

**PAULO EDUARDO WILLE**

**SUBSÍDIOS PARA O MANEJO INTEGRADO DE *Chrysodeixis  
includens* (WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM SOJA  
PARA AS REGIÕES DO PLANALTO SUL E MEIO OESTE DE  
SANTA CATARINA**

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, SANTA CATARINA  
2016**

Wille, Paulo Eduardo

Subsídios para o manejo integrado de *Chrysodeixis includens* (WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) em soja para as regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina / Paulo Eduardo Wille. - Lages, 2016.

173 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Cláudio Roberto Franco

Co-orientador: Mari Inês Carissimi Boff

Inclui bibliografia

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

1. Diversidade de lepidópteros. 2. Resistência natural de plantas a insetos. 3. Resistência de insetos a inseticidas. I. Wille, Paulo Eduardo. II. Franco, Cláudio Roberto. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno.

**PAULO EDUARDO WILLE**

**SUBSÍDIOS PARA O MANEJO INTEGRADO DE *Chrysodeixis includens* (WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM SOJA PARA AS REGIÕES DO PLANALTO SUL E MEIO OESTE DE SANTA CATARINA**

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.

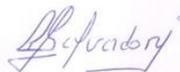
**Banca Examinadora**

Orientador:

---

Dr. Cláudio Roberto Franco  
Professor do Departamento de Agronomia do  
Centro de Ciências Agroveterinárias  
UDESC/CAV – Lages, SC

Membro:



---

Dr. José Roberto Salvadori  
Professor da Faculdade de Agronomia e  
Medicina Veterinária-FAMV/UPF – Passo  
Fundo, RS

Membro:

---

Dr. Tiago Georg Pikart  
Professor Colaborador do Departamento de  
Agronomia do Centro de Ciências  
Agroveterinárias UDESC/CAV – Lages, SC

**LAGES – SC, 29/02/2016**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, por guiar o meu caminho até aqui.

Aos meus avós Ana e Herberto Bublitz e Alida Wille por todo ensinamento e cuidado durante a vida.

Aos meus pais Paulo A. Wille e Eliane E. Wille, por todo ensinamento, parceria e por acreditar em mim até o dia de hoje.

Ao meu irmão Cleiton L. Wille pela parceria e convívio durante esses dois anos em Lages.

A minha noiva Bruna A. Pereira por todo amor, dedicação e companheirismo, nestes três anos juntos.

Aos meus tios Rafael Bublitz e sua noiva Josiane Schwartz, Sergio e Marcia York, Cláudio e Marisa Wille, Gerson e Klissia Bublitz.

Aos meus primos Maicon, Michel, Ramon, Lucas e Vitor por toda a parceria desde a infância.

Aos meus amigos Hadson, Mauricio e Tainah, por toda amizade ao longo destes anos.

A minha cunhada Amanda Pereira e seu namorado Rodrigo Matteuci, pelo companheirismo de sempre.

Aos meus amigos de laboratório Rafael L. Philippus, Sabrina C. Cristina, Samanta Restelatto, Diego Pavarin e Caroline por toda a amizade, auxílio na montagem dos experimentos e preparo de dieta aos insetos.

A professora Mari I. C. Boff, por todo ensinamento e companheirismo desde o período de graduação.

Ao professor Cláudio R. Franco pelo ensinamento e orientação desde a graduação.

Aos professores da pós-graduação, por toda paciência e transmissão de conhecimento durante o mestrado.

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

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudo.

Aos membros da banca José R. Salvadori e Tiago G. Pikart, pela correção da dissertação, participação e contribuições na minha defesa de mestrado.

As Cooperativas Coperplan e Coperdia, pelo fornecimento das lavouras comerciais de soja de seus associados para possibilitar o estudo.

**MUITO OBRIGADO!**

“A vida não dá nem empresta; não se comove nem se apieda. Tudo quanto ela faz é retribuir e transferir aquilo que nós oferecemos”.

(Albert Einstein)

## RESUMO

A soja é uma “commodity” produzida principalmente pelos países Estados Unidos, Brasil e Argentina que juntos são responsáveis por cerca de 70% da área cultivada. A sua utilização é, principalmente, para a produção de farelo de soja e óleo de cozinha. Para o seu cultivo, o sojicultor enfrenta diversas dificuldades, por fatores abióticos e bióticos, dentre elas a necessidade de manejo dos insetos-praga que, geralmente, é realizado pelo uso do controle químico. O uso excessivo do controle químico traz malefícios a saúde humana e animal, seleção de indivíduos resistentes e degradação ambiental, com isto alternativas de manejo devem ser estudadas. Assim este trabalho foi dividido em três capítulos, o objetivo do 1º capítulo foi realizar o levantamento da ocorrência de lepidópteros-praga e seus inimigos naturais em quatro e oito lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15, respectivamente, localizadas no Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina. Os insetos coletados foram encaminhados ao Laboratório de Entomologia CAV/UEDESC para identificação e desenvolvimento larval. No 2º capítulo foi verificada a resistência natural das cultivares comerciais de soja BR 36, ND 5909RG, BMX TurboRR e Benso 1RR a *Chrysodeixis includens*, avaliando o efeito de antibiose de folhas, preferência de consumo entre folhas novas, folhas velhas e vagens por 24h e o desenvolvimento larval nas estruturas de folhas e vagens em testes de antibiose. No 3º capítulo foi avaliada a suscetibilidade de três populações de *C. includens* coletadas na safra 2014/15, comparando com a suscetível de referência, coletada na safra 2013/14, para os princípios ativos flubendiamida e metomil e definida as concentrações diagnósticas para o monitoramento da suscetibilidade de *C. includens*. No levantamento dos insetos nas lavouras comerciais a família Noctuidae se destacou com 67,1% no Planalto Sul na safra 2013/14, 57,0 e 90,5% no Planalto Sul

e Meio Oeste, respectivamente, na safra 2014/15. Houve predominância de insetos da subfamília Plusiinae, com destaque para *C. includens* durante as duas safras de cultivo. O controle biológico natural representou até 69,7% no Planalto Sul na área de Capão Alto na safra 2013/14, com o *Copidosoma* sp. sendo o principal parasitoide coletado durante as duas safras. No teste de antibiose, a cultivar Benso 1RR apresentou efeito significativo, proporcionando um maior período para o desenvolvimento larval. No teste de preferência com folha nova, folha velha e vagem da soja, a preferência de *C. includens* foi pela folha velha. Para a vagem, houve consumo no teste de preferência, porém sendo a estrutura menos preferida. Quando foi fornecida a vagem como a única fonte de alimento não houve desenvolvimento larval. Para os bioensaios, foi verificado que houve diferenças na suscetibilidade entre as populações avaliadas, apresentando razão de resistência de até 15,2 e 12,0 vezes para flubendiamida e metomil respectivamente. As concentrações diagnósticas que causaram 95% da mortalidade da população suscetível foram 180 mg de flubendiamida/L de água e 3.200 mg de metomil/L de água. Para o manejo sustentável de lagartas na soja, há necessidade de incorporar alternativas para a redução no uso de inseticidas sintéticos, visando minimizar os efeitos maléficos intrínsecos ao seu uso, entre eles a mortalidade de inimigos naturais e a evolução da resistência de insetos a inseticidas.

