	1 DIA <sup>1,2</sup>	2 DIAS	3 DIAS	4 DIAS	5 DIAS	6 DIAS	7 DIAS	8 DIAS	9 DIAS	10 DIAS
T1. NS 8383 RR	Roundup Ready (RR2)	1,99 a	4,18 a	8,54 a	11,98 ab	14,56 bc	19,96 b	28,61 b	44,30 b	61,55 c	74,86 c
T2. M8349 IPRO	Intacta RR2 PRO®	1,34 a	3,39 a	8,83 a	13,05 b	15,85 c	20,39 b	28,21 b	41,51 b	56,20 c	68,26 c
T3. M8606 I2X	Intacta2 Xtend®	0,66 a	1,60 a	3,75 a	5,14 a	5,71 a	6,71 a	7,75 a	8,89 a	10,14 a	11,58 a
T4. NEO 760 CE	Conkesta E3®	0,84 a	2,23 a	4,39 a	6,40 ab	7,66 ab	9,96 a	12,40 a	14,93 a	19,13 b	22,88 b

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>2</sup>DIA: dias após o início da alimentação nos folíolos.

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 8. Porcentagem acumulada do folíolo de soja Roundup Ready (RR2), Intacta RR2 PRO®, Intacta2 Xtend® e Conkesta E3® consumida pelas lagartas de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) de primeiro ínstar larval. Safra 2021/22.

Tratamento	Biocnologia	1 DIA <sup>1,2</sup>	2 DIAS	3 DIAS	4 DIAS	5 DIAS	6 DIAS	7 DIAS	8 DIAS	9 DIAS	10 DIAS
T1. NS 8383 RR	Roundup Ready (RR2)	2,06 a	4,43 a	8,00 a	13,35 a	27,26 b	41,53 c	68,91 c	88,03 c	104,72 c	119,78 c
T2. M8349 IPRO	Intacta RR2 PRO®	1,75 a	4,03 a	6,18 a	9,66 a	14,68 a	22,06 b	34,68 b	49,50 b	62,25 b	70,75 b
T3. M8606 I2X	Intacta2 Xtend®	0,91 a	1,64 a	2,19 a	2,89 a	3,36 a	4,08 a	5,03 a	7,34 a	10,46 a	13,09 a
T4. NEO 760 CE	Conkesta E3®	1,40 a	2,83 a	3,95 a	5,23 a	6,46 a	8,16 a	10,81 a	14,40 a	20,41 a	24,10 a

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>2</sup>DIA: dias após o início da alimentação nos folíolos.

Fonte: Autor, 2023

## 5. CONCLUSÃO

- Dessa forma, podemos concluir que, para *S. frugiperda*, a variedade de soja com a biotecnologia Intacta 2Xtend se destacou, proporcionando um controle moderado em termos de mortalidade e consumo em comparação aos demais tratamentos.
- Ainda, para *S. cosmioides*, as tecnologias Conkesta E3 e Intacta 2Xtend mostraram-se eficazes, atingindo níveis de controle de 50% e 80%, respectivamente.
- Para *S. eridania*, os resultados foram satisfatórios com as tecnologias Intacta 2Xtend e Conkesta E3, evidenciando uma eficiência notável com taxas de mortalidade inicialmente significativas que aumentam ao longo do tempo.

## REFERÊNCIAS

BARCELLOS, Giovani A. et al. Characterizing the lethal and sub-lethal effects of genetically modified soybean expressing Cry1A, Cry2Ab2, and Cry1Ac insecticidal proteins against *Spodoptera* species (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Pest Management Science*, v. 79, n. 2, p. 548-559, 2023.)

BERNARDI, Oderlei et al. Baixa suscetibilidade de *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) à soja geneticamente modificada que expressa a proteína Cry1Ac. *Proteção de culturas*, v. 58, p. 33-40, 2014.)

CAGNIN, Pedro Roberto. O Mercado de soja. 2022.

CARRIJO, Isabella et al. MONITORAMENTO PÓS-COMERCIALIZAÇÃO DO POTENCIAL IMPACTO DE SOJA *Bt* EXPRESSANDO Cry1Ac NA COMUNIDADE DE ARTRÓPODES NÃO ALVO. 2022.

CARVALHO, Leidiane; FERREIRA, Francielle; BUENO, Nádia. Importância econômica e generalidades para o controle da lagarta falsa-medideira na cultura da soja. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

CORTEVA AGRISCIENCE LANÇA SOJA NO BRASIL. MAIS SOJA, 2021. Disponível em: <https://maissoja.com.br/corteva-agriscience-lanca-soja-conkesta-e3-no-brasil/> Acesso em: 25/05/2022.

CUNHA, Roberto César; ESPÍNDOLA, Carlos José. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo. **GeoTextos**, 2015.

