

**NAYARA BUSS**

**SUSCETIBILIDADE DIFERENCIAL DE *Chrysodeixis includens* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E *Anticarsia gemmatalis* (LEPIDOPTERA: EREBIDAE) A INSETICIDAS.**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Roberto Franco

**LAGES  
2018**

Ficha catalográfica elaborada pela autora, com auxílio do programa de geração automática da Biblioteca Setorial do CAV/UDESC.

Buss, Nayara  
Suscetibilidade diferencial de *Chrysodeixis  
includens* (Lepidoptera: noctuidae) e *Anticarsia  
gemmatalis* (Lepidoptera: erebidae) a inseticidas /  
Nayara Buss. - Lages , 2018.  
38 p.

Orientador: Cláudio Roberto Franco  
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Produção Vegetal, Lages, 2018.

1. *Glycine max.* 2. suscetibilidade  
interespecífica. 3. controle químico. I. Roberto  
Franco, Cláudio. II. Universidade do Estado de  
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação. III.  
Título.

**NAYARA BUSS**

**SUSCETIBILIDADE DIFERENCIAL DE *Chrysodeixis includens* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E *Anticarsia gemmatalis* (LEPIDOPTERA: EREBIDAE) A INSETICIDAS**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

**Banca Examinadora**

Orientador: \_\_\_\_\_

Dr. Cláudio Roberto Franco

Professor do Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Agroveterinárias  
UDESC/CAV – Lages, SC

Membro: \_\_\_\_\_

Dr. Joatan M. Rosa

Professor do Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Agroveterinárias  
UDESC/CAV – Lages, SC

Membro: \_\_\_\_\_

Dr. Fernando Joly Campos

Professor do Instituto Federal Catarinense – IFC – Rio do Sul, SC.

**Lages – SC, 31/07/2018**



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de concluir esta importante etapa em minha vida, por me dar forças nos momentos difíceis, e por estar sempre iluminando meu caminho.

Aos meus avós por sempre me incluir em suas orações, pelas preocupações, e por sempre estarem me fazendo acreditar que vai dar tudo certo.

A meus pais, Valberto e Marinês, por todos os valores e ensinamentos, por sempre estarem ao meu lado apoiando minhas decisões e me motivando a seguir em frente.

À minha irmã, Natalia, minha melhor amiga e grande conselheira, a qual sempre foi um exemplo para mim.

Ao meu namorado Rodrigo pelo companheirismo, paciência e amor, e por sempre me incentivar nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

À toda minha família pelo incentivo, apoio e estímulo para enfrentar as barreiras da vida.

À minha amiga Samanta, companheira desde a graduação, que sempre me incentivou e auxiliou, além de sempre me encorajar a seguir em frente.

Aos amigos do laboratório Rafaela, Deize, Luiz, Aline, Henrique, Eduarda, Ana, Rafael por toda amizade, auxílio nos experimentos e na criação dos insetos.

Ao professor Cláudio R. Franco pelo ensinamento e orientação nessa etapa.

Aos professores da pós-graduação pela transmissão de conhecimento durante o mestrado.

A Universidade do Estado de Santa Catarina pelo ensino gratuito e de qualidade.

Ao CNPQ e ao UNIEDU/FUMDES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros da banca Joatan M. Rosa e Fernando J. Campos pela participação e contribuições na defesa do mestrado.

À Embrapa Soja pelo fornecimento de *Anticarsia gemmatalis* utilizadas no estudo, e por toda a troca de conhecimento, em especial a Ivanilda e ao Adeney.

**MUITO OBRIGADA!**



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

Martin Luther King





## RESUMO

BUSS, Nayara. **Suscetibilidade diferencial de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: noctuidae) e *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: erebidae) a inseticidas.** 2018. 37 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Mestrado em Produção Vegetal, Lages, 2018.

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo. Atualmente são produzidos no país mais de 118 milhões de toneladas, tornando a soja a principal cultura anual produzida, com cerca de 59% da área plantada com grãos. Durante o ciclo de produção da cultura há fatores bióticos, como os insetos-pragas que são responsáveis por perdas econômicas, fazendo com que seu controle seja necessário. O principal método de controle adotado é o controle químico, devido a sua praticidade e eficiência. Para contribuir na elucidação das razões que expliquem os surtos populacionais de *C. includens* na soja o presente trabalho testou a hipótese da *C. includens* ser mais tolerante a inseticidas químicos do que *A. gemmatalis*. O objetivo do trabalho foi avaliar a suscetibilidade diferencial entre *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* aos inseticidas flubendiamida, clorantraniliprole, cyantraniliprole, metomil e espinetoram para contribuir no aprimoramento de programas de manejo integrado de pragas na soja. Para isso foram utilizadas populações suscetíveis de ambas espécies, que foram mantidas em laboratório, sem pressão de seleção e criadas em dieta artificial. Foi adotado o método de bioensaio de ingestão com o tratamento em aplicação superficial da dieta artificial com 6 a 9 concentrações que proporcionem mortalidade entre 5 e 99%. Em uma placa com 24 células contendo dieta artificial foi aplicado 30 µL de cada concentração dos inseticidas diluídas em água mais espalhante adesivo. Cada placa corresponde a uma repetição por concentração, sendo repetida de 4 a 6 vezes para cada população e inseticida. Os dados foram submetidos a análise de Probit. Para o inseticida flubendiamida a CL<sub>50</sub> estimada de *A. gemmatalis* foi de 0,004 µg i.a./cm<sup>2</sup>, enquanto da população de *C. includens* foi de 0,05 µg i.a./cm<sup>2</sup>. A razão de tolerância (RT) estimada foi de 12,5 vezes e 1,4 vezes com base na CL<sub>50</sub> e CL<sub>99</sub> respectivamente. Para o inseticida cyantraniliprole a CL<sub>50</sub> estimada para *A. gemmatalis* e *C. includens* foi de 0,12 µg i.a./cm<sup>2</sup> e 0,39 µg i.a./cm<sup>2</sup>, respectivamente. A RT foi de 3,5 vezes na CL<sub>50</sub> e 1,6 vezes na CL<sub>99</sub>. Em relação ao clorantraniliprole para *A. gemmatalis* a CL<sub>50</sub> estimada foi de 0,002 µg i.a./cm<sup>2</sup> e para *C. includens* foi de 0,08 µg i.a./cm<sup>2</sup>. A RT estimada foi de 56,6 vezes e 777,5 vezes com base na CL<sub>50</sub> e CL<sub>99</sub> respectivamente. Para o metomil a CL<sub>50</sub> estimada de *A. gemmatalis* foi de 0,08 µg i.a./cm<sup>2</sup> e para *C. includens* <sup>2</sup> foi de 3,91 µg i.a./cm<sup>2</sup>. A RT foi 45,7 na CL<sub>50</sub> e 1,1 na CL<sub>99</sub>. Para o espinetoran as CL<sub>50</sub> estimadas para *A. gemmatalis* e *C. includens* foram de 0,005 µg i.a./cm<sup>2</sup> e 0,01 µg i.a./cm<sup>2</sup> respectivamente. As RTs foram de 2,0 vezes na CL<sub>50</sub> e 0,4 vezes na CL<sub>99</sub>. Comparando as CL<sub>50</sub> estimadas *C. includens* foi mais tolerante aos inseticidas diamidas (flubendiamida, cyantraniliprole e chlorantraniliprole), metomil e espinetoran comparado com *A. gemmatalis*. Pelos resultados das CL<sub>99</sub> pode se sugerir que há menor risco de evolução da resistência de *A. gemmatalis* para clorantraniliprole.

**Palavras-chave:** *Glycine max.* Suscetibilidade interespecífica. Controle químico. MIP.



## ABSTRACT

BUSS, Nayara. **Differential susceptibility of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: noctuidae) and *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: erebidae) to insecticides**. 2018. 37 p. Dissertation (Master's) – Santa Catarina State University, Center of Agroveterinarian Science, Masters in Plant Science, Lages, 2018.

Brazil is the second largest producer of soybean in the world. Currently more than 118 million tons are produced in the country, making soybeans the main annual crop produced, with about 59% of the area planted with grains. During the production cycle of the crop there are biotic factors, such as insect pests that are responsible for economic losses in which control must be done. The main method of control adopted is chemical control, due to its practicality and efficiency. To contribute to the elucidation of the reasons explaining the population outbreaks of *C. includens* in soybean the present work tested the hypothesis of *C. includens* to be more tolerant to chemical insecticides than *A. gemmatalis*. The aim of this work was to evaluate the differential susceptibility of *Anticarsia gemmatalis* and *Chrysodeixis includens* to the insecticides flubendiamide, chlorantraniliprole, cyantraniliprole, methomyl and spinetoran to contribute to the improvement of integrate pest management programs in soybean. For this, susceptible populations of both species were used. These populations were maintained in a laboratory, with no selection pressure and reared in an artificial diet. The ingestion bioassay method was adopted by applying 6 to 9 concentrations superficially above an artificial diet that provide mortality between 5 and 99%. In a 24-cell plate containing artificial diet, 30  $\mu\text{L}$  of each concentration of the insecticides diluted with a spreader-sticker was applied. Each plate corresponds to one replicate per concentration, it was repeated 4 to 6 times for each population and insecticide. Data were submitted to Probit analysis. The estimated flubendiamide  $\text{LC}_{50}$  was 0.004  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  for *A. gemmatalis*, and 0.05  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  for the *C. includens* population. The estimated tolerance (RT) ratio was 12.5-fold and 1.4-fold based on  $\text{LC}_{50}$  and  $\text{LC}_{99}$ , respectively. The estimated cyantraniliprole  $\text{LC}_{50}$  were 0.12  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  and 0.39  $\mu\text{g i.a./cm}$  for *A. gemmatalis* and *C. includens*, respectively. RT was 3.5-fold in  $\text{LC}_{50}$  and 1.6-fold in  $\text{LC}_{99}$ . The estimated chlorantraniliprole  $\text{LC}_{50}$  was 0.002  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  for *A. gemmatalis* and 0.08  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  for *C. includens*. The estimated RT was 56.6-fold and 777.5-fold based on the  $\text{LC}_{50}$  and  $\text{LC}_{99}$  respectively. The estimated methomyl  $\text{LC}_{50}$  was 0.08  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  for *A. gemmatalis* and 3.91  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  for *C. includens*. RT was 45.7 at  $\text{LC}_{50}$  and 1.1 at  $\text{LC}_{99}$ . The estimated spinetoran  $\text{LC}_{50}$  were 0.005  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  and 0.01  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  for *A. gemmatalis* and *C. includens*, respectively. RTs were 2.0-fold in  $\text{LC}_{50}$  and 0.4-fold in  $\text{LC}_{99}$ . Comparing the estimated  $\text{LC}_{50}$ , *C. includens* was more tolerant to diamide insecticides (flubendiamide, cyantraniliprole and chlorantraniliprole), methomyl and spinetoran than *A. gemmatalis*. The results of the  $\text{LC}_{99}$  show that *A. gemmatalis* presents a lower risk of resistance evolution to clorantraniliprole.

