



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill
Fabaceae) AO COMPLEXO DE LAGARTAS.**

RAYAN ADOLFO SOUSA SILVA

RAYAN ADOLFO SOUSA SILVA

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill
Fabaceae) AO COMPLEXO DE LAGARTAS.**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^a. Dr^a. CRISTINA SCHETINO
BASTOS

Brasília, DF

Dezembro de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Rayan Adolfo Sousa

“RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill Fabaceae) AO COMPLEXO DE LAGARTAS”. Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2016. 34 páginas.

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

1. *Anticarsia gemmatilis*, *Chrysodeixis includens*, *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania*, antixenose.

I. Bastos, C.S. II. Dra.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, R. A. S. RESISTÊNCIA DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill Fabaceae) AO COMPLEXO DE LAGARTAS. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 34 páginas. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: RAYAN ADOLFO SOUSA SILVA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Grau: 3º **Ano:** 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

RAYAN ADOLFO SOUSA SILVA

CPF: 047.333.021-00

QD 103 Conjunto 6 Casa 13.

CEP: 72600-307, Recanto das Emas, Brasília, DF. Brasil

(61) 983751526 / e-mail: adolfo.rayan@gmail.com

RAYAN ADOLFO SOUSA SILVA

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill
Fabaceae) AO COMPLEXO DE LAGARTAS.**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária da Universidade de Brasília –
UnB, como parte das exigências do curso de
Graduação em Agronomia, para a obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr^a. CRISTINA SCHETINO
BASTOS

BANCA EXAMINADORA:

Cristina Schetino Bastos

Doutora, Universidade de Brasília - UnB

Orientador / e-mail: cschetino@unb.br

Nara Oliveira Silva Souza

Doutora, Universidade de Brasília - UnB

Examinador / e-mail: narasouza@unb.br

Fábio Akiyoshi Suinaga

Doutor, Embrapa Hortaliças - CNPH

Examinador / e-mail: fabio.suinaga@embrapa.br

*Dedico esse trabalho à minha mãe Rejane Marina, ao meu pai Gilmar Alves,
e aos meus irmãos Pedro Henrique e Amanda Ellen.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela paz espiritual que me permite viver.

Agradeço aos meus avós Adão de Sousa (in memoriam), Maria Cecília, Melquíades Domingos e Maria Alves, sem os quais nenhuma letra deste trabalho teria sido escrita.

Agradeço aos meus pais Rejane Marina e Gilmar Alves por me cederem o privilégio da vida, por todo o apoio, incentivo, compreensão, amor e ensinamento de como ser um bom pai aos meus futuros filhos.

Agradeço aos meus irmãos Amanda Ellen e Pedro Henrique pela amizade, cumplicidade, apoio e orgulho que me fazem sentir por tê-los.

Agradeço a todos meus tios e primos que sempre me incentivaram, em especial ao meu tio Gilberto Alves que sempre enfatizou a importância do ingresso e do crescimento obtido no ensino superior.

Agradeço a professora Cristina Schetino pela oportunidade de realizar um trabalho a campo dentro de uma área agrônômica tão importante, pela sua sabedoria, paciência e competência ao orientar, corrigir, incentivar ou tão somente dar boas risadas com piadas bobas.

Agradeço a Embrapa Produtos e Mercado pela cessão dos campos de produção e pelo auxílio técnico.

Agradeço a todo o corpo docente da Escola Tio Patinhas, Escola Classe 102 do Recanto das Emas, Centro de Ensino Fundamental 104 do Recanto das Emas, Colégio Militar de Brasília e Universidade de Brasília por terem permitido que chegasse onde cheguei.

Agradeço a minha namorada Kiara Letícia e seus familiares pelo imenso apoio e incentivo durante o curso de Agronomia.

Agradeço a todos meus amigos pelos momentos de alegria, partilha, festa e companheirismo, em especial ao meu amigo Gustavo César que junto a mim conduziu todas as etapas deste trabalho, sempre me auxiliando e orientando no que houvesse de ser feito.

Agradeço aos meus cachorros Julius e Mel por sempre me recepcionarem com imensa alegria tornando os dias cansativos menos difíceis.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente participaram deste sonho ou acreditaram que ele pudesse ser realizado.

SILVA, RAYAN ADOLFO SOUSA. Resistência de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill Fabaceae) ao complexo de lagartas. 2016. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

A sojicultura é uma das mais importantes atividades agrícolas do país. As principais pragas que afetam a produção de soja (*Glycine max* (L.) Merrill Fabaceae) são as lagartas desfolhadoras (Lepidoptera: Noctuidae), cujo controle é feito principalmente com inseticidas. Desta forma, outras alternativas de controle devem ser buscadas. Este trabalho objetivou avaliar a resistência por antixenose de dez cultivares de soja (BRS 6980, BRS 8381, BRS 8581, BRS 7280 RR, BRS 7380 RR, BRS 7680 RR, BRS 706 IPRO, BRS 713 IPRO, BRS 7780 IPRO, BRS 8082 CV) ao ataque de lagartas desfolhadoras. Os tratamentos foram dispostos no delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições. Cada parcela apresentava 5,00 metros de comprimento por 4,95 m de largura, sendo empregadas oito plantas por metro e espaçamento de 0,45 m entre linhas. As populações das lagartas desfolhadoras foram avaliadas semanalmente durante 17 semanas a partir dos 17 DAP (dias após o plantio). As avaliações foram realizadas a partir da contagem direta de insetos e pano de batida (1,5 m x 0,45 m), onde só foram contabilizados os insetos em estágio larval. Os dados coletados foram usados em análise de variância (ANOVA) por medidas repetidas seguida de teste Tukey a $p \leq 0,05$. Ao final das avaliações, foram colhidas 12 plantas por parcela ao acaso, localizadas nas três fileiras centrais, utilizadas para contagem das vagens e estimativa da produtividade. A antixenose às lagartas desfolhadoras da soja foi expressa em maior intensidade nas cultivares BRS 713 IPRO e BRS 7780 IPRO e em menor intensidade na cultivar BRS 7680 RR. As cultivares IPRO foram atacadas por *Chrysodeixis includens* (Walker), mesmo expressando a toxina Bt Cry1Ac.

Palavras-chave: *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*, *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania*, antixenose.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1 A soja: origem e fenologia.....	3
3.2 Aspectos fitotécnicos e econômicos da sojicultura.....	4
3.3 Artrópodes-praga da soja	4
3.4 A lagarta-da-soja [<i>Anticarsia gemmatalis</i> (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae)]: biologia, injúria e formas de controle	6
3.5 A lagarta mede-palmo [<i>Chrysodeixis includens</i> (Walker) Lepidoptera: Noctuidae]: biologia, injúria e formas de controle	8
3.6 Lagartas <i>Spodoptera</i> spp. [<i>Spodoptera eridania</i> (Cramer) e <i>Spodoptera cosmioides</i> (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)]	10
3.7 Resistência de plantas e o manejo do complexo de lagartas desfolhadoras da soja ..	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Condições gerais de experimentação	15
4.2 Análises da incidência de lagartas desfolhadoras e produtividade	17
4.3 Determinação do teor de umidade	18
4.4 Análise dos dados	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÕES	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

A sojicultura é a atividade agrícola de maior importância no Brasil em virtude de sua escala de produção e da economia que esta *commodity* movimentada. A soja participa ativamente do PIB do Agronegócio e é o grão mais produzido no país, sendo responsável por mais da metade da totalidade da produção de grãos. Na safra 2015/2016 a produção foi de aproximadamente 95,4 milhões de toneladas e a estimativa para a safra 2016/2017 supera 102 milhões de toneladas (BRASIL, 2016a).

As características climáticas do centro de origem da soja, identificado como leste asiático, diferem bastante das encontradas no Brasil, sobretudo em relação ao fotoperíodo - fator importantíssimo para o perfeito desenvolvimento da planta. Entretanto, os avanços da pesquisa permitiram que a soja se estabelecesse no país e alcançasse excelentes patamares de produtividade (FARIAS et al., 2007). Além disso, existe perspectiva futura de expansão da área agrícola em até 70 milhões de hectares, algo que permitirá produzir até 495 milhões de toneladas de grãos e fibras (BRASIL, 2016b).

Diante de um constituinte tão importante para a economia brasileira e alimentação mundial, é importante que haja cuidados com a produção de soja para que as perdas sejam mínimas e os custos reduzidos. Dentro do ciclo produtivo, o ataque de artrópodes-praga é um dos principais responsáveis pelas perdas de produção de alimentos, o que faz com que os métodos de controle deste fator de perda sejam constantemente discutidos (ESTRUCH et al., 1997).

Dentre os insetos-praga da cultura, as lagartas, além dos percevejos, são os artrópodes mais prejudiciais ao cultivo da soja, sendo, portanto, considerados como pragas-chave. As lagartas possuem um grande poder de destruição pelo fato de poderem atacar diretamente as folhas da planta ou as vagens. Algumas lagartas chegam a causar queda das plantas, devido ao roletamento que provocam logo acima da superfície do solo, como é o caso da *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae). As demais espécies que ocorrem associadas à soja são os noctuídeos *Anticarsia gemmatilis* Hübner, *Chrysodeixis includens* (Walker), *Spodoptera* spp. e *Heliothis* e *Helicoverpa* spp. (HOFFMAN-CAMPO et al., 2000).

A aplicação de agrotóxicos é a principal forma de controle desses insetos, apesar do controle biológico e o controle via cultivo de plantas geneticamente modificadas incorporando as toxinas Bt (da bactéria *Bacillus thuringiensis*), também ser empregado. Entretanto, a utilização indiscriminada desses produtos tem gerado inúmeros efeitos deletérios ao homem e

ao ambiente, dentre os quais podem ser citados o desequilíbrio da biodiversidade em virtude da seleção de insetos resistentes, a mortalidade dos inimigos naturais, a contaminação ambiental e a contaminação de pessoas e animais (BUENO et al., 2012; FAZAM et al., 2013; CONTE et al., 2014). Esses fatores estimulam a busca por métodos de controle alternativos no Manejo Integrado de Pragas (MIP) que sejam, ao mesmo tempo, ambientalmente mais sustentáveis e que reduzam a frequência de intervenção via controle químico.