**Palavras-chave:** Diversidade de lepidópteros. Resistência natural de plantas a insetos. Resistência de insetos a inseticidas.

## ABSTRACT

Soybean is a commodity produced by the United States, Brazil and Argentina countries, which together account for about 70% of the cultivated area. Its use is primarily for soybean meal and cooking oil production. In order to cultivate it, the soybean farmer faces several difficulties, abiotic and biotic factors, among them the need for management of insect pests, which usually is accomplished by the use of chemical control. Excessive use of chemical control brings harm to human and animal health, selection of resistant individuals and environmental degradation, thus, management alternatives should be studied. This work was divided into three chapters, the goal of the 1st chapter was to do a crop scouting, observing the occurrence of lepidopteran pests and their natural enemies in four and eight commercial plantations of soybean in the crops of 2013/14 and 2014/15 respectively located in the South Plateau and Midwest of Santa Catarina. Collected insects were taken to the Entomology Laboratory CAV / UDESC for identification and larval development. In the 2nd chapter, it was verified the natural resistance of the soybean cultivars BR 36, ND 5909RG, BMX TurboRR and Benso 1RR to *Chrysodeixis includens*, evaluating the antibiosis effect in leaves, consume preference among new leaves, old leaves and soybean pods for 24 hours and larval development in the leaves structures and soybean pods on antibiosis tests. In the 3rd chapter, it was evaluated the susceptibility of three populations of *C. includens* collected in the crop of 2014/15, which were compared with a susceptible reference collected in the crop of 2013/14, using the active ingredients flubendiamide and methomyl and defined the diagnostic concentrations for monitoring the susceptibility of *C. includens*. The crop scouting in the commercial areas showed that the Noctuidae family stood out with 67.1% of the total in the South Plateau in the crop of 2013/14, 57.0 and 90.5% in the

South Plateau and Midwest respectively in the crop of 2014/15. There was a predominance of Plusiinae subfamily insects, in especial the species *C. includens* during the two crop years. The natural biological control accounted 69.7% in the South Plateau in the area of Capão Alto, crop of 2013/14. The primary parasitoid collected during the two crop years was *Copidosoma* sp. In the antibiosis tests, the cultivar Benso 1RR showed a significant effect, providing a longer period for larval development. In the preference test with new leaf, old leaf and soybean pod, the preference of *C. includens* was the old leaf. The preference test showed that there was a consumption of the soybean pods, however it was the least preferred structure. When pod was provided as the only source of food no larval development was observed. The bioassays showed that there are differences in susceptibility among populations, with resistance ratio up to 15.2 and 12.0 times for flubendiamide and methomyl respectively. The diagnostic concentrations that caused 95% mortality of the susceptible population for susceptibility monitoring were 180 mg /l water for flubendiamide and 3.200 mg /l water for methomyl. In order to make a sustainable management of caterpillars in soybean, there is a necessity to incorporate alternatives to reduce the use of synthetic insecticides and thus minimize the harmful effects of its intrinsic use, among them, the mortality of natural enemies and evolution of insect resistance to insecticides.

**Keywords:** Lepidopteran diversity. Natural plant resistance to insects. Insect resistance to insecticides.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Flutuação populacional de lagartas desfolhadoras na safra 2014/15 nas regiões (A) Planalto Sul e (B) Meio Oeste de Santa Catarina. ....64
- Figura 2 – Criação estoque de *Chrysodeixis includens* em laboratório (T= 25 ± 2°C, UR= 60 ± 10% e fotofase= 14 horas). (A) Lagartas nos ínstares iniciais, em potes de 145mL; (B) desenvolvimento larval em potes de 50mL; (C) gaiola com insetos adultos recém-emergidos; (D) gaiola de PVC com insetos adultos acondicionados após cinco dias de idade. Lages, SC, 2016. ....91
- Figura 3 – Unidade experimental do teste com chance de escolha com folhas novas, folhas velhas e vagens oferecidas a *Chrysodeixis includens* de quatro cultivares comerciais de soja em condições de laboratório (T= 25 ± 2°C, UR= 60 ± 10% e fotofase= 14 horas). Em (A) lagartas liberadas no centro da placa e (B) após 24 horas de alimentação. Lages, SC, 2016.....92
- Figura 4 – Unidade experimental do teste sem chance de escolha com *Chrysodeixis includens* em (A) folhas e (B) vagens de quatro cultivares de soja em condições de laboratório (T= 25 ± 2°C, UR= 60 ± 10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016. 93
- Figura 5 – Dano de *Chrysodeixis includens* em vagens de soja após 24 horas de alimentação em teste sem chance de escolha (T=25 ± 2°C, UR= 60 ± 10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016. .... 104

Figura 6 – Porcentagem de vagens danificadas por *Chrysodeixis includens* após 24 horas de alimentação em teste sem chance de escolha em condições de laboratório (T=25 ± 2°C, UR= 60 ± 10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016. .... 105

Figura 7 – Viabilidade de larvas de *Chrysodeixis includens*, alimentadas com folhas e/ou vagens de soja do cultivar NA 5909RG (T=25 ± 2°C, UR= 60 ± 10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016..... 109

Figura 8 – Unidades de bioensaio de ingestão com tratamento superficial em dieta artificial com lagartas de 3° instar de *Chrysodeixis includens* (T=25 ± 2°C, UR= 60% ± 10% e fotoperíodo= 14 horas). Lages, SC, 2016..... 121

Figura 9 – Curvas de concentração-resposta de populações de lagartas de 3° instar de *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo flubendiamida. .... 124

Figura 10 – Curvas de concentração-resposta de populações de lagartas de 3° instar de *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo metomil..... 127

Figura 11 – Sobrevivência de populações de lagartas de 3° instar de *Chrysodeixis includens* à concentração diagnóstica de (A) 180 mg de flubendiamida/L de água e (B) 3.200mg de metomil/L de água em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial. .... 132

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Abundância de lepidópteros em quatro lavouras comerciais de soja no Planalto Sul de Santa Catarina na safra 2013/14, coletados com auxílio de pano de batida (1,0 X 0,5m).  
.....56

Tabela 2 – Abundância de lepidópteros em quatro lavouras comerciais de soja no Planalto Sul de Santa Catarina na safra 2014/15, coletados com auxílio de placa de acrílico branca (0,2 0,2m) até o estágio fenológico V4 e pano de batida (1,0 X 0,5m) até R6.....57