**Keywords:** *Glycine max.* interspecific susceptibility. chemical control. IMP.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Curvas de concentração resposta de populações de lagartas de 3º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* suscetíveis em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo flubendiamida.... 34
- Figura 2 - Curvas de concentração resposta de populações de lagartas de 3º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* suscetíveis em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo metomil. .... 35
- Figura 3 - Curvas de concentração resposta de populações de lagartas de 3º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* suscetíveis em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo cyantraniliprole. 36
- Figura 4 - Curvas de concentração resposta de populações de lagartas de 3º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* suscetíveis em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo clorantraniliprole. .... 36
- Figura 5 - Curvas de concentração resposta de populações de lagartas de 3º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* suscetíveis em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo espinetoran. .... 37



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentração mortalidade de <i>Anticarsia gemmatalis</i> e <i>Chrysodeixis includens</i> suscetíveis, aos inseticidas flubendiamida, cyantraniliprole, clorantraniliprole, metomil e espinetoran em bioensaio de aplicação na superfície da dieta artificial .....	34
---	----





## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	21
2.1	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA SOJA.....	21
2.2	PRINCIPAIS LEPIDÓPTEROS PRAGAS .....	22
2.2.1	<b>Lagarta da soja <i>Anticarsia gemmatalis</i> Hubner,1818 (Lepidoptera: Erebidae)</b> 22	
2.2.2	<b>Lagarta-falsa-medideira <i>Chrysodeixis includens</i> (Walker, [1848]) (Lepidoptera: Noctuidae)</b> .....	23
2.3	MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS .....	24
2.4	CONTROLE QUÍMICO .....	25
2.5	RESISTÊNCIA DE INSETOS A INSETICIDAS .....	26
2.6	DETECÇÃO E MONITORAMENTO DA RESISTÊNCIA .....	27
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
3.1	OBTENÇÃO E CRIAÇÃO DAS POPULAÇÕES SUSCETÍVEIS .....	29
3.2	INSETICIDAS .....	30
3.3	PROCEDIMENTO DE BIOENSAIO .....	30
3.4	CARACTERIZAÇÃO DA LINHA BÁSICA .....	30
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	41
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42
	<b>ANEXO</b> .....	50



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de soja *Glycine max* L., com uma produção em torno de 118 milhões de toneladas, na safra 2017/18, cultivada em cerca de 35 milhões de hectares. A região Sul é responsável por cerca de 36% da produção nacional, sendo a segunda principal região produtora (CONAB, 2018).

Durante o ciclo de produção da soja há fatores bióticos que comprometem a sua produtividade, como os insetos-pragas, que são responsáveis por perdas econômicas em torno de 5%. Em 2011 o Brasil consumiu cerca de 164 milhões de toneladas de inseticidas sintéticos, sendo a cultura da soja responsável por aproximadamente 50% do consumo, atingindo um gasto anual de US\$ 1,3 bilhões (OLIVEIRA, et al., 2014). Na Argentina, Brasil, Chile e Uruguai existem 69 espécies de insetos da ordem Lepidoptera, que consomem a soja durante o período de campo da cultura (FORMENTINI et al., 2015). Atualmente a lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Erebididae) e a lagarta falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) se destacam como importantes espécies de lagartas desfolhadoras (MOSCARDI et al., 2012; GUEDES et al., 2015; SPECHT et al., 2015).

A lagarta-falsa-medideira até o final da década de 90 era considerada uma praga secundária na cultura da soja, pois raramente causava prejuízo as lavouras, principalmente por ser controlada naturalmente por fungos entomopatogênicos (MORAES et al., 1992). Porém surtos populacionais após a safra 2003/04 começaram a ocorrer, uma hipótese para explicar os surtos foi o uso de fungicidas de amplo espectro para o controle da ferrugem asiática *Phakopsora pachyrhizi*, após a sua detecção no Brasil em 2000. Este fato pode ter ocasionado a morte dos controladores naturais de *C. includens* (BUENO et al., 2007; SPECHT et al., 2015). Atualmente *C. includens* é considerada praga chave em todos os estados produtores de soja no Brasil (BERNARDI et al., 2012; SPECHT et al., 2015; GUEDES et al., 2015).

Para o estabelecimento de um programa de Manejo Integrado de Pragas é necessário considerar as implicações da existência de um complexo de pragas que ocorrem simultaneamente (BUENO et al., 2013). O nível de controle de lagartas para a recomendação de inseticidas pode variar com a espécie, por exemplo, devido a diferença na capacidade de alimentação. As lagartas de *Spodoptera cosmioides* são capazes de consumir o dobro da área foliar do que outras espécies de lagartas, como *A. gemmatalis* e *C. includens* (BUENO, R.C.O de F. et al., 2011).

Outro aspecto importante no manejo de pragas é a existência de variabilidade na suscetibilidade das espécies de insetos aos métodos de controle. Em populações de *A. gemmatalis*, coletadas em diferentes regiões do Brasil, já foi demonstrada diferença quanto a suscetibilidade ao *Baculovirus anticarsia* (AgMNPV) (ABOT et al., 1996). No Brasil, estudos recentes com *C. includens* já indicam a existência de variabilidade intraespecífica na suscetibilidade aos inseticidas flubendiamida e metomil (SCHENEIDER et al., 2015; WILLE, 2016). Nos EUA, já foi constatada a evolução da resistência de *C. includens* desde a década de 80, principalmente, para os inseticidas clorados (BHC e DDT), os fosforados (acefato, paration metílico), os piretroides (cipermetrina, permetrina, deltametrina, fenvalerato e teflutrina), os carbamatos (metomil e tiodicarbe) e, recentemente, para a diamidas (flubendiamida) (MASCARENHAS & BOETHEL, 2000; OWEN et al., 2013; APRD – IRAC, 2018).

Quanto a suscetibilidade interespecífica, entre esses insetos, por exemplo, para *C. includens* a concentração letal 50 (CL<sub>50</sub>) da proteína inseticida Cry1Ac é cerca de 16 vezes maior do que para *A. gemmatalis* (BERNARDI et al., 2012). A tolerância diferencial em insetos pode variar com o inseticida. As lagartas de *Abagrotis nefascia* são mais tolerantes ao clorantraniliprole do que *Abagrotis orbis* e *Abagrotis reedi*, quatro e seis vezes respectivamente. Mas, para o inseticida permetrina *Ab. nefascia* foi mais suscetível do que *Ab. orbis* e *Ab. reedi*, cerca de quatro vezes (SMIRLE et al., 2013). Essas informações são importantes, pois a vida útil de inseticidas e tecnologias é extremamente dependente de eficientes programas de monitoramento da suscetibilidade das populações de insetos pragas.

Assim, para contribuir na elucidação das razões que expliquem os surtos populacionais de *C. includens* na soja o presente trabalho testou a hipótese na qual *C. includens* pode ser mais tolerante a inseticidas químicos do que *A. gemmatalis*. Para isso, o objetivo foi avaliar a suscetibilidade interespecífica entre populações suscetíveis de referência de *A. gemmatalis* e *C. includens* aos inseticidas flubendiamida, clorantraniliprole, cyantraniliprole, metomil e espinetoram.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA SOJA

A soja (*Glycine max*) é a oleaginosa mais cultivada no mundo. A produção mundial na safra 2016/17 ficou em torno de 350 milhões de toneladas com uma área colhida de aproximadamente 120 milhões de hectares (USDA, 2017). A soja possui 40% de proteínas, 20% de lipídios (óleo), 5% de minerais e 34% de carboidratos (SALDIVAR et al. 2011). Seu alto teor de proteína proporciona múltiplas utilizações e a formação de um complexo industrial destinado ao seu processamento, visando a produção de óleo e farelo para a alimentação animal (SILVA et al., 2006).