Dentre as possibilidades existentes, tem-se a resistência de plantas que compreende o cultivo de plantas que apresentam características constitutivas ou induzidas, herdáveis, que as tornam menos atacadas por uma ou mais espécies de pragas do que uma planta suscetível. As características envolvidas na manifestação da resistência podem atuar interferindo no ciclo biológico do inseto (antibiose), no comportamento de seleção do hospedeiro para alimentação, oviposição ou abrigo (antixenose ou preferência) ou não atuarem sobre a praga, mas sobre o hospedeiro, permitindo-lhe compensar o ataque sofrido sem comprometimento da produção (tolerância) (SMITH, 2005; BASTOS et al., 2015). Alguns trabalhos já foram realizados com o intuito de avaliar a preferência de lagartas por genótipos de soja não contendo (LOURENÇÃO et al., 2000; BORTOLI et al., 2011; HULBURT; BOERMA; ALL, 2004; LOURENÇÃO et al., 2010) ou contendo toxinas Bt (HOMRICH et al., 2008).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a resistência por antixenose de genótipos de soja ao complexo de lagartas desfolhadoras.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar a variação na densidade de lagartas desfolhadoras da soja em diferentes genótipos de soja;
- ✓ Avaliar a variação na produção de diferentes genótipos de soja sob diferentes intensidades de ataque de lagartas desfolhadoras.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A soja: origem e fenologia

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma espécie vegetal autógama da família Fabaceae que possui alto valor proteico. A origem e domesticação desta planta remetem há mais de cinco mil anos (KIIHL et al., 2003) no leste do continente asiático, a partir da espécie selvagem *Glycine soja* Siebold & Zucc. Fabaceae. A riqueza dos grãos de soja em proteína e óleo, com estes compondo aproximadamente 40% e 20% dos grãos respectivamente, os torna um importante constituinte direto e indireto da dieta de humanos e animais (CHUNG & SINGH, 2008).

A introdução da soja no continente Europeu se deu em 1712 através do botânico alemão Engelbert Kaempfer, quando este apresentava as possibilidades alimentícias do grão, as quais observou, sobretudo, após passagem pelo Japão. No continente americano, os primeiros registros da leguminosa apontam para o ano de 1765, no estado da Georgia, EUA, por intermédio de Samuel Bowen (SHURTLEFF & AOYAGI, 2014). Os primeiros registros da introdução da soja no Brasil datam de 1882 (SINGH, 2010).

O cultivo da soja no Brasil foi iniciado na região Sul em virtude da sensibilidade da cultura ao fotoperíodo. Todavia, o advento dos programas de melhoramento para a soja no Brasil permitiu a obtenção de cultivares de período juvenil longo (PJL), isto é, cultivares alteradas no que se refere à sensibilidade ao fotoperíodo. Os genótipos PJL tem florescimento retardado em dias curtos (RODRIGUES et al., 2001), o que permitiu seu cultivo em regiões de menor latitude como a Centro-Oeste.

O desenvolvimento da planta de soja é dividido em dois estágios: vegetativo e reprodutivo, os quais são, respectivamente, identificados pelas letras V e R. Os estádios de desenvolvimento são subdivididos numericamente em V1, V2, ..., V_n; R1, ..., R8, com exceção do estágio de emergência (VE) e do estágio cotiledonar (VC). Os estádios vegetativos têm sua designação determinada pela quantidade de nós trifoliolados plenamente formados. Assim, V1 e V6 por exemplo são, respectivamente, caracterizados por plantas que contém 1 e 6 nós trifoliolados plenamente formados. Os estádios reprodutivos têm sua designação determinada pelos seguintes fatores: primeira flor aberta em qualquer nó (R1), florescimento completo (R2), início da formação das vagens (R3), vagens totalmente

formadas (R4), início de enchimento das vagens (R5), vagens totalmente “cheias” (R6), início da maturação (R7), maturação plena (R8) (RITCHIE et al., 1985).

3.2 Aspectos fitotécnicos e econômicos da sojicultura

O plantio brasileiro de soja acontece, de maneira geral, da última novena de setembro até pouco depois da segunda quinzena de dezembro (BRASIL, 2016a). No que tange o manejo do solo, a produção de soja no país adota em uma parcela majoritária dos hectares plantados o Sistema de Plantio Direto (SPD). Segundo Fidelis et al. (2003) o cultivo da soja em SPD, em 2003, já ocupava 80% do total cultivado. Essa situação pode ser decorrente do fato de que o SPD tenha beneficiado a soja em relação à fixação biológica de nitrogênio, permitindo que ela ocorresse mais superficialmente quando comparada ao Sistema de Plantio Convencional (SPC) (VOSS & SIDIRAS, 1985).

Os trabalhos de melhoramento iniciados na década de 70 pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e pelo Centro Nacional de Pesquisa de Soja (atualmente Embrapa Soja), sobretudo com o objetivo de promover o PJI (DE ALMEIDA et al., 1999) permitiram que a região Centro-Oeste alcançasse uma posição de destaque no cenário nacional da produção de soja. Os levantamentos da safra 2015/2016 demonstram que a região foi responsável pela produção de 43,75 milhões de toneladas, o equivalente a 45,8% da produção brasileira. No mesmo ano agrícola em questão, a produção do país alcançou 95,43 milhões de toneladas (produzidos em 33,25 milhões de hectares), o que faz do Brasil o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos Estados Unidos que alcançou 106,93 milhões de toneladas. Juntos, esses dois países respondem por 64,7% do montante de soja produzido no planeta. O Brasil é o maior exportador mundial de soja, com aproximadamente 58,5% da produção sendo destinada para além das fronteiras do país. Apesar da China ser a quarta maior produtora mundial de soja, estando atrás apenas dos EUA, Brasil e Argentina, os chineses são também os maiores importadores mundiais do grão. O elevado consumo de produtos à base de soja e a elevada população fazem com que a demanda chinesa seja maior que sua produção (BRASIL, 2016a; USDA, 2016).

3.3 Artrópodes-praga da soja

Durante seu ciclo de crescimento, um dos principais entraves ao desenvolvimento e a produção da soja, além das condições edafoclimáticas, é o ataque de artrópodes-praga. No filo Arthropoda se insere a classe responsável por perdas da ordem de 20 a 30% na produção de alimentos, os insetos (ESTRUCH et al., 1997). Dentre as ordens mais importantes de insetos que atacam a soja, destacam-se: Lepidoptera, Hemiptera e Coleoptera. No Brasil, as pragas-chave da soja são a lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae) e os percevejos *Nezara viridula* (Linnaeus), *Piezodorus guildini* (Westwood) e *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), popularmente conhecidos como percevejo verde, percevejo verde pequeno e percevejo marrom ou chifrudinho, respectivamente. O ataque dessas pragas apresenta relação direta com a produção, haja vista que atacam principalmente as folhas, vagens e grãos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

Além da lagarta *A. gemmatalis*, alguns outros lepidópteros também causam prejuízos de expressiva magnitude à cultura, incluindo as espécies *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), *Chrysodeixis includens* (Walker), *Spodoptera* spp. e *Heliothis* e *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). Os danos causados pelas lagartas que infestam a soja podem ocorrer de diferentes maneiras e em diferentes locais da planta, havendo a possibilidade de ocorrer roletamento de plantas, desfolha e ataque às vagens (KOGAN & TURNPSEED, 1987; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; MOSCARDI et al., 2012 ; CZEPAK et al., 2013).

A utilização de inseticidas sintéticos é a forma de controle mais empregada pelos agricultores. Entretanto, a utilização incorreta desses produtos acaba acarretando contaminação ambiental, desenvolvimento de insetos resistentes, mortalidade de inimigos naturais e intoxicação aguda de consumidores e trabalhadores rurais (BUENO et al., 2012; ALMEIDA et al., 2009; SEFFRIN et al., 2009). O apelo ecológico por um sistema de cultivo mais sustentável tem fomentado a busca por outros métodos de controle das lagartas na soja, incluindo o controle biológico e as plantas resistentes (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; WALKER et al., 2000).

Um dos organismos mais importantes no controle biológico de lagartas da soja é a bactéria gram-positiva *Bacillus thuringiensis* (Bt). Bt pode ser aplicada através de formulado como ocorre em produtos químicos comuns e segundo Hansen & Salamitou (2000) ainda em 2000 a aplicação de produtos a base da bactéria já era estimada em 13.000 toneladas no mundo. Apesar da enorme eficiência na utilização destas bactérias enquanto formulados comerciais, a grande revolução envolvendo *B. thuringiensis* está no trabalho de engenharia genética responsável por expressar os genes tóxicos da bactéria em plantas geneticamente modificadas, gerando os transgênicos Bt. A utilização deste entomopatógeno se baseia na

produção de um cristal proteico durante a esporulação, o qual é transformado em peptídeos tóxicos no intestino do inseto após ingestão de Bt, o que ocasiona sua morte (HÖFTE & WHITELEY, 1989). O cristal proteico é composto pelas proteínas Cry que são codificadas pelos genes Cry (CRICKMORE; ZEIGLER; FEITELSON, 1998; SCHNEPF; CRICKMORE; VAN RIE, 1998). Os efeitos diretos e indiretos deste tipo de tecnologia são o incremento da produtividade, a maior valorização econômica da produção, a redução na utilização de produtos químicos e a maior seletividade quanto a praga alvo (SHELTON; ZHAO; ROUSH, 2002; VAN FRANKENHUYZEN, 2009; SCHÜNEMANN; KNAAK; FIUZA, 2014).

Um ponto crucial no cultivo de transgênicos Bt é a utilização de área de refúgio. O refúgio é uma área onde são cultivadas plantas não-Bt de mesmo ciclo das modificadas afim de que os insetos suscetíveis às toxinas Cry cruzem com eventuais insetos resistentes e dessa forma seja feita a manutenção da população suscetível (ROGGIA et al., 2016). Dados envolvendo pesquisas sobre a suscetibilidade à proteína Cry1Ac, a responsável pela toxicidade da planta aos insetos, demonstram que *C. includens* necessita de uma CL₅₀ 38 vezes maior que a CL₅₀ para *A. gemmatalis*, algo que reforça a tese de que esse tipo de manejo é muito importante, principalmente quando os transgênicos são utilizados para o controle de insetos menos suscetíveis (YANO et al., 2012).