Tabela 3 – Abundância de lepidópteros em quatro lavouras comerciais de soja no Meio Oeste de Santa Catarina na safra 2014/15, coletados com auxílio de placa de acrílico branca (0,2x0,2m) até estágio fenológico V4 e pano de batida (1,0 X 0,5m) até R6. ....58

Tabela 4 – Constância de lepidópteros coletados em lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15 nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina durante a safra 2014/15. ....62

Tabela 5 – Índices ecológicos obtidos em lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15 nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina.....63

Tabela 6 – Número médio de lagartas coletadas em lavouras comerciais de soja com pano de batida na região do Planalto Sul de Santa Catarina na safra 2013/14 no período reprodutivo. ..65

Tabela 7 – Número médio de lagartas coletadas em lavouras comerciais de soja com pano de batida nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina na safra 2014/15.....66

Tabela 8 – Número total de insetos coletados em lavouras comerciais de soja com pano de batida (P) (lagartas) e armadilha tipo delta com feromônio sexual (A) (mariposas) para as subfamílias Plusiinae (*Chrysodeixis includens*), Xyleninae (*Spodoptera frugiperda*) e Heliothinae (*Helicoverpa armigera* e *Heliothis virescens*) (Lepidoptera: Noctuidae) durante a safra 2014/15.....69

Tabela 9 – Número total de lagartas por subfamília (N) e respectivas porcentagens de insetos adultos (A%), mortos por parasitoides (P%), entomopatógenos (I%) ou mortos por motivo desconhecido (M.N%) em lavouras comerciais de soja no Planalto Sul na safra 2013/14.....71

Tabela 10 – Número total de lagartas por subfamília (N) e respectivas porcentagens de insetos adultos (A%), mortos por parasitoides (P%), entomopatógenos (I%) ou mortos por motivo desconhecido (M.N%) em lavouras comerciais de soja no Planalto Sul e Meio Oeste na safra 2014/15.....72

Tabela 11 – Índices ecológicos dos parasitoides de lagartas obtidos em lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15, nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina.....73

Tabela 12 – Parasitoides (Hymenoptera e Diptera) associados a hospedeiros da subfamília Plusiinae e Eulepidotinae (Lepidoptera: Noctuidae, Erebidae) em lavouras comerciais de soja na safra 2013/14 no Planalto Sul de Santa Catarina. ....75

Tabela 13 – Parasitoides (Hymenoptera e Diptera) associados a hospedeiros da subfamília Plusiinae e Eulepidotinae (Lepidoptera: Noctuidae, Erebidae) em lavouras comerciais de soja na safra 2014/15 no Planalto Sul de Santa Catarina. ....76

Tabela 14 – Parasitoides (Hymenoptera e Diptera) associados a hospedeiros da subfamília Plusiinae e Eulepidotinae (Lepidoptera: Noctuidae, Erebidae) em lavouras comerciais de soja na safra 2014/15 no Meio Oeste de Santa Catarina. ....77

Tabela 15 – Constância de espécies de parasitoides de lagartas coletados em lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15 no Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina. ....78

Tabela 16 – Período médio de desenvolvimento da fase imatura de *Chrysodeixis includens* (dias  $\pm$  EP) e consumo médio foliar (CMF) ( $\text{cm}^2 \pm$  EP) em quatro cultivares comerciais de soja em laboratório (T=  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR=  $60 \pm 10\%$  e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.....97

Tabela 17 – Peso médio de larvas aos 13 dias de idade e de pupa com 24 horas de formação (g  $\pm$  EP) de *Chrysodeixis includens* em quatro cultivares comerciais de soja em condições de laboratório (T=  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR=  $60 \pm 10\%$  e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.....98

Tabela 18 – Parâmetros biológicos de adultos de *Chrysodeixis includens* em quatro cultivares comerciais de soja em condições de laboratório (T= $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR=  $60 \pm 10\%$  e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.....99

Tabela 19 – Porcentagem de alimentação ( $\pm$  EP) de *Chrysodeixis includens* em folhas velhas, folhas novas e vagens de soja de quatro cultivares comerciais de soja, em laboratório (T=25  $\pm$  2°C, UR= 60  $\pm$  10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.  
..... 103

Tabela 20 – Estágios larvais (dias  $\pm$  EP) de *Chrysodeixis includens* em folhas durante todo o ciclo larval (F), vagens durante todo o ciclo larval (V), folhas acrescidas de vagens no quinto instar larval (F+V) e folhas substituídas por vagens no quinto instar larval (F/V) no cultivar de soja NA 5909RG (T=25  $\pm$  2°C, UR= 60  $\pm$  10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.  
..... 107

Tabela 21 – Peso médio larval (g  $\pm$  EP) e peso médio pupal de (g  $\pm$  EP) de *Chrysodeixis includens* em folhas durante todo o ciclo larval, vagens durante todo o ciclo larval, folhas acrescidas de vagens no quinto instar larval e folhas substituídas por vagens no quinto instar larval no cultivar de soja NA 5909RG (T=25  $\pm$  2°C, UR= 60  $\pm$  10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.  
..... 110

Tabela 22 – Suscetibilidade de populações de lagartas de 3° instar de *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com o tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo flubendiamida. .... 123

Tabela 23 – Suscetibilidade de populações de lagartas de 3° instar de *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com o tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo metomil..... 126

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Localização geográfica das lavouras comerciais de soja utilizadas no levantamento de lepidópteros e insetos parasitoides durante as safras de 2013/14 e 2014/15 nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina. ....51

Quadro 2 – Composição da dieta artificial utilizada para a criação de *Chrysodeixis includens* em laboratório. Lages, SC, 2016. ....89

Quadro 3 – Procedências das populações de *Chrysodeixis includens* coletadas em lavouras comerciais de soja durante as safras de 2013/14 e 2014/15 nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina. .... 119

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>22</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>24</b>
2.1	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA SOJA.....	25
2.2	INSETOS-PRAGA DA CULTURA .....	27
2.3	PRINCIPAIS LEPIDÓPTEROS PRAGAS.....	29
<b>2.3.1</b>	<b>Lagarta da soja <i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner, 1818 (Lepidoptera: Erebidae).....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Lagarta-falsa-medideira <i>Chrysodeixis includens</i> (Walker, [1848]) (Lepidoptera: Noctuidae).....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.3</b>	<b><i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae).....</b>	<b>32</b>
2.4	MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS.....	33
2.5	CONTROLE BIOLÓGICO DE LEPIDÓPTEROS NA CULTURA DA SOJA.....	36
2.6	RESISTÊNCIA DE PLANTAS A INSETOS .....	39
2.7	CONTROLE QUÍMICO .....	40
2.8	RESISTÊNCIA DE INSETOS A INSETICIDAS .....	41
2.9	PERSPECTIVAS DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS (MIP) NA SOJA .....	43