O Brasil é o segundo maior produtor deste grão, responsável por 34% da produção mundial, perdendo apenas para os Estados Unidos da América. A produção brasileira em 2017/18 foi de aproximadamente 118 milhões de toneladas, as quais foram colhidas em mais de 35 milhões de hectares, com uma produtividade em torno de 3300 kg/ha (CONAB, 2018). A região centro-oeste do país é a maior produtora, sendo responsável por mais de 53 milhões de toneladas produzidas, com destaque para o estado do Mato Grosso, o qual detém aproximadamente 27% da produção do país (CONAB, 2018). Já a região Sul, com cerca de 32 % da produção é a segunda maior produtora, sendo o estado do Paraná o maior produtor da região e o segundo maior produtor do país (IBGE, 2018).

A produção de soja no estado de Santa Catarina vem crescendo ao longo dos anos, decorrente da redução da área plantada com milho, áreas de pastagens, fruticultura, feijão e outras culturas. Na safra 2017/18 o estado foi responsável por 2% da produção nacional, com destaque para o município de Canoinhas como o maior produtor do estado, responsável por 20% da produção do estado (EPAGRI – CEPA, 2018).

Embora estratégias bem-sucedidas de controle de pragas sejam usadas no Brasil, que permitem o controle com impactos ambientais reduzidos. Cita-se como exemplo, em agentes de controle biológico, como na cana-de-açúcar e no uso de plantas modificadas em culturas como soja, milho e algodão. Entretanto a aplicação de inseticidas sintéticos tem sido a principal medida utilizada no controle de pragas de insetos. Em 2011 o Brasil consumiu em torno de 164 milhões de toneladas de inseticidas sintéticos, atingindo um gasto anual de U\$ 2,9 bilhões. A cultura da soja foi responsável por 50% desse consumo, com um gasto aproximado de U\$ 1,3 bilhões (OLIVEIRA et al., 2014).

Um dos fatores que limita a produção da cultura da soja é a ocorrência de insetos praga, que são os principais concorrentes com os seres humanos pelos recursos gerados pela agricultura. As pragas são favorecidas pela monocultura em áreas extensivas e pelo uso intensivo de insumos (OERKE; DEHNE, 2004). Os danos causados por esses organismos são um dos fatores mais importantes na redução da produtividade de qualquer cultura. Na soja os insetos pragas são responsáveis por cerca de 5% de perdas econômicas na pré-colheita (OLIVEIRA, et al., 2014), no entanto as perdas podem ocorrer tanto no campo (pré-colheita) quanto durante o armazenamento (pós-colheita) (OERKE, 2006).

## 2.2 PRINCIPAIS LEPIDÓPTEROS PRAGAS

Os principais insetos na cultura da soja causadores de injúrias que podem acarretar em perdas, são os insetos pertencentes a ordem Lepidoptera, sendo considerados pragas chaves da cultura e a presença destes insetos são constantes, ano após ano nos cultivos de soja em todo o Brasil (MOSCARDI et al., 2012). Os lepidópteros encontrados com maior frequência na soja são as lagartas *C. includens*, *A. gemmatalis*; e com menor destaque a *Helicoverpa armigera*. Lagartas do gênero *Spodoptera* e *Heliothis virescens* ocorrem em surtos esporádicos anualmente nas lavouras (FORMENTINI et al., 2015).

Esses insetos atacam preferencialmente as folhas da cultura, no entanto podem consumir e se desenvolver em outras estruturas. A fase desse inseto que causa danos econômicos na cultura, é a fase de lagarta, pois estes são mastigadores (WILLE, 2016).

### 2.2.1 Lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Erebidae)

*Anticarsia gemmatalis* por muito tempo foi conhecida como a principal praga da cultura da soja, no entanto sua importância diminuiu após *C. includens* passar de praga secundária para primária (MOSCARDI, 2012).

O seu sucesso como praga se deve ao alto potencial reprodutivo da espécie. Cada fêmea pode ovipositar até 400 ovos, sendo esses depositados isoladamente na parte inferior das folhas, no caule, nos ramos e pecíolos, mas com maior concentração nos terços médio e inferior das plantas de soja (FERREIRA; PANIZZI, 1978; HOFFMANN-CAMPO et al., 2012).

Logo após eclodir, a lagarta de *A. gemmatalis* possui coloração verde e quatro pares de pernas abdominais, sendo duas delas vestigiais e um par anal. Nesta fase se locomovem medindo palmas, sendo geralmente confundidas com *C. includens* (HOFFMANN-CAMPO et

al., 1979; HOFFMANN-CAMPO et al., 2012). Após o quarto instar as lagartas se locomovem sem medir palmo e podem ser encontradas tanto com a coloração verde como preta. Sua característica principal nesta fase é a presença de três listras longitudinais brancas (SOSA-GÓMEZ et al., 2014). Ao completar geralmente seis ínstaes larvais a lagarta entra na fase de pré-pupa (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012).

Após a pré-pupa, a lagarta entra no período de pupa, de coloração marrom, preferencialmente no solo. Dessas pupas emergem as mariposas, que apresentam envergadura de asas de 30 a 38 mm. A característica principal morfológica da mariposa que auxilia na sua identificação, é a presença de uma listra diagonal de coloração marrom-canela que une as extremidades do primeiro par de asas. A temperatura favorável para o adulto é entre 20-30°C. O ciclo completo deste inseto é em média de 31 dias quando alimentado com folhas de soja (NANTES et al., 1978).

Além da sobrevivência do inseto estar associada à temperatura à qual é exposto, o que também regula a distribuição sazonal dessa praga é a capacidade de suas plantas hospedeiras (preferenciais ou não preferenciais) sobreviverem às mesmas temperaturas (MOSCARDI, 2012). As principais plantas hospedeiras deste inseto pertencem a família Fabaceae, como a ervilhaca (*Aeschynomenes* sp.), o amendoim (*Arachis hypogaea*), a soja (*Glycine max*), a alfafa (*Medicago lupulina*) entre outras (PANIZZI et al., 2004; FORMENTINI et al., 2015), sendo observado consumo de 85 a 150 cm<sup>2</sup> quando fornecido folhas de soja (BUENO, R. C. O. de F. et al., 2011).

### **2.2.2 Lagarta-falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker, [1848]) (Lepidoptera: Noctuidae)**

A lagarta apresenta coloração verde-clara, com linhas longitudinais esbranquiçadas no dorso, podendo, no sexto instar, atingir cerca de 35 mm de comprimento. As lagartas de *C. includens* também são identificadas no campo, pois caminham medindo palmo, devido a presença de apenas dois pares de pernas abdominais mais a perna anal (SOSA-GÓMEZ et al., 2014). Além disso, as posturas deste lepidóptero são isoladas na parte inferior da folha e se alimenta apenas do limbo foliar, não consumindo as folhas deixando com um aspecto rendilhado (BUENO et al., 2007).

A lagarta-falsa-medideira, *C. includens*, é um inseto polífago com capacidade de se desenvolver em 73 plantas hospedeiras no Brasil, pertencentes a 29 famílias. Apesar da ampla

gama de hospedeiros, a lagarta-falsa-medideira é um inseto com preferência e melhor adaptação à soja, em relação a outras 17 culturas estudadas (BERNARDI, 2012).

O período imaturo dessa praga tem duração de aproximadamente 26 dias, havendo de cinco a sete instares larvais até a formação da pupa (MITCHELL et al., 1967) sendo capaz de consumir de 60 a 200 cm<sup>2</sup> de folhas de soja (BUENO, R. C. O. de F. et al., 2011). Na fase de pupa, de cor verde, o inseto forma uma teia sob as folhas de soja onde permanece até a emergência do adulto.

O adulto da lagarta falsa-medideira apresenta a coloração marrom acinzentada, com duas manchas prateadas no primeiro par de asas. Em repouso, as asas formam um ângulo de, aproximadamente, 90 graus. O acasalamento ocorre à noite e os ovos são depositados individualmente, a maioria na face inferior das folhas. A fêmea vive, aproximadamente 15 dias, sendo capaz ovipositar cerca de 700 ovos, durante o seu período de vida (MITCHELL et al., 1967; WILLE et al., 2017).

A lagarta-falsa-medideira, até o final da década de 90 era considerada uma praga secundária na cultura da soja, isso se deve por ela ser controlada naturalmente por fungos entomopatogênicos como *Nomurea rileyi*, *Pandora* sp. e *Zoophthora* sp., porém, após a safra 2003/04 ocorreram surtos dessa praga o que a tornaram uma praga primária e atualmente é considerado a principal praga da cultura da soja (CARVALHO et al., 2012).

Esses surtos ocorreram devido a mortalidade dos agentes de controle biológico, que pode ser explicado pelas aplicações de agroquímicos, acima do recomendado para a cultura (GUEDES et al., 2015), e pela entrada da ferrugem asiática (*Phakospora pachyrhizi*) no país, onde foram necessárias aplicações para o controle da doença e com isso ocorreu a morte desses controladores biológicos (BALDIN et al., 2014; SPECHT et al., 2015).

### 2.3 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

O manejo integrado de pragas (MIP) é o manejo que busca integrar diferentes ferramentas de controle, visando manter o inseto em nível de não praga e próximo do equilíbrio ecológico. As ferramentas utilizadas no controle consistem no controle biológico, cultivares resistentes, uso de feromônios, controle microbiano, métodos culturais e o controle químico (BUENO et al., 2012).

Para os lepidópteros na cultura da soja a técnica mais utilizada é o monitoramento através da utilização do pano-de-batida. Para o monitoramento são feitas batidas semanais ou quinzenais. Após atingir o nível de ação deve-se realizar o controle destes insetos (BUENO et



al., 2012). O nível de ação antecede o nível de dano econômico que é o menor nível populacional de pragas que podem causar dano econômico à cultura de interesse (STERN et al., 1959).