3.4 A lagarta-da-soja [*Anticarsia gemmatalis* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae)]: biologia, injúria e formas de controle

Os adultos de *A. gemmatalis* são mariposas de 5 cm de envergadura, coloração variável, do cinza ao pardo e que, em estado de repouso, ficam com as asas abertas, mostrando uma linha transversal escura que as atravessa de ponta a ponta. O hábito deste inseto é noturno com sua atividade de vôo iniciando por volta das 22h e encerrando ao amanhecer, com maior intensidade das 2h às 4h (KLESENER; SANTOS; BIANCHI, 2007). Durante a fase larval, até o terceiro ínstar (quando alcançam até 10 mm), as lagartas usualmente apresentam cor verde e possuem quatro pares de propernas abdominais, sendo duas vestigiais, o que faz com que se locomovam “medindo palmo”, tornando-as facilmente confundidas com as lagartas do complexo Plusiinae (as falsas-medideiras). As lagartas maiores que 15 mm são encontradas na cor verde, entretanto, sob altas infestações, *A. gemmatalis* também pode ser encontrada na coloração escura. Em ambas as colorações as lagartas apresentam três linhas brancas no dorso. Lagartas de instares mais tardios (maiores

que 15 mm) não se locomovem medindo palmo em virtude de possuírem quatro propernas abdominais efetivas (MOREIRA & ARAGÃO, 2009; SOSA-GÓMEZ et al., 2014; MOSCARDI et al., 2012).

O período de incubação dos ovos de *A. gemmatalis* tem duração de 2 a 3 dias. O inseto passa por seis ínstaes larvais durante duração média de 2 a 3 dias cada. A fase de pupa dura por volta 11,3 dias. O ciclo completo de ovo a adulto dura em média 30 dias, o que permite ao inseto completar de três a quatro gerações por ciclo de desenvolvimento da soja (REID & GREENE, 1973; SILVA et al., 2012). Os ovos da lagarta-da-soja medem aproximadamente 0,6 mm de diâmetro e são de cor esbranquiçada a verde-clara, sendo de difícil visualização, pois sua cor se mistura às das folhas, pecíolos e hastes (MOSCARDI et al., 2012).

O ataque de *A. gemmatalis* causa desfolha às plantas, sendo essa desfolha mínima quando realizada por lagartas que estejam até o terceiro ínstar, havendo no máximo pequenas raspagens e perfurações nas folhas. Do quarto ao sexto ínstar a desfolha causada é severa, sendo 95% da injúria provocada pela lagarta, causada nesta faixa de desenvolvimento (SOSA-GÓMEZ et al., 2014). Segundo Walker et al. (2000), uma única lagarta de *A. gemmatalis* pode consumir até 110 cm² de folha durante sua fase larval, ficando claro portanto, a necessidade de controle dessa praga, haja vista que em altas densidades populacionais o inseto pode causar a completa destruição da planta e da lavoura (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

Os principais métodos usados para o controle de *A. gemmatalis* são o controle químico, o controle biológico e a resistência de plantas. Em relação ao controle químico, atualmente, existem cerca de 180 produtos registrados para o controle deste noctuídeo na soja, sendo 61 piretróides, 31 benzoiluréias, 24 organofosforados, 22 misturas de ingredientes ativos, 14 carbamatos, 5 diacilhidrazinas, 4 antranilamidas, 2 espinosinas, 2 éteres difenílicos e 1 diamida do ácido ftálico (BRASIL, 2016c).

A utilização de inseticidas biológicos e inimigos naturais para o controle de lagarta-da-soja têm sido bastante difundidos. Os organismos que apresentam maior eficiência e são, portanto, os mais utilizados são *B. thuringiensis*, *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Baculovirus anticarsia* (BERNARDES, 2011; MOSCARDI et al., 2012; CRIALESI-LEGORI et al., 2014). O controle através de *Baculovirus anticarsia* (vírus múltiplo de poliedrose nuclear de *A. gemmatalis* – AgMNPV) é feito através da aplicação do produto (usualmente vendido sob formulação de pó molhável) na lavoura, seguida da ingestão dos vírus pelos insetos que perdem a capacidade de locomoção e alimentação morrendo, 5 a 8 dias após a infecção. Após a morte, o corpo das lagartas se

rompe e libera virus na planta de forma que servem de fonte de inóculo e podem até mesmo serem utilizadas para novas aplicações (ANDRADE et al., 2004). A vespinha *T. pretiosum* é um parasitóide de ovos amplamente utilizada em virtude da facilidade de criá-la em hospedeiros alternativos e por ser muito eficiente no parasitismo de ovos de Lepidoptera (PARRA, 1997; HAJI et al., 1998; BOTELHO et al., 1999).

O nível de controle usualmente empregado para manejo de *A. gemmatalis* é de 20 lagartas grandes (>1,5cm) por metro linear, 30% de desfolha no estágio vegetativo e 15% de desfolha no estágio reprodutivo. Quando o controle for feito com *B. anticarsia*, o nível de controle são 20 lagartas pequenas (no fio) ou 15 lagartas pequenas e 5 grandes por 1 m (EMBRAPA SOJA, 2014).

Um ponto interessante a ser observado no controle da lagarta-da-soja é a presença de hospedeiro alternativo ou a cultura com a qual se irá fazer rotação. Segundo MOSCARDI et al. (2012) várias espécies fabáceas são hospedeiras alternativas do inseto como *Arachis hypogaea* L. (amendoim), *Medicago sativa* L. (alfafa), *Pisum sativum* L. (ervilha), *Vigna sinensis* (L.) (feijão-de-corda) e *Phaseolus vulgaris* L. (feijão-comum).

3.5 A lagarta mede-palmo [*Chrysodeixis includens* (Walker) Lepidoptera: Noctuidae]: biologia, injúria e formas de controle

A lagarta *C. includens* por bastante tempo foi referida como *Pseudoplusia includens* e é conhecida popularmente como lagarta mede-palmo, em virtude de possuir apenas dois pares de pernas abdominais e se locomover “medindo palmo” (MOSCARDI et al., 2012). Durante décadas este inseto foi considerado praga secundária no Brasil. Entretanto, no início do segundo milênio algumas mudanças no cultivo da soja como a maior aplicação de fungicidas para o controle de ferrugem asiática o que, segundo SOSA-GÓMEZ (2016), pode estar relacionado à redução na população de *Nomuraea rileyi*, um fungo inimigo natural de *A. gemmatalis* e *C. includens*, interferiram na ocorrência da praga e alteraram seu status, tornando-a praga chave em várias regiões produtivas (BUENO et al., 2007).

Os adultos desse inseto são mariposas de coloração amarronzada com manchas claras ou escuras que possuem um tufo de pêlos sobre o tórax. Os adultos possuem envergadura de até 40 mm e duas manchas prateadas brilhantes bastante características. Tão logo eclodem, as lagartas possuem coloração verde-clara e listras longitudinais brancas, além de pontuações pretas no dorso. Quando alcançam desenvolvimento larval completo podem alcançar de 40 a

45 mm (SOSA-GÓMEZ et al., 2014). Os ovos de *C. includens* possuem cerca de 0,5 mm de diâmetro e coloração creme clara (MOREIRA & ARAGÃO, 2009; SOSA-GÓMEZ et al., 2014; MOSCARDI et al., 2012).

O período de incubação dos ovos de *C. includens* é de aproximadamente 3 dias. A lagarta passa por 6 ínstars durante seu estágio larval, com duração média de 1,2 a 4,5 dias. A fase de pupa dura por volta de 7,4 dias. As pupas são encontradas na face abaxial das folhas envolta por fios de seda e sua coloração varia do amarelo-pálido ao verde-claro (REID & GREENE, 1973; VÁZQUEZ, 1988; MOREIRA & ARAGÃO, 2009). O tempo total de desenvolvimento de ovo até a emergência é de 27 a 34 dias (CANERDAY & ARANT, 1967; MITCHELL, 1967; REID & GREENE, 1973). As fêmeas de *C. includens* apresentam longevidade média de 15 a 18 dias e durante esse período podem depositar até 600 ovos (SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

A injúria causada pela lagarta mede-palmo está relacionada com a idade do inseto e o ataque causa desfolha à planta. Do primeiro ao segundo ínstar de desenvolvimento, estes lepidópteros raspam as folhas deixando uma pequena membrana translúcida. Entretanto, a partir do terceiro instar, *C. includens* passa a abrir pequenos buracos na folha e a partir do quarto ínstar se alimenta das folhas como um todo podendo causar desfolha intensa da ordem de até 200 cm² por lagarta. A injúria de *C. includens* é ligeiramente diferente de outros insetos desfolhadores, tendo em vista que estes são capazes de consumir toda a folha, incluindo nervuras, enquanto a lagarta mede-palmo deixa as nervuras principais e laterais intactas, de modo que o aspecto resultante seja de folha rendilhada (BUENO et al., 2007; MOREIRA & ARAGÃO, 2009; MOSCARDI et al., 2012).

Os métodos empregados para o controle de *C. includens* são basicamente os mesmos recomendados para o controle de *A. gemmatilis*, isto é, o controle biológico, o controle químico e a utilização de plantas resistentes. O controle químico para esta lagarta pode variar em sua eficiência de acordo com a idade da lagarta (MARTINS & TOMQUELSKI, 2015). Dentre os 72 inseticidas registrados para o controle de *C. includens* na soja, 28 são piretróides, 13 são misturas de ingredientes ativos, 11 são carbamatos, 5 são benzoiluréias, 4 são antranilamidas, 3 são organofosforados, 1 é uma oxadiazina, 1 é uma diamida do ácido ftálico, 1 é um acetato insaturado e 1 é uma diacilhidrazina (BRASIL, 2016c).

No controle biológico da lagarta mede-palmo, os organismos registrados e indicados para a cultura são *B. thuringienses* e *T. pretiosum* (BRASIL, 2016c). Os mecanismos de ação destes organismos nos insetos são semelhantes aos descritos para *A. gemmatilis*. Apesar da suscetibilidade de *C. includens* à proteína Cry1Ac – expressas em plantas de soja

geneticamente modificadas incorporando as toxinas Bt - ser menor quando comparada à *A. gemmatalis*, a utilização deste organismo é muito eficiente na redução da sua densidade populacional (YANO et al., 2012; CRIALESI-LEGORI et al., 2014). A utilização de *T. pretiosum* para o controle de *C. includens* é considerada eficiente e possui bom potencial de controle, sendo este noctuídeo um hospedeiro adequado ao parasitoide (PLUKE & LEIBEE, 2006; BUENO, 2008).