<b>3</b>	<b>FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE LEPIDOPTEROS E SEUS PARASITOIDES E ENTOMOPATÓGENOS EM LAVOURAS COMERCIAIS DE SOJA NA REGIÃO DO PLANALTO SUL E MEIO OESTE DE SANTA CATARINA.....</b>	<b>45</b>
3.1	RESUMO.....	45
3.2	ABSTRACT .....	46
3.3	INTRODUÇÃO.....	48
3.4	MATERIAL E MÉTODOS .....	50
<b>3.4.1</b>	<b>Descrição dos locais de coleta .....</b>	<b>50</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Abundância de lepidópteros (lagartas e adultos) e inimigos naturais.....</b>	<b>51</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>53</b>
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
<b>3.5.1</b>	<b>Abundância de lepidópteros (lagartas e adultos) em lavouras de soja.....</b>	<b>54</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Correlação entre o pano de batida e o uso de armadilhas com feromônio sexual.....</b>	<b>67</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Abundância de parasitoides associados a lagartas em lavouras de soja.....</b>	<b>70</b>
3.6	CONCLUSÕES .....	80
<b>4</b>	<b>RESISTÊNCIA NATURAL DE CULTIVARES DE SOJA (<i>Glycine max</i>) A <i>Chrysodeixis includens</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).....</b>	<b>83</b>
4.1	RESUMO.....	83
4.2	ABSTRACT .....	84

4.3	INTRODUÇÃO.....	85
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	88
4.4.1	Cultivares de soja.....	88
4.4.2	Criação de <i>Chrysodeixis includens</i> .....	89
4.4.3	Ensaio de preferência de alimentação com e sem chance de escolha .....	91
4.4.4	Ensaio de antibiose com folhas .....	93
4.4.5	Ensaio de antibiose com folhas e vagens de soja.....	95
4.4.6	Análise estatística.....	95
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	96
4.5.1	Ensaio de antibiose com folhas .....	96
4.5.2	Preferência de alimentação com e sem chance de escolha.....	101
4.5.3	Ensaio de antibiose com folhas e vagens.....	105
4.6	CONCLUSÕES .....	111
5	<b>DETECÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA RESISTÊNCIA EM POPULAÇÕES DE <i>Chrysodeixis includens</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) A INSETICIDAS, EM SANTA CATARINA.....</b>	<b>112</b>
5.1	RESUMO.....	112
5.2	ABSTRACT .....	113
5.3	INTRODUÇÃO.....	115
5.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	118
5.4.1	Coleta e criação de <i>Chrysodeixis includens</i> .....	118

<b>5.4.2</b>	<b>Caracterização da suscetibilidade de <i>Chrysodeixis includens</i> .....</b>	<b>119</b>
<b>5.4.3</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>121</b>
<b>5.5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>122</b>
<b>5.6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>134</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>135</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>138</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>170</b>

# 1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja (*Glycine max*) foi introduzida no Brasil em 1882 no estado da Bahia, porém a expansão do seu cultivo no país ocorreu a partir da década de 60, juntamente com a expansão avícola nos estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e para Santa Catarina em especial na região Oeste (CAMPOS, 2010). Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de soja com 96,2 milhões de toneladas, sendo a principal cultura em extensão de área, cultivada em cerca de 32 milhões de hectares que representa o dobro da área cultivada com milho (Conab, 2015; USDA, 2015). A região Sul do Brasil é a segunda principal região produtora de soja, responsável por cerca de 35% da produção brasileira (CONAB, 2015).

A soja processada é destinada para a fabricação de farelos e farinhas, principalmente, para a produção de ração animal e de óleo vegetal. O seu uso na alimentação humana também é crescente, através da fabricação de doces, salgados, pães, leite de soja, entre outras receitas (EMBRAPA SOJA, 2014).

Durante o ciclo de produção da soja há fatores bióticos que comprometem a sua produtividade. Dentre esses fatores, se destaca a ocorrência de insetos considerados nocivos, desde a semeadura até o armazenamento, podendo ser divididos em cinco categorias. A primeira categoria é dos insetos que danificam as raízes e nódulos, como os corós (Coleoptera: Scarabaeidae); a segunda representa os insetos que lesionam as plântulas, hastes e pecíolos da soja, como o bicudo-da-soja *Sternechus subsignatus* Boheman 1836; a terceira é dos insetos que causam desfolha, como a lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner 1818 e lagarta-falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker [1858]); a quarta é dos insetos que se alimentam de vagens e grãos representada por lagartas de *Spodoptera* Spp., lagartas de Heliiothinae e percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) e por fim a quinta categoria

contemplando os insetos considerados pragas de grãos armazenados, como por exemplo, o *Lasioderma serricorne* Fabricius (1792) (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012b; ÁVILA et al., 2013; FORMENTINI et al., 2015).

Dentre os insetos pertencentes à terceira categoria, *A. gemmatalis* foi durante muitos anos considerada a única espécie de inseto desfolhador da soja (MOSCARDI; CARVALHO, 1993; DIDONET et al., 1998 e MARUYA et al., 2001). Porém, após a safra 2003/04 *C. includens* vem frequentemente causando danos econômicos nas lavouras de soja em todo o Brasil, devido principalmente a preferência da lagarta em consumir folhas da parte interior do dossel das plantas de soja, o que dificulta o contato do inseticida na lagarta (CARVALHO et al., 2012) e pelo seu potencial para o desenvolvimento de resistência a inseticidas (BERNARDI et al., 2015; OWEN et al., 2013). Atualmente, a lagarta-falsa-medideira é considerada praga-chave em todos os estados produtores de soja do Brasil (CARVALHO et al., 2012; GUEDES et al., 2015). Anteriormente a este período *C. includens* era considerada praga secundária da soja, por ser controlada naturalmente por inimigos naturais, como parasitoides e fungos entomopatogênicos, porém o uso excessivo de defensivos agrícolas sem o uso do Manejo Integrado de Pragas (MIP) causou a mortalidade dos inimigos naturais e *C. includens* passou a ser considerada praga primária na cultura da soja (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004; SOSA-GÓMEZ, 2015).

Para evitar fracassos no controle de insetos-praga, é necessária a adoção de estratégias de manejo, como a realização do monitoramento de pragas, uso da rotação de inseticidas, utilizar inseticidas seletivos recomendados à cultura e à praga, utilizar cultivares resistentes e outras medidas previstas no (MIP) (GAZZONI, 2012). Porém, geralmente estas medidas não são adotadas e a aplicação de inseticidas se torna a única alternativa devido a sua facilidade (CARVALHO et al., 2012).