O nível de ação representa o momento ideal para entrar com o controle, visando evitar perdas econômicas e danos à biodiversidade. Para os lepidópteros da soja, o nível de ação durante o período vegetativo é de 30% de desfolha ou 20 lagartas grandes/m e durante o período reprodutivo a cultura tolera até 15% de desfolha ou 20 lagartas grandes/m (EMBRAPA, 2011; BUENO et al., 2013).

No entanto esse nível de ação é questionado devido ao hábito de crescimento da cultivar e a espécie do inseto. Entretanto, Bueno et al., (2013) avaliaram em duas safras e constataram que não teve diferença em produtividade entre o tratamento proposto pelo MIP e o tratamento convencional utilizando calendário. Desta forma, o manejo adotado pelo MIP deve ser utilizado pelos agricultores a fim de evitar gastos excessivos para o controle de insetos e riscos ambientais (BUENO et al., 2013).

## 2.4 CONTROLE QUÍMICO

O uso do controle químico na agricultura é um dos pilares do MIP, este método possui algumas vantagens, como o uso de inseticidas com eficiência confirmada para a mortalidade dos insetos e a facilidade de manejo para aplicação. Desta forma, o controle químico é amplamente utilizado, sendo considerado o principal método de controle empregado na agricultura nas culturas comerciais. Porém, devido a este uso, sendo empregado como principal método de controle e não utilizado conforme o MIP, problemas relacionados ao controle químico são registrados em todo o mundo, principalmente voltado ao aparecimento de contaminação aos agricultores, consumidor final, degradação ambiental e surgimento de resistência dos insetos aos inseticidas (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012).

Inseticidas e acaricidas seletivos, assim como herbicidas, fungicidas e outros produtos químicos e biológicos, devem ter preferência para que os inimigos naturais sejam mantidos (BUENO et al., 2008).

O uso de inseticidas seletivos, visando à manutenção dos inimigos naturais nas áreas agrícolas, assim como a rotação dos mecanismos de ação dos produtos químicos é de fundamental importância para reduzir a pressão de seleção dos ingredientes ativos (MARTINS; TOMQUELSKI, 2015).

Os principais grupos químicos de inseticidas aplicados nas lavouras de soja são os piretroides, organofosforados e carbamatos utilizados há várias décadas. As benzoilureias e diamida do ácido ftálico têm sido pesquisadas nos últimos anos (HANNIG et al., 2009).

Os piretroides e organofosforados se caracterizam por apresentar amplo espectro de ação, custo reduzido, podendo ainda ser utilizados em populações de pragas em estádios mais avançados de desenvolvimento (SOSA-GÓMEZ, 2000). Os carbamatos inibem a ação da enzima acetilcolinesterase e são neurotóxicos para os insetos-pragas. As benzoilureias são os principais representantes dos inseticidas do grupo químico dos inibidores da síntese de quitina com um bom efeito residual no controle de lagartas (SILVA et al., 2003). Os inseticidas do grupo químico diamida do ácido ftálico apresentam eficiência contra diferentes espécies de lagartas e seletividade aos inimigos naturais (HANNIG et al., 2009; GUEDES et al., 2012).

Os agroquímicos continuam a ser importantes para a produção de alimentos, e assim a necessidade de descoberta e desenvolvimento de novas moléculas permanece. A inovação contínua é necessária para combater a perda de produtos existentes através do desenvolvimento de resistência, o desejo por produtos com perfis ambientais e toxicológicos melhores, mudança no espectro de pragas e mudanças nas necessidades e práticas agrícolas. A descoberta de novos produtos agroquímicos com uma matriz em expansão de novas classes de agroquímicos continua apesar dos desafios (SPARKS et al., 2017).

## 2.5 RESISTÊNCIA DE INSETOS A INSETICIDAS

De acordo com a Organização Mundial de Saúde resistência consiste “no desenvolvimento da habilidade de uma população em tolerar doses de um agrotóxico que seriam letais para a maioria dos indivíduos de uma população normal da mesma espécie” (CROFT; VAN DE BAAN, 1988). A resistência representa uma mudança na composição genética de uma população em decorrência da resposta à pressão de seleção, e pode levar a falhas no controle.

O processo de evolução da resistência está relacionado à dose e ao número de aplicações de inseticidas. A aplicação constante de um mesmo agente de controle leva a um aumento na frequência relativa de alguns indivíduos pré-adaptados presentes na população. O uso de inseticida persistente pode eliminar os insetos suscetíveis imigrantes e assim evitar a diluição de genes da resistência (GEORGHIOU; TAYLOR, 1977). As consequências da evolução da resistência consistem em um aumento inicial da dose aplicada, seguido pelo aumento no número de aplicações e pôr fim a troca por novos inseticidas (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012)

Ao utilizar produtos químicos algumas táticas devem ser utilizadas para minimizar os danos ocasionados pela evolução da resistência de insetos a inseticidas e assim aumentar a vida útil do produto no mercado. Essas medidas consistem, na rotação de grupos químicos para que o produto possa agir em diferentes sítios do inseto; uso da dose recomendada; uso da tecnologia Bt apenas quando implantar área de refúgio (SOSA-GÓMES; OMOTO, 2012).

A evolução da resistência de artrópodes à produtos fitossanitários é um fenômeno natural, portanto havendo pressão de seleção ocorrerá seleção de indivíduos resistentes na população. Portanto, o objetivo de um programa de manejo de resistência de artrópodes a produtos fitossanitários é reduzir o uso intenso desses produtos. Desta forma é necessário adotar outros métodos de controle para reduzir a pressão de seleção, como o controle biológico, plantas resistentes, extratos vegetais entre outros. E quando utilizar o controle químico, é importante que a recomendação seja feita após a amostragem das pragas, utilizar a dose recomendada e fazer a rotação do ingrediente ativo pelo mecanismo de ação do produto.

## 2.6 DETECÇÃO E MONITORAMENTO DA RESISTÊNCIA

A resistência a inseticidas tem sido detectada e monitorada por meio das caracterizações de linhas-básicas de suscetibilidade de populações de campo obtidas por meio da regressão de Probit (FFRENCH-CONSTANT e ROUSH, 1990). A caracterização da suscetibilidade permite estimar a razão de resistência e comparar estatisticamente as  $CL_{50}$  e os coeficientes angulares obtidos.

Juntamente ao monitoramento de pragas a execução de um programa de monitoramento da resistência de insetos a inseticidas com o uso de concentrações diagnósticas ou discriminatórias se torna um meio importante para detectar falhas no controle devido a evolução da resistência e aperfeiçoar as estratégias de manejo adotadas (FFRENCH-COSTANT, ROUSH, 1990; MASCARENHAS; BOETHEL, 2000).

Por meio da curva de concentração-resposta da população pode ser definida uma concentração diagnostica que proporcione mortalidade de 95% dos indivíduos. O emprego de concentrações diagnósticas para o monitoramento da resistência tem como principal vantagem, comparada ao uso da técnica da curva de concentração-resposta, a oportunidade de testar um maior número de insetos para uma concentração, possibilitando maior probabilidade de detectar indivíduos resistentes quando a frequência de resistência ainda é baixa (FFRENCH-CONSTANT; ROUSH, 1990).

Já foi constatada nos Estados Unidos a evolução da resistência de *C. includens* aos inseticidas clorados (DDT e BHC), aos fosforados (acefato, monocrotofós e paration-metílico), aos carbamatos (metomil e thiodicarb), aos piretroides (cipermetrina, permetrina, deltametrina, fenvalerato e teflutrina) e *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki desde 1978 (MASCARENHAS; BOETHEL, 2000, APRD-IRAC, 2015).

Mais recente foi detectada a evolução na resistência de *C. includens* aos inseticidas do grupo químico das diamidas, a flubendiamida e o chlorantraniliprole, com variação na suscetibilidade entre populações coletadas nos estados de Louisiana e Mississippi, EUA, com razão de resistência de até 6,3 e 9,2 vezes respectivamente (OWEN et al., 2013). No Brasil, estudos com *C. includens* são recentes, mas estudos já demonstram existir variabilidade na suscetibilidade aos inseticidas flubendiamida e metomil (SCHENEIDER et al., 2015; WILLE, 2016).

Abot et al. (1996) demonstraram que populações de *A. gemmatalis*, coletadas em diferentes regiões do Brasil e nos Estados Unidos, apresentam diferenças quanto a suscetibilidade ao *Baculovirus anticarsia* (AgMNPV). A razão de resistência da população do Brasil foi maior que 1000, enquanto da população coletada nos Estados Unidos foi maior que 5 (ABOT et al., 1996).

Alterações na suscetibilidade de populações praga, antes que a frequência crítica de resistência seja atingida, torna o monitoramento de pragas uma ferramenta fundamental para orientar a tomada de decisão de controle; implementar estratégias proativas para gerenciar e manter a suscetibilidade de populações de campo; retardar a evolução da resistência e manter a vida útil dos inseticidas (ROUSH; MILLER, 1986).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 OBTENÇÃO E CRIAÇÃO DAS POPULAÇÕES SUSCETÍVEIS

A população suscetível de *A. gemmatalis* foi proveniente do Laboratório de entomologia da EMBRAPA SOJA, coletada em Sertanópolis – PR em maio de 2011. A população de *C. includens* foi fornecida pelo Laboratório de pesquisa da empresa PROMIP LTDA. coletada no município de Mogi Mirim -SP em dezembro de 2015. Ambas populações foram mantidas em laboratório por várias gerações na ausência de pressão de seleção com inseticidas.