Segundo Harding (1976) várias plantas espontâneas são hospedeiros alternativos de *C. includens* incluindo *Amaranthus* sp. L. Amaranthaceae (Caruru), *Chenopodium album* L. Chenopodiaceae (Ançarinha branca), *Ipomea purpurea* (L.) Roth Convolvulaceae (Corda-de-viola), *Portulaca oleracea* L. Portulacaceae (Beldroega) e *Lepidium virginicum* L. Brassicaceae (Mentruz). Desta forma, o controle efetivo das plantas daninhas é também uma forma de exercer ação de controle sobre a população da lagarta mede-palmo. O nível de controle empregado para o manejo de *C. includens* é o mesmo de *A. gemmatalis*, isto é, 20 lagartas grandes (>1,5cm) por 1 m de fileira ou 30% de desfolha no estágio vegetativo e 15% de desfolha no estágio reprodutivo (EMBRAPA SOJA, 2014).

3.6 Lagartas *Spodoptera* spp. [*Spodoptera eridania* (Cramer) e *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)]

As lagartas *S. eridania* e *S. cosmioides* são insetos popularmente conhecidos como lagarta-das-vagens e consideradas as espécies mais importantes do gênero *Spodoptera* que atacam a soja, sendo de difícil diferenciação (MOSCARDI et al., 2012). Durante algum tempo *S. cosmioides* foi conhecida como *S. latifascia*. Entretanto, em 1997 a espécie foi reavaliada por meio de estudos genéticos e de morfologia genital, sendo constatado que enquanto *S. cosmioides* é uma espécie restrita à América do Sul, *S. latifascia* é encontrada principalmente nos Estados Unidos e na América Central (SILVAIN & LALANNE-CASSOU, 1997; ZENKER et al., 2007).

Os adultos destes noctuídeos são mariposas de aproximadamente 4 cm de envergadura e coloração cinza e, no caso de *S. cosmioides*, há a presença de manchas brancas ou amarelas, além da asa posterior ser de cor esbranquiçada. A espécie *S. eridania* possui a mesma coloração de asa posterior, entretanto, apresenta uma faixa preta nas asas anteriores. As lagartas normalmente são de coloração preta, marrom ou cinza, entretanto podem apresentar variação e se apresentarem na cor amarelo-claro. Após o desenvolvimento, é possível que as

lagartas alcancem até 50 mm (MOREIRA & ARAGÃO, 2009). A lagarta *S. eridania* possui características importantes para o reconhecimento que incluem três linhas avermelhadas ou amareladas no dorso, triângulos escuros adjacentes às linhas dorsais laterais que apontam para a linha central e uma linha esbranquiçada abaixo dos espiráculos que perdem intensidade de coloração e são interrompidas por uma mancha no tórax. A lagarta *S. cosmioides* possui uma linha alaranjada abaixo dos espiráculos que se estendem até próximo à cabeça e linhas brancas, marrons ou alaranjadas no dorso (HOFFMAN-CAMPO et al., 2000; TEODORO et al. 2013; SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

O período de incubação dos ovos de *S. cosmioides* e *S. eridania* varia de 4 a 6 dias e os ovos destas espécies medem em média 0,45 mm de diâmetro. A intensa postura de ovos faz com estas pragas sejam uma grande ameaça. Além disso, um único indivíduo de *S. cosmioides* pode ter um ciclo de vida de 40 a 46 dias e depositar até 500 ovos por dia. As lagartas passam por seis instares larvais para que o estágio de pupa seja alcançado e as pupas possuem uma coloração marrom. O intervalo que decorre entre o desenvolvimento pupal até a fase adulta é de 9 a 11 dias para *S. eridania* e 14 a 18 dias para *S. cosmioides* (BAVARESCO et al., 2003; SANTOS; MENEGUIN; NEVES, 2005) . Para *S. eridania*, o tempo de desenvolvimento do período de incubação até a formação do inseto adulto pode levar de 28 a 35 dias (SANTOS; MENEGUIN; NEVES, 2005). No caso de *S. cosmioides* esse desenvolvimento pode levar de 33 a 35 dias em soja (BAVARESCO et al., 2003; BAVARESCO et al., 2004; MOSCARDI et al., 2012; TEODORO et al., 2013).

O ataque de de *S. cosmioides* e *S. eridania* é caracterizado pelo desfolhamento severo das plantas e pelo ataque direto às vagens. Nos ínstares iniciais os ataques causam raspagem e perfuração das folhas e com o avançar do desenvolvimento das plantas rumo ao estágio reprodutivo, os ataques concentram-se nas vagens (MOREIRA & ARAGÃO, 2009; TEODORO et al., 2013). É importante ressaltar que o manejo e controle principalmente da lagarta *S. cosmioides* deve ser realizado com bastante cautela de modo que não sejam selecionados genótipos resistentes, em virtude do seu alto potencial causador de desfolha. Segundo Bueno et al. (2011) *S. cosmioides* pode apresentar um consumo foliar da ordem de duas vezes maior que a atual lagarta mais importante da soja, *A. gemmatilis*.

O nível de controle é o mesmo já descrito para as demais espécies desfolhadoras, isto é, 20 lagartas grandes (> 1,5 cm) por metro linear ou 30% de desfolha no estágio vegetativo e 15% de desfolha no estágio reprodutivo. No caso de ataque às vagens, o nível de controle é de 10% das vagens atacadas (EMBRAPA SOJA, 2014).

Os principais métodos de controle para essas espécies são o controle químico e o controle biológico (TEODORO et al., 2013). No que tange o controle químico, a quantidade de produtos registrados para essas lagartas em soja é extremamente deficiente, sendo encontrados apenas 5 produtos registrados para ambas, dentre os quais 1 é para *S. cosmioides* (carbamato) e 4 são para *S. eridania* (1 carbamato, 2 antranilamidas e 1 mistura de ingredientes ativos) (BRASIL, 2016c).

Embora não se encontre formulações de produtos biológicos para *S. eridania* e *S. cosmioides* em soja, as pesquisas revelam que a utilização de *T. pretiosum* e *B. thuringiensis* têm obtido alguns resultados relevantes para o controle das lagartas em questão (CARVALHO et al., 2012). Segundo Pereira et al. (2009), a utilização de Bt nos instares larvais iniciais de *S. eridania* proporciona controle bastante eficiente. Um dos principais entraves à utilização de plantas transgênicas é que a maioria das sojas Bt do mercado expressam a proteína Cry1Ac, a qual não tem toxicidade efetiva contra esses noctuídeos (SOSA-GÓMEZ et al., 2014). Um outro parasitoide que pode auxiliar no controle de *S. cosmioides* é o himenóptero *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae), inseto parasitoide de pupas e que tem como hospedeiros preferenciais os pertencentes à ordem Lepidoptera (ZACHÉ et al., 2012).

Apesar de não ser tão voraz enquanto desfolhadora e de possuir diversos hospedeiros alternativos, alguns muito comuns como a planta espontânea *Amaranthus spp.* (caruru), uma das principais razões da lagarta *S. cosmioides* estar sendo considerada uma importante praga foi a utilização indiscriminada de inseticidas de largo espectro, que além de selecionar genótipos resistentes, ocasionou a mortalidade de inimigos naturais. Desta forma, é necessário que o controle destes insetos seja realizado através de produtos mais seletivos como inseticidas biológicos e reguladores de crescimento. Além disso, é importante que sempre seja realizada uma rotação do mecanismo de ação dos produtos utilizados (ZACHÉ et al., 2012; TEODORO et al., 2013).

3.7 Resistência de plantas e o manejo do complexo de lagartas desfolhadoras da soja

O manejo integrado de pragas (MIP) consiste em uma filosofia que prevê a necessidade de utilização concomitante de múltiplas táticas de controle para que uma determinada praga estabilize sua densidade populacional em uma faixa onde o dano econômico causado seja mínimo ou nulo (CONTE et al., 2014). A utilização da resistência de

plantas é uma tática ideal para emprego no contexto do MIP pois permite reduzir a dependência dos produtos químicos, além de poder ser perfeitamente utilizada em conjunto com outras táticas tais como o controle biológico e não aumentar o custo de produção, haja vista que uma vez plantada a cultivar resistente, não é preciso despender dinheiro para a ação de controle seja mantida. Uma planta ser resistente significa que há neste vegetal a presença de características herdadas geneticamente que conferem um menor grau de dano sob infestação de pragas quando comparada a outra planta suscetível que não possui estas mesmas características (SMITH, 2005). Segundo Bastos et al. (2015), a resistência é, portanto, um parâmetro relativo que depende da suscetibilidade das plantas sob comparação e pode ser classificada em três categorias: antibiose, antixenose ou não-preferência e tolerância.

A antibiose se manifesta quando os efeitos tóxicos da planta afetam a biologia da praga. A antixenose ou não-preferência se manifesta quando as plantas possuem inaptidão para servir como fonte de alimento ou abrigo para permanência e oviposição das pragas devido a presença de características que afetam o comportamento do artrópode forçando-o a escolher um hospedeiro alternativo. A tolerância se manifesta quando uma planta suporta o ataque de uma praga sem que sua produção seja afetada e sem alterar nenhuma característica do inseto. Isto pode ocorrer, por exemplo, devido a fatores como aumento da taxa fotossintética ou da taxa relativa de crescimento da planta (SMITH, 2005; BASTOS et al., 2015).

Alguns ensaios realizados com o propósito de avaliar a preferência de *A. gemmatalis* pelos genótipos de soja Embrapa 4 e BR 37 com e sem injúria prévia, verificaram que apesar do genótipo Embrapa 4 ter sido preferido pelas lagartas, tendo em vista que apresentou índice de área foliar consumida bem maior, neste mesmo genótipo ocorreu a indução de resistência pela herbivoria prévia, uma vez que os testes realizados após a desfolha mostraram influência negativa no desenvolvimento do inseto (BORTOLI et al., 2011).

Outros estudos realizados com isolinhas de soja que diferiam na morfologia dos pelos presentes no ápice das plantas constataram que plantas pilosas e contendo pelos pontiagudos foram menos preferidas para o ataque de *H. zea*, *S. exigua* e *C. includens*, reduzindo significativamente a desfolha causada por essas lagartas. Nesse caso, os autores recomendam que essa característica (presença de pêlos pontiagudos no ápice das plantas) deve ser enfocada para introgressão no germoplasma elite de soja (HULBURT; BOERMA; ALL, 2004).