O aprimoramento do MIP conhecendo a dinâmica de insetos dentro da lavoura de soja, desde a implantação até a colheita, é de extrema importância para a tomada de decisão e escolha do método mais adequado para o seu controle, bem como a utilização de cultivares menos suscetíveis a pragas e a utilização de produtos inseticidas com eficiência no controle, tornam o cultivo da soja mais lucrativo ao sojicultor, com redução de gastos e danos ambientais, conforme prevê o MIP na cultura da soja (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012b).

Com isto, os objetivos deste trabalho foram conhecer a diversidade de espécies de lepidópteros pragas associadas à cultura da soja, identificar as espécies de parasitoides de lagartas associadas à soja, estudar a suscetibilidade de cultivares comerciais de soja a *C. includens* e a sua suscetibilidade a inseticidas, dando subsídios para o controle de *C. includens* na cultura da soja nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A soja [*Glycine max* (Linnaeus) Merrill] pertence a Classe das Dicotiledôneas, família Fabaceae e subfamília Papionoides e tribo Phaseoleae. É uma planta de 60 a 110cm de altura e com sistema radical pivotante, com raiz principal bem desenvolvida e raízes secundárias em grande número, capazes de realizar simbiose com bactérias *Phisobium japonicum* fixadoras de nitrogênio atmosférico (EMBRAPA SOJA, 2014; MISSÃO, 2006).

As folhas da soja são trifolioladas, com exceção do primeiro par de folhas simples no primeiro nó acima do nó cotiledonar, é uma planta de fecundação autógama, suas flores são de cor branca, roxa ou intermediária. As vagens são verdes quando iniciam o desenvolvimento e evoluem ao marrom quando completamente maduras. As sementes são lisas, contendo de um a cinco sementes no formato elíptico ou

globoso, com tegumento amarelo pálido e com hilo preto. Apresentam ciclo determinado (quando cessa o crescimento após o aparecimento da primeira flor), ciclo indeterminado (quando não cessa o crescimento após o período vegetativo), ou ainda semideterminado (com pouco crescimento após a floração). São divididas em grupo de maturação precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, dependendo do cultivar e da região plantada (EMBRAPA, 2015a; CI-SOJA, 2016).

A fenologia da soja é dividida em estádios vegetativos e reprodutivos de acordo com o seu desenvolvimento (Anexo A) (FEHR; CAVINESS, 1977). A soja é considerada uma planta de dias curtos, ou seja, sensível ao fotoperíodo para iniciar o estágio reprodutivo, com isto os dias longos ira atrasar o início do florescimento e alongar o ciclo, deixando a planta exposta a intempéries ou até inviabilizando o seu cultivo.

Com o resultado da seleção natural, atualmente a soja possui linhagens menos sensíveis ao fotoperíodo, resultando em diferentes grupos de maturidade da soja. No Brasil, o grupo de maturidade varia entre cinco a nove, com grupo cinco para as regiões mais distantes da linha do equador, enquanto que o grupo nove são para regiões de menor latitude. Para a região sul do Brasil o grupo de maturidade recomendado vai de cinco a sete. Desta forma, é possível semear a soja em todo território nacional, fazendo com que o Brasil seja conhecido por ser o país que “tropicalizou” a soja (EMBRAPA, 2015b).

## 2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA SOJA

A soja tem sua origem na região de Manchúria, localizada na China, sendo domesticada a partir do século XI a.C. conforme o livro "Pen Ts'ao Kong Mu" escrito entre 2883 e 2838a.C.. A soja era considerada um grão sagrado, assim como o arroz, o trigo, a cevada e o milheto. Após a domesticação, a soja foi disseminada a partir do século XV pela Europa como curiosidade nos jardins botânicos (EMBRAPA, 2015b).

Em 1739, foi disseminada para a América do Norte e América do Sul. No Brasil, a soja foi trazida dos Estados Unidos pelo professor Gustavo Dutra em 1882 para realização dos primeiros estudos de avaliação de cultivares na escola de Agronomia da Bahia. No entanto, o seu cultivo comercial se iniciou apenas em 1914 no Rio Grande do Sul. Em 1949, se instalou a primeira unidade processadora de soja, com produção de 25.000t, fazendo com que o Brasil fosse reconhecido pela primeira vez nas estatísticas internacionais. Este impulso na produção da soja também foi motivado pela quebra da safra na Rússia e a impossibilidade dos Estados Unidos em suprir a demanda mundial (EMBRAPA SOJA, 2014; MISSÃO, 2006).

Atualmente, a soja é uma “commodity” e é a oleaginosa mais produzida no mundo, com mais de 320 milhões de toneladas. O Brasil é o segundo maior produtor com 96,2 milhões de toneladas, perdendo apenas para os Estados Unidos com uma produção nacional de 106,59 milhões de toneladas na safra 2014/15 (CONAB, 2015; USDA, 2015).

Na safra 2014/15, a área com plantio de soja no mundo foi de 120,9 milhões de hectares. Os Estados Unidos, Brasil e Argentina com 33,8, 32,1 e 20,0 milhões de hectares cultivados respectivamente, são responsáveis por mais de 70% de toda área plantada de soja no mundo (USDA, 2015). No Brasil, a soja é responsável por 58% de toda área plantada com grandes culturas anuais. Já a área plantada no Sul do país corresponde a 11,1 milhões de hectares, com o Rio Grande do Sul, Paraná, e Santa Catarina com aproximadamente 5,2, 5,2 e 0,6 milhões de hectares com soja (CONAB, 2015).

Quanto a composição química, a soja possui 40% de proteínas, 20% de lipídios (óleo), 5% de minerais e 34% de carboidratos (açúcares como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligossacarídeos como rafinose e estaquiose) Saldivar et al. (2011 e Silva et al. (2006). O grão de soja na indústria é utilizado na confecção de farelo para alimentação animal e o subproduto é o óleo cru, que deste são produzidos o óleo refinado e a lecitina

e através destes dois componentes são produzidas uma infinidade de itens (ANEXO B).

## 2.2 INSETOS-PRAGA DA CULTURA

Para garantir a produção na cultura da soja, o agricultor necessita utilizar medidas de controle contra fatores bióticos, com destaque para os insetos-praga que comprometem a produtividade e a qualidade dos grãos e sementes. Formentini et al. (2015) destacam que na Argentina, Brasil, Chile e Uruguai, existem, apenas da ordem Lepidoptera, 69 espécies que consomem a soja durante todo o período no campo. Porém, outras ordens de insetos também estão associadas a soja, como por exemplo, Coleoptera e Hemiptera (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012a).

Os insetos que consomem a raiz e nódulos da soja são incluídos na primeira categoria de pragas, sendo estes das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Hemiptera. No Brasil, se destacam as pragas rizófagas e de hábito subterrâneo, como o complexo de corós (Coleoptera: Scarabaeidae; Melolonthinae) e percevejos de raiz (Hemiptera: Cydnidae) (OLIVEIRA et al., 2012).