Os insetos adultos foram acondicionados em gaiolas confeccionadas por tubo de policloreto de polivinila (PVC) de 200 mm por 200 mm de diâmetro. Em cada gaiola foram mantidos 15 ou 10 casais de *C. includens* e *A. gemmatalis* respectivamente. A gaiola de criação foi revestida com papel sulfite como substrato de oviposição e a face superior fechada com tecido *voile*. A alimentação foi fornecida por meio de três placas de petri (50 mm), contendo algodão embebido em água destilada, em solução de mel diluído a 10% com adição de ácido sórbico e nipagin a 1% e em solução de mel e cerveja na proporção de 3:2. A manutenção dos adultos foi realizada a cada dois dias, sendo substituída a alimentação e o substrato de oviposição.

As áreas do substrato de oviposição contendo ovos foram recortadas e fixadas em potes plásticos (145 mL) contendo dieta artificial adaptada de Greene (1976) preparada conforme Parra (2010) (Anexo A). As lagartas foram mantidas nessas condições até o terceiro instar. Após esse período, três lagartas foram transferidas para copos plásticos de 50 mL vedados com tampa de acrílico, contendo cerca de 10 mL de dieta artificial. As pupas obtidas foram retiradas manualmente, desinfestadas em solução de sulfato de cobre a 0,5% e acondicionadas em placas gerbox forradas com papel filtro umedecido com água destilada.

As placas com pupas foram acondicionadas em caixas plásticas transparentes com capacidade de 35 litros, até a emergência dos adultos, onde permaneceram de 3 a 5 dias na caixa para o acasalamento, sendo disponibilizada alimentação. A criação foi mantida em sala climatizada regulada à temperatura de  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase 14h, conforme proposto por Panizzi; Parra (2009).

### 3.2 INSETICIDAS

Foram utilizados os ingredientes ativos (i.a.) flubendiamida (Belt®, suspensão concentrada, 480 g de i.a./L, Bayer CropScience Ltda), clorantroliprole (Premio®, suspensão concentrada, 200 g i.a./L, Du Pont do Brasil S.A), cyantraniliprole (Benevia®, suspensão concentrada, 100g i.a./L, Du Pont do Brasil S.A), metomil (Lannate®, concentrado solúvel, 215 g de i.a./L, Du Pont do Brasil S.A) e espinetoran (Exalt®, suspensão concentrada, 120g i.a./L, Dow AgroScience Industrial Ltda.).

### 3.3 PROCEDIMENTO DE BIOENSAIO

O método de bioensaio adotado foi do tipo ingestão com aplicação superficial em dieta. Foram utilizadas placas de acrílico de 24 células (Costar®, modelo 3526, Cambridge, Massachusetts, EUA) contendo 1,2 mL de dieta artificial. O inseticida foi diluído em água destilada adicionado 0,1% de surfactante (Triton®, Labsynth produtos para laboratórios Ltda.) e o tratamento testemunha composto apenas por água destilada e surfactante, sendo aplicado 30 µL da solução inseticida por célula.

Para secagem da solução inseticida, as placas foram mantidas em câmara de fluxo laminar. Em seguida lagartas de terceiro instar foram inoculadas individualmente em cada célula com o auxílio de uma pinça. As placas foram mantidas em câmaras climatizadas com temperatura de  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  e fotofase de 14h. Quanto ao critério de mortalidade adotado, os indivíduos sem movimento aparente após serem tocados nos últimos segmentos abdominais com um pincel foram considerados mortos. A mortalidade das lagartas foi avaliada após 96 horas de exposição para os inseticidas do grupo das diamidas (OWEN et al., 2013) e após 72 horas para os inseticidas dos grupos químicos carbamatos e espinosinas (MASCARENHAS; BOETHREL, 2000).

### 3.4 CARACTERIZAÇÃO DA LINHA BÁSICA

Ambas as espécies foram submetidas de seis a oito concentrações distribuídas em escala logarítmica que proporcionaram mortalidade entre 5 e 99%, utilizando o método de bioensaio descrito anteriormente. Foram feitas de quatro a seis repetições por concentração, com 24 lagartas por repetição.

Os dados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit através do programa SAS (SAS Institute 2009) para estimar os valores de concentração letal (CL<sub>50</sub> e CL<sub>99</sub>) e intervalos de confiança (IC 95%). Diferença na suscetibilidade entre as espécies para cada inseticida foi verificada pela sobreposição dos intervalos de confiança. A razão de tolerância foi calculada pela razão entre a CL<sub>50</sub> ou CL<sub>99</sub> da população de *C. includens* pela de *A. gemmatalis*.





#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de caracterização da suscetibilidade de ambas espécies, para todos os inseticidas, adotando o método do bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial, se adequaram ao modelo de probit, onde os valores de  $\chi^2$  calculados foram inferiores aos valores de  $\chi^2$  tabelados ( $P > 0,05$ ) (Tabela 1).

Para o inseticida flubendiamida, a população de *A. gemmatalis* apresentou maior suscetibilidade, obtendo menores valores de concentração letal 50 e 99 (CL<sub>50</sub> e CL<sub>99</sub>) [intervalo de confiança (IC) 95%] comparada com a população de *C. includens*. A CL<sub>50</sub> estimada foi de 0,004  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  (IC 95% 0,003–0,006) apresentando diferença significativa na CL<sub>50</sub> da população de *C. includens* [0,05  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  (IC 95% 0,05-0,06)] por não ocorrer a sobreposição entre os intervalos de confiança (Tabela 1) (Figura 1). Porém, com base na CL<sub>99</sub> não houve diferença na suscetibilidade entre as espécies, já que houve sobreposição dos intervalos de confiança. A razão de tolerância (RT) estimada foi de 12,5 vezes e 1,4 vezes com base na CL<sub>50</sub> e CL<sub>99</sub> respectivamente (Tabela 1).

Para o inseticida cyantraniliprole a população de *A. gemmatalis* também apresentou a maior suscetibilidade, alcançando os menores valores de CL<sub>50</sub> e CL<sub>99</sub> comparada a *C. includens*. A CL<sub>50</sub> estimada para *A. gemmatalis* e *C. includens* foi de 0,12  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  (IC 95% 0,09–0,15) e 0,39  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  (IC 95% 0,25-0,52), respectivamente, diferindo estatisticamente. A RT foi de 3,5 vezes. Assim, como para flubendiamida, entre as CL<sub>99</sub> das duas espécies para cyantraniliprole não houve diferença estatística. A RT foi de 1,6 vezes (Tabela 1) (Figura 2).

Para o inseticida clorantraniliprole, novamente a população de *A. gemmatalis* foi a que apresentou a maior suscetibilidade, com os menores valores de CL<sub>50</sub> e CL<sub>99</sub> comparada a *C. includens*. Houve diferença estatística entre as CL<sub>50</sub> de ambas as espécies. Para *A. gemmatalis* foi de 0,002  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  (IC 95% 0,001-0,002) e para *C. includens* foi de 0,08  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  (IC 95% 0,06-0,11). A RT estimada foi de 56,6 vezes. Diferentemente, para flubendiamida e cyantraniliprole, com base na CL<sub>99</sub> a suscetibilidade de ambas as espécies foi diferente estatisticamente. As CL<sub>99</sub> estimada foram de 0,02  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  (IC 95% 0,01-0,03) e 14,39  $\mu\text{g i.a./cm}^2$  (IC 95% 8,70-27,14) para *A. gemmatalis* e *C. includens* respectivamente. A RT estimada foi de 777,5 vezes (Tabela 1) (Figura 3).

Tabela 1 - Concentração mortalidade de *Anticarsia gemmatilis* e *Chrysodeixis includens* suscetíveis, aos inseticidas flubendiamida, cyantranilprole, clorantanioprole, metomil e espinetoran em bioensaio de aplicação na superfície da dieta artificial

Produto	Espécie	N	Coef. Angular (±EPM) <sup>a</sup>	CL <sub>50</sub> (IC 95%)	RT <sup>c</sup> CL <sub>50</sub>	CL <sub>99</sub> (IC 95%)	RT <sup>d</sup> CL <sub>99</sub>	χ <sup>2</sup>	g.1 <sup>b</sup>
Flubendiamida	<i>Anticarsia gemmatilis</i>	768	1,20±0,08	0,004 (0,003 - 0,0006)	12,5 (0,23 - 0,82)	0,4 (0,23 - 0,82)	1,4	9,37	6
	<i>Chrysodeixis includens</i>	552	2,47±0,26	0,05 (0,05 - 0,06)	3,5 (0,09 - 0,15)	0,48 (0,35 - 0,75)	1,6	2,31	3
Cyantranilprole	<i>Anticarsia gemmatilis</i>	672	1,38±0,10	0,12 (0,09 - 0,15)	5,67 (3,48 - 10,87)	5,67 (3,48 - 10,87)	1,6	7,67	5
	<i>Chrysodeixis includens</i>	528	1,76±0,23	0,39 (0,25 - 0,52)	8,04 (5,07 - 16,77)	8,04 (5,07 - 16,77)	1,6	7,23	5
Clorantanioprole	<i>Anticarsia gemmatilis</i>	768	2,25±0,19	0,002 (0,001 - 0,002)	56,6 (0,01 - 0,03)	0,02 (0,01 - 0,03)	777,5	8,72	5
	<i>Chrysodeixis includens</i>	912	1,13±0,07	0,08 (0,06 - 0,11)	14,39 (8,70 - 27,14)	14,39 (8,70 - 27,14)	1,1	5,39	5
Metomil	<i>Anticarsia gemmatilis</i>	576	0,86±0,06	0,08 (0,05 - 0,13)	45,7 (19,70 - 107,91)	41,7 (19,70 - 107,91)	1,1	4,15	4
	<i>Chrysodeixis includens</i>	600	2,17±0,17	3,91 (3,27 - 4,56)	45,94 (34,23 - 67,65)	45,94 (34,23 - 67,65)	0,4	2,97	3
Espinetoran	<i>Anticarsia gemmatilis</i>	888	1,16±0,10	0,005 (0,004 - 0,007)	2 (0,29 - 1,26)	0,54 (0,29 - 1,26)	0,4	11,25	7
	<i>Chrysodeixis includens</i>	624	1,92±0,14	0,01 (0,01 - 0,02)	0,23 (0,16 - 0,36)	0,23 (0,16 - 0,36)	0,4	5,08	4

<sup>a</sup> Desvio padrão da média <sup>b</sup> Graus de liberdade <sup>c</sup> Razão de tolerância calculada = CL<sub>50</sub> da população de *C. includens* dividido pela população de *A. gemmatilis* <sup>d</sup> Razão de tolerância calculada = CL<sub>99</sub> da população de *C. includens* dividido pela população de *A. gemmatilis*

Figura 1 – Curvas de concentração-resposta de lagartas de 3º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo flubendiamida.