Roberto César; ESPÍNDOLA, Carlos José. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo. **GeoTextos**, 2015.

Débora Mello et al. Aspectos biológicos e nutricionais do complexo *Spodoptera* ssp. em culturas anuais. **Embrapa Soja-Tese/dissertação (ALICE)**, 2014.

DE OLIVEIRA, Higor Fernandes; NUNES, Joselito. Eficiência de inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, p. 156-168, 2017.

DE SOUZA, Bruno Henrique Sardinha et al. Aspectos bionômicos de *Spodoptera eridania* (Cramer): uma praga em expansão na cultura da soja na região do Cerrado brasileiro. **EntomoBrasilis**, v. 7, n. 2, p. 75-80, 2014.

FAZAM, J. C. et al. Efeito da soja *Bt* sobre a frequência e densidade populacional de pragas e predadores. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., 2013, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 115-118.(Embrapa Soja. Documentos, 339), 2013.

FERREIRA, D. F. SISVAR: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. **Lavras: UFLa**, 1999.

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

GIMENEZ, JED; RAMOS JUNIOR, E. U. Desempenho de cultivares de soja convencional e transgênica no médio norte mato-grossense, na safra 2020/2021. **XVII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja**, v. 86065, p. 15, 2022.

GODOY, Daniela N. et al. Dose Effects of Flubendiamide and Thiodicarb against *Spodoptera* Species Developing on Bt and Non-Bt Soybean. **Insects**, v. 14, n. 9, p. 766, 2023.

GONÇALVES, Givanildo et al. Eficiência de inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* (JE SMITH)(Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas de milho, feijão, soja e sorgo. **Enciclopédia biosfera**, v. 13, n. 23, 2016.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 69, p. 487-488, 1976.

LAGARTA-DA-ESPIGA, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae). EMBRAPA, 2023. Disponível em: <http://panorama.cnpms.embrapa.br/insetos-praga/identificacao/pragas-da-espiga/lagarta-da-espiga-helicoverpa-zea-boddie-1850-lepidoptera-noctuidae> Acesso em: 28/09/2023

MACHADO, Eduardo P. et al. Resistência cruzada de *Spodoptera frugiperda* selecionada em milho *Bt* com soja geneticamente modificada expressando proteínas Cry1Ac e Cry1F no Brasil. *Relatórios científicos*, v. 10, n. 1, pág. 10080, 2020.)

MACHADO, Eduardo Perkovski et al. Sobrevivência e desenvolvimento de espécies de Spodoptera (Lepidoptera: noctuidae) em soja expressando Cry1Ac e Cry1F e implicações no manejo da resistência. 2020.

MORAES, Gabriel Nunes et al. SOJA: A CULTURA QUE MOVE O BRASIL. In: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. 2021.

PAULILLO, Luis Cesar Maffei Sartini. **Efeito de inibidores de proteinase de soja sobre a ação, crescimento e metabolismo de proteinases intestinais de lagartas de Spodoptera frugiperda (JE Smith, 1797)**. 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

**QUAL A IMPORTANCIA DA SOJA PARA A GRICULTURA BRASILEIRA?. MAIS SOJA**, 2021. Disponível em <https://maissoja.com.br/qual-a-importancia-da-soja-para-a-agricultura-brasileira/> Acesso em: 03/04/2022.

REVISTA CULTIVAR. **SOJA: Biotecnologia e Proteção Contra Lagartas**, 2016. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/soja-n-biotecnologia-e-protecao-contra-lagartas>.

SILVA, G. V. et al. Biologia de Spodoptera cosmioides (Walker, 1958)(Lepidoptera: Noctuidae) em Soja *Bt* e não-*Bt*. 2014

SILVA, Gabriela Vieira. Efeitos de plantas *Bt* de soja e milho sobre pragas não-alvo e seus inimigos naturais. 2013.

**SOJA EM NÚMEROS (SAFRA 2022/23)**. EMBRAPA, 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 28/09/2023.

**TECNOLOGIA INTACTA 2XTEND**. EMBRAPA SOJA, 2022. Disponível em <https://www.embrapa.br/soja/intacta2/sistema>. Acesso em 23/05/2022.

TEODORO, A. V. et al. Spodoptera cosmioides (Walker) e Spodoptera eridania (Cramer)(Lepidoptera: Noctuidae): novas pragas de cultivos da Região Nordeste. **Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2013.

VELOSO, Eliomar Sérgio. Resistência de cultivares de soja a Spodoptera frugiperda (JE SMITH)(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE). 2010.

VIANA, Daniela de Lima. Dinâmica populacional, infestação natural e aspectos biológicos de *Chrysodeixis includens* (Walker: 1857) e *Spodoptera* spp.(Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de soja e algodoeiro Bt que expressam proteínas Cry. 2018.