A segunda categoria inclui os insetos que consomem plântulas, hastes e pecíolos, com destaque para a ordem Coleoptera, principalmente as famílias Curculionidae e Chrysomelidae e a ordem Lepidoptera, com as famílias Pyralidae, Noctuidae e Tortricidae. Esta categoria de insetos-praga é conhecida como ressurgentes na cultura da soja, principalmente após a expansão da cultura e uso do plantio direto. Nesta categoria, há grande importância econômica o tamanduá-da-soja *Sternechus subsignatus* (Coleoptera: Curculionidae) causando prejuízos em reboleiras no início do ciclo e em alguns casos há necessidade de replantio da soja (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012a).

A ordem Lepidoptera é o principal representante dos organismos que causam danos as folhas, pertencentes à terceira

categoria. Sendo representados, principalmente, pelas famílias Erebidae com *A. gemmatalis* e pela família Noctuidae com as espécies *C. includens* e *Rachiplusia nu.* Além da ordem Lepidoptera, pode ser destacado a ordem Coleoptera com os besouros da família Chrysomelidae. A mosca-branca e os ácaros também são citados por causarem danos as folhas (MOSCARDI, 2012; FORMENTINI et al., 2015).

Na quarta categoria são destacados os organismos que se alimentam de vagens, os insetos pertencentes as ordens Lepidoptera e Coleoptera são confirmados na literatura, causando injúria às vagens, porém o principal grupo de insetos desta categoria são os percevejos (Hemiptera: Heteroptera), principalmente as espécies *Euschistus heros*, *Piezodorus guildinii*, e *Nezara viridula*, pertencentes a família Pentatomidae (PANIZZI et al., 2012).

Insetos que causam injúrias aos grãos ou sementes de soja no armazenamento são considerados como a quinta categoria de insetos. Segundo Gallo et al. (2002) as perdas oriundas do armazenamento podem chegar a 10% do total produzido. Este grupo está representado, principalmente, pelas ordens Coleoptera e Lepidoptera. Para a ordem Coleoptera, as principais espécies que causam danos são *Lasioderma serricorne*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Chyptolestes ferrugineus* e para ordem Lepidoptera as traças *Ephestia kuehniella* e *E. elutella* (LORINI, 2012).

Além dos insetos, Hoffmann-Campo et al. (2012b) destacam também outros artrópodes como, lesmas, caracóis e piolhos de cobra que podem causar injúrias a cultura da soja, porem em menor intensidade.

Moscardi (2012) ainda destaca que os principais insetos na cultura da soja causadores de injúrias que podem acarretar em perdas, são os insetos pertencentes a terceira e quarta categoria, sendo considerados pragas chaves da cultura e a presença destes insetos são constantes ano após ano nos cultivos de soja em todo o Brasil.

## 2.3 PRINCIPAIS LEPIDÓPTEROS PRAGAS

Os principais lepidópteros encontrados na soja são as lagartas *A. gemmatalis*, *C. includens*, *H. armigera* e com menor destaque para o gênero *Spodoptera* e a lagarta da maçã do algodoeiro *Heliothis virescens*, que ocorrem em surtos esporádicos a cultura atualmente (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012a; FORMENTINI et al., 2015; GUEDES et al., 2015).

Estes insetos têm por preferência atacar as folhas da cultura da soja, porém, podem consumir e se desenvolver em outras estruturas como nas vagens a lagarta *Helicoverpa armigera* é um grande exemplo disso (ÁVILA et al., 2013). A fase de desenvolvimento destes insetos que causam danos econômicos a cultura é na fase de lagarta, por serem mastigadores, sendo a maioria pertencente à família Noctuidae.

### 2.3.1 Lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Erebidae)

*Anticarsia gemmatalis* foi por muito tempo referenciada como a principal praga da cultura da soja, mas a sua importância tem sido subestimada em função da elevação do status de praga secundária para praga primária da *C. includens* e com a entrada da *H. armigera* no território nacional (MOSCARDI, 2012; THOMAZONI et al., 2013).

Este inseto passou recentemente por revisão taxonômica. Antigamente era descrito na família Noctuidae e atualmente pertence à família Erebidae, com base nos avanços na biologia molecular (ZAHIRI et al., 2011).

Logo após eclodir, a lagarta de *A. gemmatalis* possui coloração verde e quatro pares de pernas abdominais, sendo duas deles vestigiais e um par anal, e nesta fase se locomovem medindo palmos, sendo geralmente confundidas com a *C. includens* (HOFFMANN et al., 1979). Após 1,5cm as lagartas se locomovem sem medir palmo e podem ser encontradas tanto

com a coloração verde como preta. Sua característica principal nesta fase juvenil é a presença de três listras longitudinais brancas (SOSA-GÓMEZ et al., 2014) e ao completar geralmente seis instares larvais a lagarta entra na fase de pré-pupa (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012a).

Após a pré-pupa, a lagarta entra no período de pupa, preferencialmente no solo, apresentam coloração marrom e dessas pupas emergem os adultos que são chamados de mariposas. 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 (SOSA-GOMEZ et al., 2010).

A temperatura favorável para o adulto é entre 20-30 °C, podendo depositar mais de 400 ovos/fêmea em um período aproximado de 10 dias, com a característica da postura ser de forma isolada (MOSCARDI et al., 1981). O ciclo completo deste inseto é em média de 31 dias quando alimentado com folhas de soja (NANTES et al., 1978).

As principais plantas hospedeiras deste inseto pertencem a família Fabaceae, como a ervilhaca (*Aechnomenes* 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 et al., 2011).

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

Durante muito tempo foi referido por *Pseudoplusia includens*, porém com avanço da biologia molecular, a classificação deste inseto foi reavaliada e alterada para *Chrysodeixis includens* que é a nomenclatura válida atualmente (GOATER et al., 2003).

As lagartas de *C. includens* são facilmente identificadas no campo, pois caminham medindo palmo, devido a presença de

apenas dois pares de pernas abdominais mais a perna anal, com isto é chamada de lagarta-falsa-medideira (SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

Algumas características além do hábito de se locomover medindo palmo são intrínsecas a este lepidóptero, como as posturas de forma isolada na página inferior das folhas e a alimentação do limbo foliar, não consumindo as nervuras centrais, com as injúrias facilmente percebidas através da característica rendilhada da folha (MASCARENHAS; PITRE, 1997; BUENO et al., 2007).

A duração do período imaturo da lagarta-falsa-medideira é de aproximadamente 26 dias, tendo de cinco a sete instares larvais até formar a pupa (MITCHELL, 1967) podendo consumir de 60 a 200 cm<sup>2</sup> de folhas de soja (BUENO et al., 2011). Estes insetos são altamente prolíferos, com a capacidade de uma única fêmea depositar até 1.300 ovos (JENSEN et al., 1974). Também são altamente polípagos, segundo Specht et al. (2015) e Baldin et al. (2014) já foram relatadas 175 espécies de plantas hospedeiras pertencentes a 39 famílias botânicas.