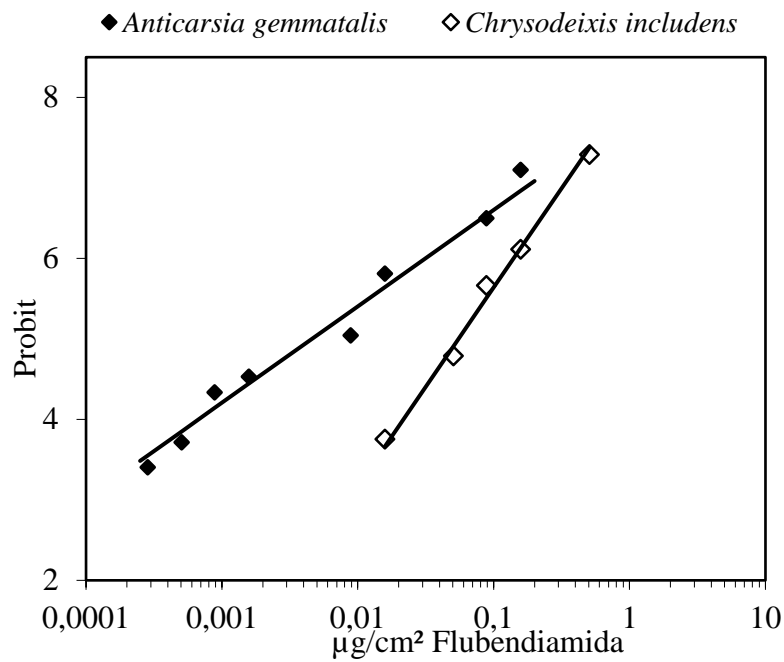


Figura 2 - Curvas de concentração-resposta de lagartas de 3º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo cyantraniliprole.

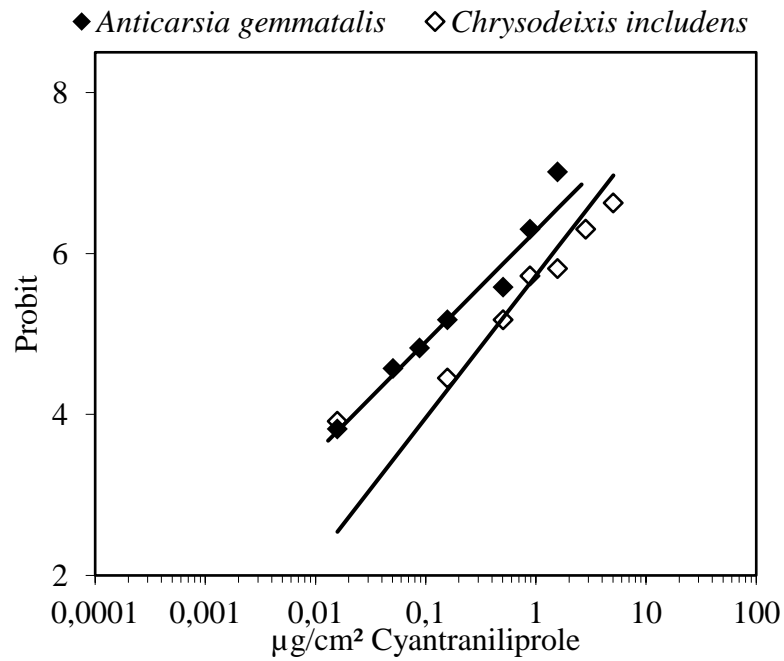
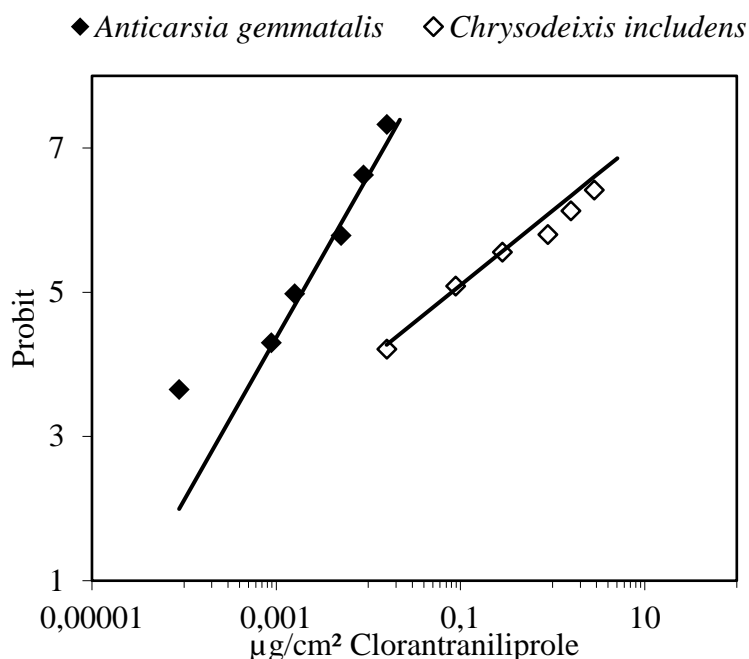


Figura 3 Curvas de concentração-resposta de lagartas de 3º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo clorantraniliprole.



Para metomil, a população de *A. gemmatalis* também apresentou maior suscetibilidade, alcançando os menores valores de CL<sub>50</sub> e CL<sub>99</sub>, comparada a *C. includens*. Para *A. gemmatalis* e *C. includens* as CL<sub>50</sub> estimadas foram de 0,08 µg i.a./cm<sup>2</sup> (IC 95% 0,05-0,13) e 3,91 µg i.a./cm<sup>2</sup> (IC 95% 3,27-4,56) respectivamente. A RT foi 45,7 vezes. Não houve diferença no intervalo de confiança das CL<sub>99</sub> de ambas as espécies, com RT de 1,1 vezes (Tabela 1) (Figura 4).

Para o espinetoran a população de *A. gemmatalis* também foi menos tolerante do que *C. includens*. As CL<sub>50</sub> estimadas para *A. gemmatalis* e *C. includens* foram de 0,005 µg i.a./cm<sup>2</sup> (IC 95% 0,004-0,007) e 0,01 µg i.a./cm<sup>2</sup> (IC 95% 0,01-0,02) respectivamente. A RT estimada foi de 2 vezes. Entre as CL<sub>99</sub> não houve diferença estatística, com RT de 0,4 vezes (Tabela 1) (Figura 5).

Comparando as CL<sub>50</sub> estimadas *C. includens* foi mais tolerante aos inseticidas diamidas (flubendiamida, cyantraniliprole e chlorantraniliprole), metomil e espinetoran comparado com *A. gemmatalis*. Embora, foi observada a sobreposição dos intervalos de confiança (IC 95%) das CL<sub>99</sub> entre as duas espécies para os inseticidas flubendiamida, cyantraniliprole, metomil e espinetoran, indicando a mesma suscetibilidade, exceto para clorantraniliprole que a RT de *C. includens* foi de 777,5 vezes.

Figura 4 - Curvas de concentração-resposta de lagartas de 3º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo metomil.