Outros estudos têm verificado que existe relação entre o ciclo de desenvolvimento de cultivares de soja e o ataque de lagartas desfolhadoras. Desta forma, cultivares semiprecoces como a IAC 100 e a linhagem IAC 93-3335 comportaram-se como resistentes à *A.*

gemmatalis, enquanto entre as cultivares precoces testadas apenas IAC 93-345 apresentou baixa perda foliar devido o ataque da lagarta-da-soja (LOURENÇÃO et al., 2000). Na mesma linha Lourenção et al. (2010) ao avaliar a resistência de cultivares de soja de diferentes ciclo de crescimento ao ataque simultâneo de percevejos e lagartas, verificaram que as linhagens IAC 98-4540, IAC 98-4576 e IAC 99-3123 (de ciclo precoce), IAC 98-4017, IAC 98-2663 e IAC 98-4250 (de ciclo semiprecoce) e IAC 98-4136, IAC 98-4140 e IAC 98-4133 (de ciclo médio) foram consideradas como promissoras fonte de resistência a esses grupos de insetos.

De acordo com Ortega et al. (2016) algumas raças locais de soja tais como “Kosamame” (PI 171451), “Miyako White” (PI 227687) e “Sodendaizu” (PI 229358) são as fontes de resistência a insetos desfolhadores mais amplamente usadas. Todavia, tentativas iniciais de transferência da resistência dessas introduções (PIs) para germoplasma elite de soja falharam em virtude da ausência de características agronômicas desejáveis nesse germoplasma e da herança quantitativa da resistência.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Condições gerais de experimentação

O experimento foi conduzido na Embrapa Produtos e Mercado-Fazenda Sucupira, Riacho Fundo II (DF), Laboratório de Proteção de Plantas e Laboratório de Sementes, estes dois últimos pertencentes à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília (DF) entre os meses de dezembro de 2015 e outubro de 2016. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos foram representados por dez variedades comerciais de soja e os dados referentes às cultivares avaliadas estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill Fabaceae) avaliadas para resistência por antixenose às principais espécies de lagartas desfolhadoras que afetam a cultura.

Cultivares	Lote	Germinação (%)	Peso de mil sementes (g)	Ciclo em campo (d)
BRS 6980	BSB 013/15	73*	175	101
BRS 8381	BSB 091/14	30,5*	107	136
BRS 8581	BSB 088/14	70,44*	88	136
BRS 7280 RR**	BSB 036/15	91	186	115
BRS 7380 RR**	BSB 051/15	91	159	111
BRS 7680 RR**	BSB 050/15	92	161	119
BRS 706 IPRO***	UDI 002/15	66	135	104
BRS 713 IPRO***	UDI 003/15	69	175	118
BRS 7780 IPRO***	BSB 018/15	82	148	124
BRS 8082 CV****	BSB 015/15	89	120	126

*valores obtidos por amostragem em campo de plantas germinadas em campo de produção dias antes do experimento. Os demais valores são referentes a germinação apresentada no boletim de análise de sementes de cada lote.

**cultivares com tecnologia Roundup Ready® que confere tolerância as plantas à aplicação de glifosato.

***cultivares com tecnologia INTACTA RR2 PRO™ que além de conferir tolerância a glifosato, apresentam controle sobre algumas lagartas que afetam a cultura devido a presença de uma proteína Bt (Cry1AC).

****cultivar com tecnologia Sistema Cultivance® que confere tolerância das plantas ao herbicida pertencente à família das imidazolinonas.

As sementes foram separadas em sacos de 1,0 kg de capacidade e tratadas com 2,55 mL de fungicida a base de Carboxina e Tiram (Vitavax-Thiram 200 SC), 1,70 mL de inseticida a base de Tiametoxam (Cruiser 350 FS) e 1,70 mL de inoculante líquido (*Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*) na dose equivalente a 255 mL, 170 mL e 170 mL dos produtos comerciais por 100 kg de sementes, respectivamente. As parcelas apresentavam 5 x 4,95 m (largura x comprimento) e foram cultivadas empregando-se a densidade de 8 sementes por metro linear e espaçamento de 0,45 m entre linhas, totalizando 11 linhas por parcela. Entre as parcelas foram empregadas zonas tampões (sem cultivo) de 4,5 m, visando

minimizar o efeito da migração de insetos entre parcelas. A zona tampão empregada entre blocos foi de 2,25 m.

Antes do plantio e visando controlar a infestação de invasoras foi realizada a aplicação em área total de glifosate + 2,4 D, tendo por base a recomendação do fabricante. Um dia após a aplicação dos herbicidas as infestantes presentes na área foram destruídas com auxílio de um triturador mecânico. Em seguida, procedeu-se a adubação e abertura dos sulcos que foi realizada com auxílio de semeadora Massey Ferguson de oito linhas. Para adubação de plantio, empregou-se 350 Kg por hectare do formulado 2-20-20 NPK. Em seguida (no dia 18 de dezembro de 2015), procedeu-se a distribuição manual das sementes.

Aos 31 dias após o plantio (DAP) as infestantes presentes na área foram controladas através da aplicação da mistura composta por 1 L + 0,75 L por hectare dos herbicidas Fomesafem (Flex) e Fluazifop-P-butílico (Fusilade), diluídos em 200 L de água por hectare. Aos 80 DAP o triturador mecânico foi novamente utilizado para controle das infestantes e aos 94 DAP foi realizada uma capina entre as fileiras centrais (usadas para amostragem com o pano de batida). Todas as aplicações foram realizadas com auxílio de um pulverizador tratorizado marca Jacto.

Aos 34 DAP foi realizada uma adubação de cobertura empregando-se 40 g por metro linear da formulação Forth frutas 07-03-09 mais micronutrientes. Aos 38 DAP, realizou-se uma segunda adubação de cobertura com a formulação Ubyfol foliar 15-00-00 mais micronutrientes.

Aos 38 e 56 DAP foram realizadas, respectivamente, pulverizações dos fungicidas Piraclostrobina + Epoxiconazol (Opera) e Azoxistrobina + Ciproconazol (Priori xtra) para controle da ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e oídio (*Microsphaeria diffusa*), empregando as dosagens recomendadas pelo fabricante.

4.2 Análises da incidência de lagartas desfolhadoras e produtividade

Ao todo, foram realizadas 17 amostragens semanais (aos 17, 24, 31, 38, 45, 54, 62, 69, 77, 84, 91, 99, 106, 113, 120, 127 e 133 DAP) da população de lagartas desfolhadoras. Nas primeiras seis semanas a população de lagartas foi avaliada através da contagem direta da densidade e diversidade encontradas em 12 plantas escolhidas ao acaso e localizadas nas três fileiras centrais de cada parcela. A partir da sétima semana foi empregado o pano de batida (0,45 metros de largura x 1,5 metros de comprimento), sendo amostrados três pontos por parcela localizados nas três fileiras centrais da parcela.

Ao final das avaliações, foram colhidas 12 plantas ao acaso por parcela, localizadas nas três fileiras centrais de cada parcela e respeitando o período de maturação natural de cada cultivar. As plantas foram utilizadas para contagem do número de vagens por planta e em seguida foram depositadas sobre sacos de polipropileno e debulhadas com auxílio de uma haste de madeira. As sementes assim obtidas foram separadas das impurezas, embaladas em sacos menores e armazenadas em câmara fria regulada para 15°C e 54% de umidade relativa, até a realização das avaliações subsequentes, em laboratório. No laboratório, o peso dos grãos provenientes das 12 plantas foi obtido e, em seguida, uma sub-amostra desses grãos foi destinada à estimativa do teor de umidade dos grãos.

4.3 Determinação do teor de umidade

Essa determinação seguiu o protocolo estabelecido pela RAS (BRASIL, 2009). Primeiramente os recipientes de alumínio foram secados na estufa a 105°C por aproximadamente 30 minutos e resfriados no dessecador contendo sílica, sendo posteriormente pesados em balança de precisão com as tampas. Em seguida uma amostra de 100 sementes foi dividida em duas repetições de 50 sementes cada e destinada aos recipientes, sendo novamente pesados com suas respectivas tampas. Os recipientes foram então destinados à estufa regulada para 105°C ± 2°C onde permaneceram por 24 h. Após a secagem os recipientes foram tampados e colocados no dessecador até serem resfriados e depois pesados novamente. O teor de umidade foi obtido através da seguinte fórmula recomendada pela RAS, $U \% : \frac{100 (P-p)}{P-t}$, onde “P” é o peso do recipiente de metal e sua tampa mais a semente antes da secagem, “p” é o peso do recipiente de metal e sua tampa mais a semente após a secagem e “t” é o peso do recipiente e sua tampa.

4.4 Análise dos dados

Os dados relativos à densidade das diferentes espécies de lagartas desfolhadoras ao longo das semanas de avaliação foram usados na análise de variância por medidas repetidas, seguidas de teste Tukey a $p < 0,05$ empregando o SAS Software (SAS, 2002). Os dados foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$, sempre que falharam em atender um dos pressupostos da análise de variância. Apenas os dados em que houve efeito significativo dos tratamentos (cultivares) foram representados.

As densidades das diferentes espécies de lagartas desfolhadoras em cada semana de avaliação foram totalizadas para obtenção da densidade total de lagartas desfolhadoras por semana de avaliação. Em seguida, as densidades foram empregadas para o cálculo do número de lagartas por metro linear, a fim de permitir a sua comparação com o nível de controle comumente adotado para o seu manejo em campos de soja. Para tal, as densidades das seis primeiras semanas de avaliação foram multiplicadas por oito (quantidade de plantas por metro linear de fileira) e divididas por 12 (quantidade de plantas avaliadas). As densidades das 11 semanas subsequentes foram divididas por nove em virtude da amostragem da população ter sido realizada através do pano de batida de 0,45 x 1,5 m = 0,675 m² em três pontos por parcela, totalizando 2,025 m² e 9 m lineares de área avaliada. Os dados foram empregados para a plotagem do gráfico contendo a densidade de lagartas por metro linear em cada cultivar ao longo das 17 semanas de avaliação e para verificação do efeito das cultivares sobre as densidades dos percevejos, empregando análise de variância por medidas repetidas seguida de teste Tukey a $p < 0,05$ (SAS, 2002).