Este inseto é de importância recente na cultura da soja, sendo que até o final da década de 90, raramente causava danos econômicos à cultura. Os surtos populacionais nas lavouras de soja começaram a ocorrer após a safra 2003/04 nos Estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e Paraná. Atualmente a lagarta-falsa-medideira é considerada praga-chave em todos os estados produtores de soja do Brasil (MOSCARDI; CARVALHO, 1993; CARVALHO et al., 2012).

Algumas hipóteses são levantadas para a predominância da lagarta-falsa-medideira em campos de produção de soja. Guedes et al. (2015) descreve a utilização de forma indevida dos inseticidas com aplicações em número acima do recomendado para a cultura e com reduzido sucesso, Moscardi (2008) atribui, a utilização da mistura de inseticidas de amplo espectro com herbicidas para a dessecação da lavoura e após a semeadura da soja, com isto ocorreu a mortalidade dos inimigos naturais. Ou

ainda, à entrada da ferrugem asiática *Phakopsora pachyrhizi* em 2000 no Brasil, que com aplicações sucessivas de fungicidas a fim de controlar essa doença pode ter reduzido a ocorrência natural de fungos entomopatogênicos, como *Nomuraea rileyi*, *Pandora* sp. e *Zoophthora* sp. (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004; SOSA-GÓMEZ, 2005).

### **2.3.3 *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Este inseto é provavelmente originário da costa do Mediterrâneo, sendo conhecido popularmente como “praga do velho mundo”, sendo encontrado na Europa, Ásia, África e Austrália (TAY et al., 2013; CRUZ, 2013). Este inseto é polífago sendo relatado em mais de 100 espécies de plantas, predominantemente das famílias Asteraceae, Fabaceae, Leguminaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae (FITT, 1989).

A Austrália possui desde a safra 1995/1996 um programa para redução do risco de inseticidas, com a utilização principalmente de cultivares de algodão modificado geneticamente, menos suscetíveis a *H. armigera* e uso de vazio sanitário sem a presença de planta hospedeira que possua valor econômico (DOWNES; MAHON, 2012).

No Brasil este inseto é de importância muito recente, sendo anteriormente a Instrução normativa 59/2013 considerado como praga quarentenária ausente (A1) (MAPA, 2013b). O seu primeiro registro oficial foi na safra 2012/13, nos estados de Goiás, Bahia e Mato Grosso, atacando a cultura da soja, plantas tigueras de soja e na cultura do algodoeiro respectivamente Czepak et al. (2013). Atualmente a *H. armigera* é citada no Brasil consumindo também as culturas comerciais como o milho, tomate, trigo, tabaco, batata, hortaliças entre outras (GUEDES et al., 2014).

Fitt (1989) descreveu que o ciclo de ovo a adulto de *H. armigera* varia de 30 a 40 dias, com a passagem por seis ínstares

larvais em condição de laboratório. A lagarta, nos primeiros ínstares larvais, apresenta coloração variando de branco-leitosa a marrom-avermelhada e à medida que cresce apresenta coloração variando do amarelo-palha ao verde.

A mariposa realiza a postura geralmente no período noturno com posturas depositadas de forma isolada, preferencialmente na parte adaxial da folha ou sobre talos, flores, frutos e brotações terminais, com um total de 1000 a 1500 ovos/fêmea (ÁVILA et al., 2013).

## 2.4 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é o manejo que visa lançar mão do uso de diversas técnicas a fim de manter o inseto em nível de não praga e procurando manter o mais próximo possível do equilíbrio ecológico. Técnicas estas que são: reconhecimento da área, monitoramento e nível de ação e estratégias para o controle como: controle biológico, cultivares resistentes, controle químico, entre outras (BUENO et al., 2012).

Para os lepidópteros na cultura da soja, o mais usual é o monitoramento através da utilização do pano-de-batida que poderá ser montado de duas maneiras: pano de batida tradicional (1,0 x 0,5 m) e pano de batida largo (1,0 x 1,4 m) e pano de batida vertical que possui o mesmo tamanho que o pano de batida largo, porem possui em uma das extremidades um tubo de policloreto de polivinila de 100 mm, cortado ao meio longitudinalmente (STÜRMER et al., 2012).

Para o monitoramento são feitas batidas semanais ou quinzenais e anotam-se os insetos encontrados e após atingir o nível de ação deve-se entrar com o controle (BUENO et al., 2012).

Este nível de ação antecede o nível de dano econômico que segundo Stern et al. (1959) é o menor nível populacional de pragas que podem causar dano econômico a cultura de interesse. O nível de ação representa segundo Pedigo; Rice (2009) e

Nakano (2011) o momento economicamente correto para entrar com o controle, evitando perdas e agindo de forma harmoniosa com o ambiente.

Outra possibilidade de monitoramento de pragas em soja é através do uso de feromônios sintéticos para detecção do inseto adulto no campo, sendo utilizado principalmente, no monitoramento de *E. heros*, *C. includens* e *H. armigera* (PIRES et al., 2006; LANDOLT, et al., 2013; SILVA et al., 2014).

O MIP-Soja no Brasil iniciou no ano de 1970, quando se verificou a necessidade de importar modelos desenvolvidos nos Estados Unidos e adaptá-los às condições Brasileiras, considerando os aspectos ecológicos de resistência a pragas, uso de controladores biológicos, sistemas de amostragens, com identificação do nível de controle, controle químico e uso de sistemas e modelagens matemáticas (BUENO et al., 2012).

O projeto piloto foi executado no Rio Grande do Sul com nove campos pareados variando de 10 a 40 hectares em lavouras comerciais. Cada lavoura continha uma área onde foram executadas as práticas do MIP e ao lado o manejo do produtor. O resultado foi uma redução de 78% nas aplicações, mantendo a mesma produtividade (KOGAN et al., 1977).

O sucesso do programa fez na safra 1975/76 ser repetido e novamente com resultado semelhante. Em seguida foram desenvolvidos programas de pesquisa e transferência de tecnologia, envolvendo universidades, institutos e empresas públicas e privadas de pesquisa a fim de gerar conhecimento sobre a praga na biologia, danos e inimigos naturais, visando o aprimoramento do MIP-Soja (BUENO et al., 2012).

Panizzi; Corrêa-Ferreira (1978) e Panizzi et al. (1979) descreveram os índices de desfolha e os danos causados pelos percevejos, servindo de base para a implantação do método do pano de batida para o monitoramento das pragas de soja no Brasil, que é preconizado até os dias atuais.

Após o MIP evoluiu, sendo utilizado para um complexo de pragas e em diversas outras culturas como, o feijão, milho,

grãos armazenados e entre outros e foram incluídas outras táticas como controle cultural e uso de variedades resistentes (RESENDE et al., 2014; WAQUIL, 2014).