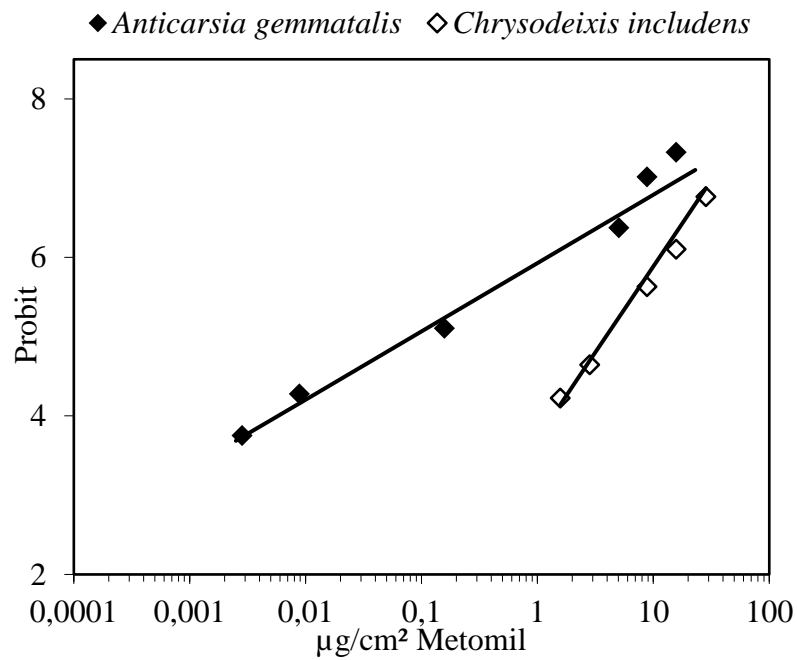
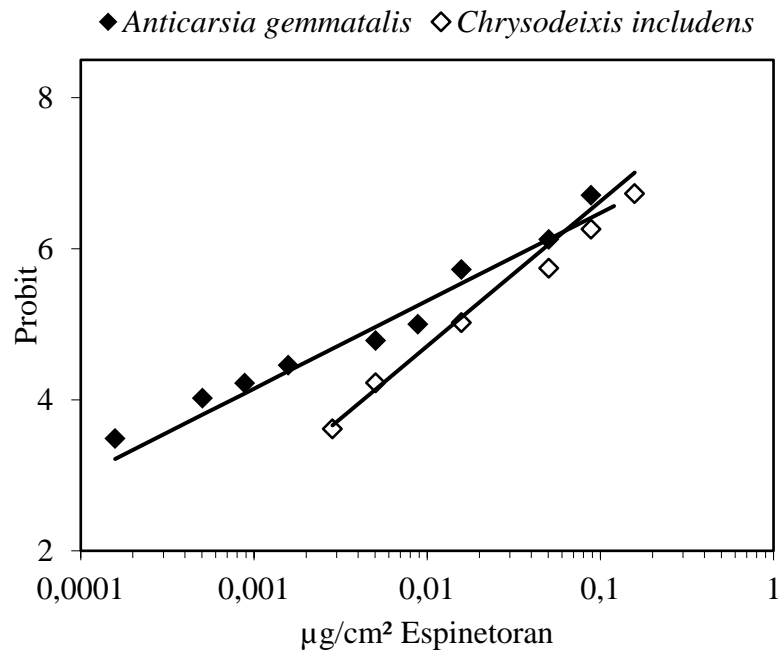


Figura 5 - Curvas de concentração-resposta de lagartas de 3º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo espinetoran.



A igualdade observada entre as  $CL_{99}$  pode ser devido a heterogeneidade da população. O coeficiente angular das curvas de concentração-resposta para *A. gemmatalis* foi menor do que para *C. includens*, exceto para clorantraniliprole que foi o inverso. Esse resultado indica maior variabilidade intraespecífica em *A. gemmatalis*. Para ambas as espécies foram utilizadas populações consideradas suscetíveis de referência por serem mantidas na ausência de pressão de seleção por várias gerações.

A população de *A. gemmatalis* utilizado no experimento estava a mais de 260 gerações em laboratório, assim, provavelmente essa população teve contato apenas com o metomil, entre os inseticidas testados, pois está a mais de 20 anos no mercado. Enquanto que os inseticidas do grupo das diamidas e espinetoran são mais recentes. Já *C. includens* estava a mais de 10 gerações em laboratório, portanto pode ter ocorrido a exposição aos inseticidas testados, exceto cyantraniliprole que foi lançado no Brasil em 2017. Os baixos valores da RT, tanto para a  $CL_{50}$  quanto para a  $CL_{99}$ , ao cyantraniliprole, estão relacionados apenas a suscetibilidade natural das espécies, ou seja, essas populações não foram coletadas após um processo de seleção de biótipos resistentes no campo a esse inseticida. Assim, como para espinetoram que foi lançado recentemente no mercado brasileiro, em 2015, dessa maneira apenas *C. includens* pode ter sido exposta a essa molécula.

Na literatura, observa-se que *C. includens* se mostra mais tolerante a inseticidas, inclusive a flubendiamida e clorantraniliprole, do que *Helicoverpa armigera*. Mas, diferente do presente trabalho, essas comparações foram realizadas com populações coletadas em lavouras comerciais de soja, girassol ou algodão (SCHNEIDER; SOSA-GÓMEZ, 2016). Segundo os autores a variabilidade observada, principalmente entre as populações de *C. includens*, também indicam a existência de indivíduos resistentes nessas populações de campo.

A diferença de suscetibilidade entre organismos, inclusive entre espécies de insetos, pode ser devido a diferenças entre os receptores do sítio de ação dos inseticidas. A toxicidade de flubendiamida e clorantraniliprole é dependente da espécie de inseto (QI; CASIDA, 2013). Dessa forma, pode se sugerir que a tolerância natural de *C. includens* dependa do ingrediente ativo e da sua concentração.

A maior tolerância de *C. includes* também já foi avaliada para a proteína inseticida Cry1Ac de *Bacillus thuringiensis* encontrada nas plantas modificadas geneticamente de soja (MON 87701 x MON 89788). *C. includens* foi cerca de 16 vezes mais tolerante a essa proteína inseticida do que *A. gemmatalis*. Essa diferença de tolerância em ensaio com tecido liofilizado de folhas de soja diluído a 25 vezes não permitiu a completa mortalidade de *C. includens*. Dessa

maneira há maior risco de evolução da resistência para essa proteína inseticida em *C. includens* (BERNARDI et al., 2012).

O uso da estratégia da alta dose permite que a herança da resistência seja funcionalmente recessiva. Como resultado, há baixa sobrevivência dos insetos heterozigotos que no início do processo de evolução da resistência são os principais carreadores dos alelos da resistência. Assim, para atender essa premissa, normalmente é considerada alta dose quando a concentração utilizada é 25 vezes maior que a  $CL_{99}$  (GOULD, 1998; ANDOW, 2008).

Assim, pelos resultados das  $CL_{99}$  pode se sugerir que há menor risco de evolução da resistência de *A. gemmatalis* para clorantraniliprole, uma vez que essa espécie foi 777,5 vezes mais suscetível do que *C. includens*. Assim, como para metomil quando se compara as  $CL_{50}$  entre as duas espécies. A partir dessa interpretação pode se sugerir que a tolerância natural entre essas duas espécies de insetos, sendo *C. includens* mais tolerante, possa se manifestar, principalmente, com o decréscimo do resíduo desses inseticidas ao longo do tempo. Após a pulverização dos inseticidas a persistência biológica de flubendiamida, cyantraniliprole, clorantraniliprole, metomil e espinetoran deve ser menor para *C. includens*, permitindo maior sobrevivência de indivíduos dessa espécie do que de *A. gemmatalis*. Esta situação pode corroborar com o maior risco de evolução da resistência para *C. includens* comparado com *A. gemmatalis*.

Para o manejo da resistência de insetos a inseticidas é importante a adoção de algumas estratégias, como a rotação de inseticidas de diferentes mecanismos de ação e o uso da dose registrada na cultura para a praga (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012). Juntamente ao monitoramento de pragas a efetivação de um programa de monitoramento da resistência de insetos a inseticidas com o uso de concentrações diagnósticas ou discriminatórias passa a ser uma importante ferramenta para detectar falhas no controle devido a evolução da resistência e aperfeiçoar as estratégias de manejo adotadas (FFRENCH-COSTANT; ROUSCH, 1990; MASCARENHAS; BOETHEL, 2000).

Na cultura da soja são recomendadas para o manejo da resistência de lepidópteros a inseticidas, medidas de controle com o objetivo de reduzir a pressão de seleção como o uso de plantas com resistência natural que atrasem o desenvolvimento do inseto ( FUGI et al., 2005; SOUZA et al., 2014; BOIÇA JÚNIOR et al., 2015), o uso de cultivares geneticamente modificados com inserção do gene Cry (CRIALESI-LEGORI et al., 2014) o uso de liberação massal de inimigos naturais (SIQUEIRA et al., 2012) entre outras medidas para implementação do MIP soja (BUENO et al., 2013).





## 5 CONCLUSÕES

Utilizando as CL<sub>50</sub> estimadas, *C. includens* foi mais tolerante aos inseticidas diamidas (flubendiamida, cyantraniliprole e chlorantraniliprole), metomil e espinetoran comparado com *A. gemmatalis*.

Por meio das CL<sub>99</sub> para os inseticidas flubendiamida, cyantraniliprole, metomil e espinetoran, as espécies apresentaram a mesma suscetibilidade, exceto para o clorantraniliprole que a RT de *C. includens* foi de 777,5 vezes.



## REFERÊNCIAS

- ABOT, A.R. et al. Development of Resistance by *Anticarsia gemmatalis* from Brazil and the United States to a Nuclear Polyhedrosis Virus under Laboratory Selection Pressure. **Biological Control**, Louisiana, v. 7, n. 75, p. 126-130, 1996.
- ANDOW, D. A. The risk of resistance evolution in insects to transgenic insecticidal crops. **Collection of Biosafety Reviews**, Minnesota, v. 4, p. 142-199, 2008.
- APRD-IRAC **Arthropod Pesticide Resistance Database**, Disponível em: <<https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=248>>. Acesso em 15 abr. 2018.
- BALDIN, E.L.L., LOURENÇÃO, A.L., SCHLICK-SOUZA, E.C. Outbreaks of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) in common bean and castor bean in São Paulo State, Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, 458–465, 2014.
- BERNARDI, O. et al. Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701 × MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pest Management Science**, Piracicaba, v. 68, n. 7, p. 1083-1091, 2012.
- BOIÇA JUNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S. D.; COSTA, E. N.; RIBEIRO, Z. A.; STOUT, M. J. Factors Influencing Expression of Antixenosis in Soybean to *Anticarsia gemmatalis* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Jaboticabal, v. 108, n. 1, p. 317–325, 2015.
- BUENO, A.F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1495-1503, 2008.
- BUENO, A. F. et al. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, Santa Maria, v. 30, p. 937-945, 2011.
- BUENO, A. F. et al. Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja no Brasil, In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. 859p.