O número de vagens por planta foi comparado através de análise de variância e teste Tukey a $p < 0,05$ (SAS, 2002). O peso dos grãos obtidos das 12 plantas colhidas foi empregado na estimativa da produtividade (em kg por hectare) das diferentes cultivares, descontando-se o teor de umidade (expresso em base seca). Para tal, considerou-se uma população de 177.777,78 plantas por hectare. Esses dados foram então empregados em análise de variância e teste Tukey a $p < 0,05$ (SAS, 2002).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos dados é possível afirmar que houve diferenças significativas entre as densidades populacionais das diferentes espécies de lagartas nos períodos avaliados (dias após o plantio) (Tabela 2). De um modo geral, as cultivares contendo as toxinas Bt (IPRO) foram as menos atacadas pelas espécies e pelo grupo de Lepidoptera desfolhadores (Tabelas 2 e 3). Dentre as cultivares convencionais (sem transformação), BRS 6980 apresentou ataque intermediário entre as mais e menos atacadas, pelas espécies individualizadas, na maioria das avaliações realizadas (Tabela 2). O mesmo ocorrendo quando a avaliação foi feita considerando a média dos Lepidópteros desfolhadores (Tabela 3). Dentre as transformadas sem Bt (RR) a cultivar 7380 RR e a cultivar 7280 RR foram as que

apresentaram, na maioria das avaliações, individuais ou totalizadas das lagartas, respectivamente, comportamento intermediário entre as mais e as menos atacadas. Vale destacar que cultivares transformadas para tolerância ao Round Up, tais como BRS 7680 RR, foram bastante preferidas tanto quando foram analisadas de maneira individualizada ou coletiva (Tabelas 2 e 3), se comportando como uma das mais preferidas em ambos tipos de análise.

Estudos anteriores que avaliaram o efeito da cultivar IAS5 transformada usando bombardeamento com partículas sintéticas da delta endotoxina de Bt Cry1Ac, verificaram que as plantas transgênicas foram altamente tóxicas à *A. gemmatalis* (HOMRICH et al., 2008), em consonância com o que foi observado nesse trabalho e demonstrando a suscetibilidade do inseto a essa toxina. Entretanto, os resultados das avaliações individualizadas das espécies, permitiram constatar que *C. includens* foi menos suscetível às plantas que continham as toxinas Bt do que *A. gemmatalis* em especial, à toxina presente na cultivar BRS 706 IPRO. Estudos realizados com cultivares de algodão que expressavam somente a proteína Cry1AC demonstraram que essa toxina não apresentava eficiência na supressão de *C. includens*, consoante com o que foi observado nesse trabalho (VIANA, 2014). Entretanto, cultivares que expressavam simultaneamente Cry1F e Cry1AC foram eficientes em suprimir a população desta praga. Desta forma, locais que apresentem infestação recorrente de *C. includens*, o cultivo de materiais que expressem somente a toxina Cry1AC, deve ser evitado.

A avaliação da quantidade total de lagartas por metro linear em todas as datas de avaliação permitiu concluir que em nenhum momento, nenhuma cultivar atingiu o nível de controle (20 lagartas/m) (Figura 1).

Em relação à quantidade de vagens por planta pode-se constatar que houve diferenças significativas entre as cultivares, dentre as quais a BRS 8581 apresentou a maior média de vagens por planta. Por outro lado a cultivar BRS 6980 apresentou a menor quantidade de vagens por planta. A cultivar transformada BRS 706 IPRO, contendo toxinas Bt também apresentou baixo número de vagens (Tabela 4). As maiores produtividades foram associadas às cultivares BRS 713 IPRO, BRS 7280 RR, BRS 7380 RR e BRS 7780 IPRO, as quais também foram as menos preferidas pelos insetos, enquanto as menores produtividades foram associadas às cultivares BRS 8381, BRS 6980 e BRS 8082 CV.

Ao se considerar todas as variáveis avaliadas, percebe-se que, além das cultivares transformadas BRS 713 IPRO e 7780 IPRO que apresentaram baixo ataque do inseto em virtude da presença das toxinas Bt, as cultivares também transformadas para tolerância ao Round Up BRS 7280 RR e 7380 RR, além de terem sido pouco preferidas pelas lagartas

desfolhadoras, apresentaram as maiores produtividades e número de vagens por planta. Apesar de algumas cultivares convencionais terem sido menos preferidas para o ataque dos insetos, seus patamares de produtividade foram considerados marginais quando comparado às demais. Além disso, destaque deve ser dado para a cultivar BRS 706 IPRO que mesmo sendo transformada para suportar o ataque dos Lepidópteros-praga da cultura e tendo se comportado como menos preferida, apresentou produtividades também marginais. Desta forma, na seleção de materiais para cultivo, dentre os testados, deve-se priorizar aqueles que apresentem, menor preferência de ataque pelos insetos e sejam mais produtivos. Neste caso, esses materiais seriam as cultivares transformadas BRS 713 IPRO e 7780 IPRO (contendo as toxinas Bt) e BRS 7280 RR e 7380 RR (tolerantes ao Round Up). Vale destacar, que o cultivo desses materiais onde a ocorrência de *C. includens* seja recorrente e altas densidades populacionais, deve ser avaliada com cautela.

Tabela 2. Densidade de lagartas desfolhadoras em diferentes cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill Fabaceae) \pm erro padrão de média (EPM), avaliadas em diferentes datas (dias após o plantio).

Dias após plantio (DAP)	BRS 6980	BRS 8381	BRS 8581	BRS 7280 RR	BRS 7380 RR	BRS 7680 RR	BRS 706 IPRO	BRS 713 IPRO	BRS 7780 IPRO	BRS 8082 CV	Estatística
<i>Anticarsia gemmatalis</i>											
77	1,32 \pm 0,20 ABC	2,22 \pm 0,21 A	2,15 \pm 0,26 A	2,02 \pm 0,23 A	1,90 \pm 0,41 AB	2,02 \pm 0,10 A	0,81 \pm 0,10 BC	0,81 \pm 0,10 BC	0,71 \pm 0,00 C	2,26 \pm 0,38 A	F _{9,36} = 7,58; p < 0,0001
84	0,88 \pm 0,17 ABC	1,45 \pm 0,32 ABC	1,35 \pm 0,27 ABC	1,82 \pm 0,23 A	1,30 \pm 0,07 ABC	1,74 \pm 0,34 AB	0,81 \pm 0,10 BC	0,71 \pm 0,00 C	0,71 \pm 0,00 C	1,37 \pm 0,23 ABC	F _{9,36} = 4,13; p = 0,0010
91	1,39 \pm 0,20 ABC	1,67 \pm 0,35 AB	1,65 \pm 0,21 AB	0,99 \pm 0,18 ABC	1,39 \pm 0,20 ABC	1,75 \pm 0,07 A	0,91 \pm 0,13 BC	0,71 \pm 0,00 C	0,81 \pm 0,10 C	1,25 \pm 0,18 ABC	F _{9,36} = 4,78; p = 0,0003
120	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	1,43 \pm 0,25 A	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,81 \pm 0,10 B	0,81 \pm 0,10 B	F _{9,36} = 6,77; p < 0,0001
<i>Chrysodeixis includens</i>											
69	2,02 \pm 0,39 AB	3,06 \pm 0,29 A	2,55 \pm 0,44 AB	1,88 \pm 0,30 AB	2,88 \pm 0,31 AB	2,68 \pm 0,17 AB	1,36 \pm 0,46 AB	1,15 \pm 0,44 B	1,21 \pm 0,51 B	2,81 \pm 0,23 AB	F _{9,36} = 3,58; p = 0,0029
77	2,67 \pm 0,30 A	3,60 \pm 0,16 A	3,52 \pm 0,26 A	3,16 \pm 0,29 A	3,25 \pm 0,28 A	3,72 \pm 0,33 A	0,81 \pm 0,10 B	0,71 \pm 0,00 B	0,81 \pm 0,10 B	3,73 \pm 0,30 A	F _{9,36} = 31,97; p < 0,0001
84	1,78 \pm 0,29 ABC	1,99 \pm 0,17 A	1,83 \pm 0,20 AB	1,91 \pm 0,10 A	1,48 \pm 0,16 ABCD	2,25 \pm 0,34 A	0,71 \pm 0,00 D	0,81 \pm 0,10 CD	0,88 \pm 0,17 BCD	1,74 \pm 0,26 ABC	F _{9,36} = 6,99; p < 0,0001
91	0,91 \pm 0,13 B	1,26 \pm 0,16 AB	1,27 \pm 0,27 AB	1,50 \pm 0,12 AB	1,44 \pm 0,23 AB	2,27 \pm 0,37 A	0,91 \pm 0,13 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	1,35 \pm 0,27 AB	F _{9,36} = 4,85; p = 0,0003
113	0,71 \pm 0,00 B	0,88 \pm 0,00 AB	1,22 \pm 0,23 A	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,81 \pm 0,10 AB	F _{9,36} = 2,88; p = 0,0115
<i>Spodoptera spp.</i>											
127	0,71 \pm 0,00 B	0,91 \pm 0,13 A	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	0,71 \pm 0,00 B	F _{9,36} = 2,67; p = 0,0175

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a p<0,05. Dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$.

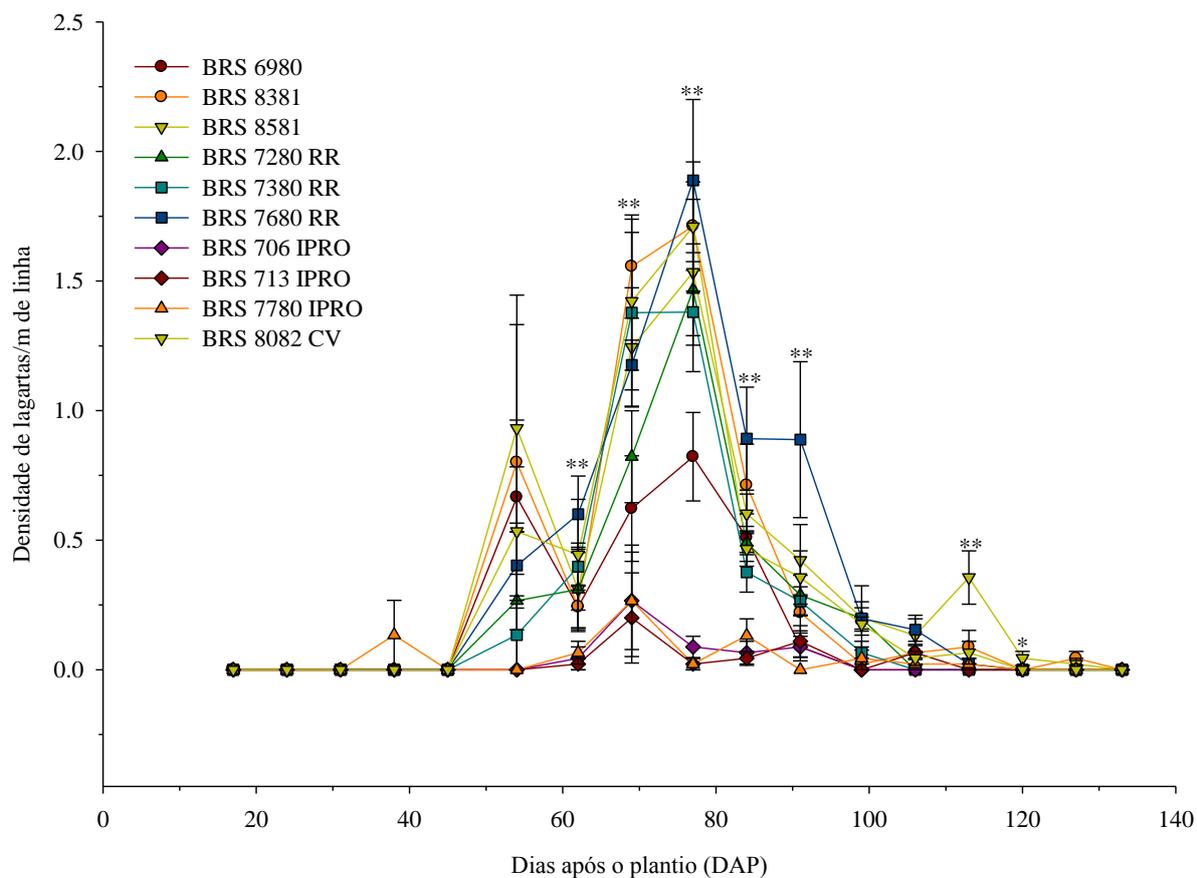


Figura 1. Densidade de lagartas desfolhadoras por metro linear \pm erro padrão da média (EPM) em dez cultivares de soja durante dezessete semanas de avaliação.

*Médias que diferem entre si pelo Teste de Tukey a $p < 0,05$, cujos dados estão representados na Tabela 3.

**Médias que diferem entre si pelo Teste de Turkey a $p < 0,01$, cujos dados estão representados na Tabela 3.

Tabela 3. Densidade de lagartas desfolhadoras por metro linear \pm erro padrão de média (EPM) em diferentes datas de avaliação (dias após plantio).

Cultivares	Dias Após o Plantio (DAP)						
	62	69	77	84	91	113	120
BRS 6980	0,24 \pm 0,08 AB	0,62 \pm 0,20 AB	0,82 \pm 0,17 BC	0,51 \pm 0,09 ABCD	0,09 \pm 0,05 B	0,00 \pm 0,00 B	0,00 \pm 0,00 B
BRS 8381	0,24 \pm 0,08 AB	1,56 \pm 0,20 A	1,71 \pm 0,17 A	0,71 \pm 0,16 AB	0,22 \pm 0,07 B	0,09 \pm 0,06 B	0,00 \pm 0,00 B
BRS 8581	0,31 \pm 0,16 AB	1,24 \pm 0,23 AB	1,53 \pm 0,28 AB	0,60 \pm 0,08 ABC	0,42 \pm 0,14 AB	0,36 \pm 0,10 A	0,04 \pm 0,03 A
BRS 7280 RR	0,31 \pm 0,16 AB	0,82 \pm 0,18 AB	1,47 \pm 0,18 AB	0,49 \pm 0,05 ABCD	0,29 \pm 0,08 B	0,00 \pm 0,00 B	0,00 \pm 0,00 B
BRS 7380 RR	0,40 \pm 0,09 AB	1,38 \pm 0,36 A	1,38 \pm 0,23 AB	0,38 \pm 0,08 BCD	0,26 \pm 0,06 B	0,00 \pm 0,00 B	0,00 \pm 0,00 B
BRS 7680 RR	0,60 \pm 0,15 A	1,18 \pm 0,10 AB	1,89 \pm 0,31 A	0,89 \pm 0,20 A	0,89 \pm 0,30 A	0,02 \pm 0,02 B	0,00 \pm 0,00 B
BRS 706 IPRO	0,04 \pm 0,04 B	0,27 \pm 0,19 B	0,09 \pm 0,04 C	0,07 \pm 0,04 D	0,09 \pm 0,04 B	0,00 \pm 0,00 B	0,00 \pm 0,00 B
BRS 713 IPRO	0,02 \pm 0,02 B	0,20 \pm 0,17 B	0,02 \pm 0,02 C	0,04 \pm 0,03 D	0,11 \pm 0,06 B	0,00 \pm 0,00 B	0,00 \pm 0,00 B
BRS 7780 IPRO	0,07 \pm 0,04 B	0,27 \pm 0,22 B	0,02 \pm 0,02 C	0,13 \pm 0,06 CD	0,00 \pm 0,00 B	0,02 \pm 0,02 B	0,00 \pm 0,00 B
BRS 8082 CV	0,44 \pm 0,21 AB	1,42 \pm 0,27 A	1,71 \pm 0,25 A	0,47 \pm 0,07 ABCD	0,36 \pm 0,10 AB	0,07 \pm 0,04 B	0,00 \pm 0,00 B
Estatística	F _{9,36} = 3,25; p = 0,0055	F _{9,36} = 5,42; p = 0,0001	F _{9,36} = 17,35; p < 0,0001	F _{9,36} = 7,92; p < 0,0001	F _{9,36} = 4,24; p = 0,0008	F _{9,36} =7,05; p < 0,0001	F _{9,36} = 2,67; p = 0,0175

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey p<0,05

Tabela 4. Média do número de vagens por planta e produtividade em kg por ha \pm erro padrão da média (EPM) em diferentes cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill Fabaceae).

Cultivares	Média do no. de vagens por planta	Produtividade (kg/ha)
BRS 6980	25,82 \pm 1,37 E	1.197,98 \pm 87,65 CD
BRS 8381	30,80 \pm 0,56 DE	1.074,56 \pm 47,13 D
BRS 8581	55,60 \pm 2,78 A	1.591,60 \pm 70,21 ABCD
BRS 7280 RR	42,80 \pm 1,08 BC	1.805,64 \pm 61,35 AB
BRS 7380 RR	44,68 \pm 3,02 B	1.803,77 \pm 203,62 AB
BRS 7680 RR	38,60 \pm 2,25 BCD	1.706,57 \pm 113,71 ABC
BRS 706 IPRO	33,23 \pm 1,67 CDE	1.352,17 \pm 83,49 BCD
BRS 713 IPRO	44,13 \pm 1,57 BC	1.979,03 \pm 91,97 A
BRS 7780 IPRO	44,67 \pm 3,47 B	1.835,41 \pm 131,33 AB
BRS 8082 CV	39,47 \pm 3,71 BCD	1.262,60 \pm 147,10 CD
Estatística	F _{9,39} = 13,54; p < 0,0001	F _{9,39} = 8,07; p < 0,0001

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$.

6. CONCLUSÕES

- ✓ As cultivares contendo as toxinas Bt (BRS 713 IPRO e 7780 IPRO) foram as menos preferidas pelas espécies de Lepidoptera quando avaliadas de maneira individualizada (*A. gemmatalis*, *C. includens* e *Spodoptera* spp.) ou coletiva (grupo de Lepidoptera desfolhadores);
- ✓ As cultivares tolerantes ao Round Up BRS 7280 RR, 7380 RR apresentaram preferência intermediária entre as mais e menos preferidas às espécies de Lepidoptera quando avaliadas de maneira individualizada (*A. gemmatalis*, *C. includens* e *Spodoptera* spp.) ou coletiva (grupo de Lepidoptera desfolhadores);
- ✓ As cultivares possuindo as toxinas Bt Cry1Ac (IPRO) apresentaram, ainda assim, ataque de *C. includens*;
- ✓ As cultivares BRS 7680 RR e BRS 706 IPRO, estavam entre as preferidas pelo ataque dos Lepidoptera desfolhadores.
- ✓ A cultivar que apresentou menor média de número de vagens por planta mediante ataque de lagartas desfolhadoras foi a BRS 6980.
- ✓ A cultivar que apresentou maior média de número de vagens por planta mediante ataque de lagartas desfolhadoras foi a BRS 8581.
- ✓ A cultivar que apresentou maior produtividade mediante ataque de lagartas desfolhadoras foi BRS 713.
- ✓ A cultivar que apresentou menor produtividade mediante ataque de lagartas desfolhadoras foi BRS 8381.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G.D. et al. Calcium silicate and organic mineral fertilizer increase the resistance of tomato plants to *Frankliniella schultzei*. **Phytoparasitica**, 37:225-230, 2009.
- ANDRADE, F.G.; NEGREIRO, M.C.C.; FALLEIROS, Â.M.F. Aspectos dos mecanismos de defesa da lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) relacionados ao controle biológico por *Baculovirus anticarsia* (AGMNPV). **Arquivos do Instituto Biológico**, 71:391-398, 2004.
- BASTOS, C.S.; et al. Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. In: VISOTTO, L.E. et al. **Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal**. Viçosa: UFV, 2015. p.32-72.
- BAVARESCO, A. et al. Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. **Ciência Rural**, 6:993-998, 2003.
- BAVARESCO, A. et al. Adequação de uma dieta artificial para a criação de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, 3:155-161, 2004.
- BERNARDES, C.O. Abordagem sobre *Anticarsia gemmatalis*, seus inimigos naturais *Trichogramma* sp. e *Bacillus thuringiensis* e a interação entre estes. **Enciclopédia biosfera**, 7:10-21, 2011.
- BORTOLI, S.A. De. et al. Aspectos nutricionais e preferência da lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja com e sem injúria. **Comunicata Scientiae**, 2:149-155, 2011.
- BOTELHO, P.S.M. et al. Associação do parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 28:491-496, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Regras para análise de sementes**. 398p. 2009.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 4, Safra 2016/17 - Segundo levantamento**, p. 116-123, 2016a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Potencial Agrícola coloca Brasil à frente da segurança alimentar no mundo.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/12/potencial-agricola-coloca-brasil-a-frente-da-seguranca-alimentar-no-mundo>. Acesso em: 20 de novembro 2016b.