BUENO, A. F. et al. Economic Thresholds in Soybean-Integrated Pest Management: Old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 42, n. 5, p. 439–447, 2013.

BUENO, R. C. O. de F. et al. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**. Rio Verde, v. 67, p. 160-164, 2011.

BUENO, R.C.O. de F. et al. Sem barreira. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 93, p. 12-15, 2007.

CARVALHO, L. C.; FERREIRA, F. M.; BUENO, N. M. Importância econômica e generalidades para o controle da lagarta-falsa-medideira na cultura da soja. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 1021-1034, 2012.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. **10º Levantamento – julho/2018**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, v.5, n. 10, p. 33; 106, julho de 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em 20 de julho de 2018.

CRIALESI-LEGORI, P. C. B.; DAVOLOS, C. C.; LEMES, A. R. N. Interação de proteínas Cry1 e Vip3A de *Bacillus thuringiensis* para controle de lepidópteros-praga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 2, p. 79–87, 2014.

CROFT, B.A.; VAN DE BANN, H.E. Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mites. **Experimental & Applied Acarology**, v.4, n.3, p.277-300, 1988.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de Produção**. Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 261 p.

EPAGRI. **Empresa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina**. Cepa: Florianópolis-SC, 2018. Disponível em [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/Boletim\\_agropecuario/boletim\\_agropecuario\\_n61.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Boletim_agropecuario/boletim_agropecuario_n61.pdf). Acesso em 08 jul. 2018.

FERREIRA, B.S.C.; PANIZZI, A.R. Distribuição de ovos e lagartas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner em plantas de soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina. v. 7, n. 1, p. 54-59, 1978.

FFRENCH-CONSTANT, R. H.; ROUSH, R. T. Resistance detection and documentation: the relative roles of pesticidal and biochemical assays. In: ROUSH, R. T.; TABASHNIK, B. E. (Ed.). **Pesticide resistance in arthropods**, Nova York, p. 4-38, 1990.

FORMENTINI, A. C. et al. Lepidoptera (Insecta) associated with soybean in Argentina, Brazil, Chile and Uruguay. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 12, p. 2113–2120, 2015.

FUGI, C.G.Q.; LOURENÇÃO, A.L.; PARRA, J.R.P. Biology of *Anticarsia gemmatalis* on soybean genotypes with different degrees of resistance to insects. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 31–35, 2005.

GEORGHIOU, G.P.; TAYLOR, C.E. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. **Journal of Economic Entomology**, California, v. 70, p. 319-323, 1977.

GREENE, G.L.; LEPLA, N.C. DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, Geneva, v. 69, n. 4, p. 487-488, 1976.

GOULD, F. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: Integrating pest genetics and ecology. **Annual Review of Entomology**, Carolina do Norte, v. 43, n. 1, p. 701-726, 1998.

GUEDES, J. V. C. et al. Sistemas de aplicação e inseticidas no controle de *Anticarsia gemmatalis* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Santa Maria, v. 16, n. 8, p. 910-914, 2012.

GUEDES, J. V. C. et al. Lagartas da soja: das lições do passado ao manejo do futuro. **Plantio Direto**, Passo Fundo, ed. 144, 2015.

HANNIG, G. T.; ZEIGLER, M.; MARCON, P. G. Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups. **Pest Management Science**, v. 65, n. 9, p. 969-974, 2009.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; NEWMAN, G.G.; FOERSTER, L.A. Incidência estacional de doenças e parasitas em populações naturais de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 e *Plusia* spp. em soja. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 8, p. 115-124, 1979.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. **Soja**. Brasília: Embrapa, 2012. 859 p. IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

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**, Cassilândia, v. 2, n. 4, p. 25–30, 2015.

MASCARENHAS, R. N.; BOETHEL, D. J. Development of diagnostic concentrations for insecticide resistance monitoring in soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) larvae using an artificial diet overlay bioassay. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 3, p. 897–904, 2000.

MASCARENHAS, R.N.; PITRE, H.N. Oviposition responses of soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) to varieties and growth stages of soybeans. **Environmental Entomology**, Mississippi, v. 26, n.1 p. 76-83, 1997.

MITCHELL, E.R. Life history of *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal Georgia Entomological Society**, Athenas, v. 2, n. 1, p. 53-57, 1967.

MOSCARDI, F.A. Artrópodes que atacam as folhas da soja In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja**: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília: Embrapa, 2012. 859p

MORAES, R.R.; LOECK, A.E.; BELARMINO, L.C. Inimigos naturais de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 57-64, 1992.

NANTES, J.F.D.; GRIGOLETTI, R.; CAMPOS, E.M.B. Biologia de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja, *Glycine max* (L.) Merrill. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 171-174, 1978.

OERKE E. C., DEHNE H. W. Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection. **Crop Protection**, v. 23. p. 275–285, 2004.

OERKE, E.C. Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Science**, v. 144, p. 31-43, 2006.

OLIVEIRA, C. M et al. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, Planaltina, v. 56, n. 1, p. 50-54, 2014.

OWEN, N. L.; et al. Susceptibility of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) to Reduced-Risk Insecticides. **BioOne**, Stoneville, v. 96, p.554-559, 2013.

PANIZZI, A.R.; OLIVEIRA, L.J.; SILVA, J.J. Survivorship, larval development and pupal weight of *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) feeding on potential leguminous host plants. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n.1, p. 563-567, 2004.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de Criação de Insetos para Programas de Controle Biológico**. São Paulo: USP/ESALQ, 2010.

QI S.; CASIDA J. E. Species differences in chlorantraniliprole and flubendiamide insecticide binding sites in the ryanodine receptor. **Elsevier**, Boston, v. 107, p. 321-326, 2013.

ROUSH, R.T.; MILLER, G.L. Considerations for design of insecticide resistance monitoring programs. **Journal of Economic Entomology**, Mississippi, v.79, n.2, p.293-298, 1986.

SALDIVAR, X. et al. Changes in chemical composition during soybean seed development. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 124, n. 4, p. 1369–1375, 2011.

SAS INSTITUTE. **SAS User's guide: statistics**. Cary, NC, USA, 2009.

SCHNEIDER, Juliane Aparecida et al. **Suscetibilidade de noctuídeos de importância agrícola a flubendiamida, clorantraniliprole e indoxacarbe**. 2015. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa UEPG, 2015.

SCHNEIDER, J. A.; SOSA-GOMEZ. Suscetibilidade de populações de *Chrysodeixis includens* e *Helicoverpa armigera* a inseticidas do grupo das diamidas. In: **Reunião de Pesquisa de Soja**. 2016. Resumos expandidos...Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 64-66. (Embrapa Soja. Documentos, 372).

SILVA, M.S et al. Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 571–576, 2006.

SILVA, M. T. B.; COSTA, E. C.; BOSS, A. Controle de *Anticarsia gemmatalis* Huebner (Lepidoptera: Noctuidae) com reguladores de crescimento de insetos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 601-605, 2003.

SIQUEIRA, J.R. et al. Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 1, p. 1–5, 2012.

SMIRLE, M.J. et al. Insecticide Susceptibility of Three Species of Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) Pests of Grapes. **Journal of Economic Entomology**, Canadá, v.106, n.5, p. 2135-2140, 2013.

SOSA-GÓMEZ, D. R. Essa lagarta gosta de soja. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Uberlândia, v. 2, n. 12, p. 40-42, 2000.

SOSA-GÓMEZ, D. R et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina, PR. 2014. 100p.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. 859p.

SOUZA, B. H. S. et al. Antibiosis in Soybean Genotypes and the Resistance Levels to *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, n. 6, p. 582–587, 2014.

SPARKS, C. T.; L. B. Perspectives on the agrochemical industry and agrochemical discovery. **Pest Management Scienc.** v. 73, p. 672-677, 2017.

SPECHT, A.; PAULA-MORAIS, S. V. & SOZA-GOMEZ, D. R. Host plants of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 59, n. 4, p. 343-345, dezembro de 2015

STERN, V. M.; et al. The integrated control concept. **Hilgardia**, v. 29, n. 1, p. 81-101, 1959.

USDA. Safra Mundial de Soja 2017/18 - 12º levantamento do USDA. **United States Department of Agriculture**, abril de 2018. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-soja/>>. Acesso em 15 de julho de 2018.

WILLE, P. E. et al. Natural resistance of soybean cultivars to the soybean looper larva *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Lages, v. 52, n. 1, p. 18-25, 2017.



WILLE, P. E. **Subsídios para o manejo sustentável de *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja.** 2016. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC– Campus Lages, 2016.



## ANEXO

ANEXO A - Composição da dieta artificial utilizada para a criação de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* em laboratório.

Ingredientes	Quantidade
Água destilada	2 Litros
Feijão carioca	150 g
Germe de trigo	120g
Farelo de soja	60g
Caseína	60g
Levedura	75g
Caragininina	35g
Ácido ascórbico	7,92g
Ácido sórbico	3,96g
Nipagin	6,6g
Tetraciclina	0,72g
Solução vitamínica*	20ml
Formaldeído (40%)	8ml

\*Composição da solução vitamínica: Parra (2010).

Fonte: Adaptada de Greene et al. (1976).