BRASIL . Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Agrofit: sistema de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 02 de outubro 2016c.

BUENO, R.C.O.F. et al. Sem barreira. **Cultivar**, 93:12-15, 2007.

BUENO, R.C.O.F. **Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja.** 2008. 119p. Tese (Doutorado em ciências), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba.

BUENO, R.C.O.F. et al. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, 67:170-174, 2011.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, JRP.; BUENO, A.F. *Thichogramma pretiosum* parasitism of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatalis* eggs at different temperatures. **Biological Control**, 60: 154-162, 2012.

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**, 60: 870-871, 1967.

CARVALHO, J.R. et al. Desempenho de diferentes espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). **Nucleus**, 9: 211-220, 2012.

CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the genetic base of soybean: a multidisciplinary approach. **Critical Reviews in Plant Sciencies**, 27:295-341, 2008.

CONTE, O. et al. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2013/2014 no Paraná.** Londrina: Embrapa Soja, 2014. p.9-11. (Embrapa Soja. Documentos, 356).

- CRIALESI-LEGORI, P.C.B. et al. Interação de proteínas Cry1 e Vip3A de *Bacillus thuringiensis* para controle de lepidópteros-praga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 49: 79-87, 2014.
- CRICKMORE, N.; ZEIGLER, D.R.; FEITELSON, J. Revision of the nomenclature for the *Bacillus thuringiensis* pesticidal crystal proteins. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, 62: 807-813, 1998.
- CZEPAK, C. et al. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 43: 110-113, 2013.
- DE ALMEIDA, L.A. et al., Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. In: DE QUEIROZ, M.A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Eds.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**. Brasil: Embrapa Semi-árido, 1999. 1066 p.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil** 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 265p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16)
- ESTRUCH, J.J. et al. Transgenic plants: an emerging approach to pest control. **Nature Biotechnology**, 15: 137-141, 1997.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 48).
- FIDELIS, R.R. et al. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Bioscience Journal**, 19: 23-31, 2003.
- FAZAM, J.C. et al. **Efeito da soja Bt sobre a frequência e densidade populacional de pragas e predadores**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 115-118. (Embrapa Soja. Documentos, 339).
- HAJI, F.N.D. et al.. **Tecnologia de produção massal de *Trichogramma spp.*** Petrolina: Embrapa Semi-árido, 1998. 23p.
- HANSEN, B.M.; SALAMITOU, S. Virulence of *Bacillus thuringiensis*, In **Entomopathogenic bacteria: from laboratory to field application**, CHARLES, J.F; DELECLUSE, A.; ROUX, C.N. (Eds.) Holanda: Kluwer academic publishers, p. 41-44, 2000.
- HARDING, J.A. Seasonal occurrence, parasitism and parasites of cabbage and soybean loopers in the lower Rio Grande Valley. **Environmental Entomology**, 5: 672-674, 1976.

- HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 30).
- HÖFTE, H.; WHITELEY, H.R. Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Microbiological Reviews**, 53:242-255, 1989.
- HOMRICH, M.S. et al. Resistance to *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) in transgenic soybean (*Glycine max* (L.) Merrill Fabales, Fabaceae) cultivar IAS5 expressing a modified Cry1Ac endotoxin. **Genetics and Molecular Biology**, 31: 522-531, 2008.
- HULBURT, D.J.; BOERMA, H.R.; ALL, J.N. Effect of pubescence tip on soybean resistance to lepidopteran insects. **Entomological Society of America**, 97:621-627, 2004.
- KIIHL, R. A. de S. et al. **Soja brasileira: sucesso de norte a sul**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 4p. (Embrapa Soja. Folder, 4).
- KLESENER, D.F.; SANTOS, R.S.S.; BIANCHI, V. Atividade de vôo de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007. Caxambu. **Anais...** Caxambu: SEB, 2007. p.1-2.
- KOGAN, M.; TURNPSEED, S.G. Ecology and management of soybean arthropods. **Annual Review of Entomology**, 32:507-538, 1987.
- LOURENÇÃO, A.L. et al. Avaliação de danos causados por percevejos e por lagartas em genótipos de soja de ciclos precoce e semiprecoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35:879-886, 2000.
- LOURENÇÃO, A.L. et al. Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta-da-soja e de percevejos. **Neotropical Entomology**, 2:275-281, 2010.
- 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**, 2(4): 25–30, 2015.
- MITCHELL, E.R. Life history of *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal Georgia Entomological Society**, 2: 53-57, 1967.
- MOREIRA, H.J.C; ARAGÃO. F.D. **Manual de pragas da soja**. FMC Agricultural Products, 144p., 2009.

- MOSCARDI, F. et al. Artrópodes que atacam as folhas da soja. Cap. 4. In: HOFFMAN-CAMPO, C.B.; CÔRREA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Eds.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. p.213-334,
- ORTEGA et al., Pyramids of QTLs enhance host-plant resistance and Bt-mediated resistance to leaf-chewing insects in soybean. **Theoretical and Applied Genetics**, 129(4):703-715, 2016.
- PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma* spp. In: PARRA, J.R.P., ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ/USP, 1997. p. 121–150.
- PEREIRA, J.M. et al. Mortalidade de lagartas *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 39:140-143, 2009.
- PLUKE, R.W.H.; LEIBEE, G.L. Host preferences of *Trichogramma pretiosum* and the influence of prior ovipositional experience on the parasitism of *Plutella xylostella* and *Pseudoplusia includens* eggs. **Biocontrol**, 51: 569-583, 2006.
- REID, J.C.; GREENE, G.L. The soybean looper: pupal weight, development time, and consumption of soybean foliage. **Florida Entomologist**, 56:203-206, 1973.
- RITCHIE, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Iowa: Iowa State University of Science and Technology/Cooperative Extension Service, 1985. 20p. (Iowa State University of Science and Technology/Cooperative Extension Service. Special Report, 53).
- RODRIGUES, O. et al. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 36: 431-437, 2001.
- ROGGIA, S. et al. **Refúgio: preservar a eficiência da soja Bt está em suas mãos**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 2p. (Embrapa Soja. Folder, 3).
- SANTOS, K.B.; MENEGUIN, A.M.; NEVES, P.M.O.J. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepdoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, 34: 903-910, 2005.
- SAS. **The SAS system**. Version 9.00. Cary: SAS Institute, 2002.
- SCHNEPF, E.; CRICKMORE, N.; VAN RIE, J. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins, **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, 62: 775-806, 1998.

SCHÜNEMANN, R.; KNAAK, N.; FIUZA, L.M. Mode of action and specificity of *Bacillus thuringiensis* toxins in the control of caterpillars and stink bugs in soybean culture. **International Scholarly Research Notices**, 1: 1-12, 2014.

SEFFRIN, R.C. et al. Effects of crude seed extracts of *Annona atemoya* and *Annona squamosa* L. against the cabbage looper, *Trichoplusia ni* in the laboratory and greenhouse. **Crop Protection**, 29: 20-24, 2009.

SHELTON, A.M.; ZHAO, J.; ROUSH, R.T. “Economic, ecological, food safety and social consequences of the deployment of Bt transgenic plants”. **Annual Review of Entomology**, 47: 845-881, 2002.

SHURTLEFF, W.; AOYAGI, A. **Early history of soybeans and soyfoods worldwide (1024 BCE to 1899)**: extensively annotated bibliography and sourcebook. California: Soyinfo Center, 2014. 1283p.

SILVA, D.M. da. et al. Biological characteristics of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) for three consecutive generations under different temperatures: understanding the possible impact of global warming on a soybean pest. **Bulletin of Entomological Research**, 102: 285-292, 2012.

SILVAIN, J.; LALANNE-CASSOU, B. Distinction entre *Spodoptera latifascia* (Walker) et *Spodoptera cosmioides* (Walker), bona species (Lepidoptera: Noctuidae). **Revue Française d’Entomologie** , 19: 95-97, 1997.

SINGH, G. **The Soybean** : botany, production and uses. India: Centre for Agriculture and Bioscience International, 2010. 485p.

SMITH, M. **Plant resistance to arthropods**: molecular and conventional approaches. Berlin: Springer, 2005. 423p.

SOSA-GÓMEZ, D.R. **Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 13p. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv_fung.pdf>. Acesso em: 03 de outubro 2016.

SOSA-GÓMEZ, D.R. et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 100p. (Embrapa Soja. Documentos, 269).

TEODORO, A.V. et al. *Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae): novas pragas de cultivos da região nordeste. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 8p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 131).

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Soybean area, yield, and production.** Field Crops. Production, Table 11. Disponível em: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+11+Soybean+Area%2c+Yield%2c+and+Production&hidReportRetrievalID=906&hidReportRetrievalTemplateID=1> Acesso em: 19 de setembro de 2016

VAN FRANKENHUYZEN, K. Insecticidal activity of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins. **Journal of Invertebrate Pathology**, 101: 1-16, 2009.

VÁZQUEZ, W.C. **Biologia comparada de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) em dietas naturais e artificiais e efeito de um vírus de poliedrose nuclear na sua mortalidade e no consumo da área foliar da soja.** 1988. 164p. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba.

VIANA, D.L. **Efeitos de cultivares de algodoeiro que expressam as proteínas Cry1Ac e Cry1F nos parâmetros biológicos de *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae).** 2014. 55p. Tese (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista/ UNESP.

VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com o plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 20: 775-782, 1985.

WALKER, D.R. et al. Field evaluation of soybean engineered with a synthetic cry1Ac transgene for resistance to corn earworm, soybean looper, velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae), and lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, 93: 613-622, 2000.

YANO, S.A.C. et al. Tolerância de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, *Pseudoplusia includens* (Walker) e *Rachiplusia nu* (Guenée) à proteína Cry1Ac. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Embrapa Soja, 2012. 5p.

ZACHÉ, B. et al. Novo registro de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), como parasitóide de *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Biota Neotropica**, 12: 319-322, 2012.

ZENKER, M. M.; SPECHT, A., CORSEUIL, E. Estágios imaturos de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 24: 99-107, 2007.