Nos anos 80, na safra 1982/83, foi descoberto o vírus da poliedrose (VPN) pertencente ao grupo dos *Baculovirus* um entomopatógeno para o controle da lagarta da soja *A. gemmatalis* (AgMNPV), dando maior suporte ao uso do MIP-Soja no Brasil.

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).

Este nível de ação é questionado por muitos profissionais devido principalmente à alteração no hábito de crescimento da planta passando da utilização de cultivares com hábito determinado para cultivares com hábito indeterminado, com menor porte e ciclo precoce. Porém, Bueno et al. (2013) reavaliaram os valores propostos pelo MIP, verificando sua eficiência ao comparar cultivares de ciclo longo com cultivares de ciclo curto quanto à produtividade entre o manejo proposto pelo MIP, o manejo convencional com uso de calendário e o tratamento controle sem a aplicação de produtos químicos.

Em duas safras, em 2008/09 nos municípios de Castelândia-GO, Santa Helena-GO e em Senador Canedo-GO e 2009/10 nos municípios de Morrinhos-PR e Arapongas-PR, constataram que não houve diferença na produtividade entre o tratamento proposto pelo MIP e a utilização de calendário, com isto o manejo proposto pelo MIP deve ser utilizado pelos agricultores, evitando gastos excessivos para o controle dos insetos e desequilíbrio ambiental (BUENO et al., 2013).

## 2.5 CONTROLE BIOLÓGICO DE LEPIDÓPTEROS NA CULTURA DA SOJA

O controle biológico é ação de organismos vivos se desenvolvendo a partir de outros organismos (BOSCH et al., 1982). Esta forma de controle é a menos agressiva para a manutenção da qualidade ambiental e segurança da saúde humana, pois mantém a sustentabilidade ambiental e a biodiversidade no agro-ecossistema (SIMONATO, et al., 2013). Esta segurança no uso de controladores biológicos vem devido a alguns fatores como: especificidade, não deixar resíduos tóxicos no ambiente e ser atóxico ao homem (JUNIOR; GUARUS, 2011).

Conforme o MIP o controle biológico é dividido em três modalidades sendo o controle biológico natural que visa a preservação dos inimigos naturais presentes na área, controle biológico aplicado que envolve a liberação massal de controladores biológicos a fim de controlar a espécie praga em curto espaço de tempo e controle biológico clássico que se refere à introdução e ao estabelecimento de inimigos naturais exóticos em determinada região (BUENO, et al., 2012).

O controle biológico é dividido entre controle biológico com macroorganismos, sendo realizados, principalmente por pássaros ácaros aranhas e insetos e controle biológico realizado por microorganismos, que é conhecido por controle microbiano que é feito principalmente por fungos, bactérias e vírus (BOSCH et al., 1982).

Quando se trata do controle biológico realizado por macroorganismos, são divididos em parasitoides e predadores que possuem características intrínsecas. Os parasitoides necessitam de apenas um indivíduo para completar o desenvolvimento, são de tamanho igual ou inferior ao tamanho do hospedeiro e se desenvolvem em apenas um período de seu ciclo junto ao hospedeiro. Enquanto que os predadores possuem tamanho superior ao tamanho da presa, necessitam de vários

indivíduos para completar o seu desenvolvimento, podendo ser predador na fase imatura e adulta conforme a espécie (PARRA et al., 2002).

Mundialmente, para o controle de lepidópteros se destacam os parasitoides de ovos *Telenomus remus* e do gênero *Trichogramma*, com liberações massais realizadas na soja para o controle de *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera albula*, *Spodoptera eridania*, *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens* e *Diatraea saccharalis* (BUENO et al., 2012; SIQUEIRA et al., 2012).

Entretanto esta forma de controle ainda é pouco utilizada no Brasil principalmente pelo desconhecimento das suas vantagens, ser um material vivo e de baixo período de “prateleira”, tamanho diminuto, baixa disponibilidade no mercado e muitas vezes o efeito ser de difícil visualização pelo produtor rural (SIMONATO et al., 2013).

O controle microbiano para os lepidópteros na soja também tem grande destaque, sendo apontado principalmente a ação natural do fungo *Nomuraea rileyi* e do baculovírus da poliedrose em *A. gemmatalis* (AgMNPV) (THAKRE et al., 2011; MOSCARDI, 2007).

Moscardi (2007) mencionou que a utilização do AgMNPV foi de até 1,8 milhões de hectares na safra 2003-2004, porém atualmente houve uma redução significativa na sua utilização. Bueno et al. (2012) indicam que atualmente são utilizados em 200 a 300 mil hectares de soja. Fato que se deve principalmente à especificidade no controle do AgMNPV em controlar apenas *A. gemmatalis* e com o aumento da dominância de *C. includens* como praga primária sendo considerada chave em praticamente todo o país, o seu do AgMNPV vem decrescendo, pois, os produtos químicos sintéticos acabam por controlar ambas as pragas em uma mesma aplicação (BUENO et al., 2012).

Paro o controle biológico natural de insetos da subfamília Plusiinae que inclui a *C. includens* na cultura da soja é destacada

principalmente a presença do parasitoide *Copidosoma floridanum* (Hymenoptera: Encyrtidae) que é amplamente estudado no mundo pela sua abundância em lavouras parasitando ovos (LAMPERT; BOWERS, 2010; MURILLO, 2013) e por ser principalmente um parasitoide de ovo-lagarta (LINO-NETO et al., 2000). Esse parasitoide não mata o hospedeiro na fase de ovo, a lagarta hospedeira se desenvolve e, no momento da pré-pupa, o parasitoide mata o hospedeiro e termina o seu ciclo pós-embriônico Lampert; Bowers (2010).

Esta diferença no desenvolvimento do parasitoide está na capacidade de ter o desenvolvimento poliembriônico, sendo sincronizado com o hospedeiro, com isto permite que apenas com um ou dois ovos ovipositados pela fêmea emergjam mais de 1000 micro himenópteros (BAEHRECKE; STRAND, 1990). Murillo (2013) obteve até 1478 micro himenópteros em uma lagarta de *Trichoplusia ni*. Com isto *C. floridanum* apresenta alto potencial reprodutivo para aumentar a sua densidade populacional em curto espaço de tempo (STRAND et al., 1997).

Apesar de ser um excelente controlador biológico este parasitoide apresenta algumas desvantagens para o uso comercial, como por exemplo, alta especificidade a insetos da subfamília Plusiinae e após parasitada a lagarta passa a consumir uma maior quantidade de folhas, acrescentando um instar e dando a impressão ao agricultor de baixa eficiência do controle biológico, com isto o seu benefício fica restrito ao controle biológico natural (BUENO et al., 2012).

Além do *C. floridanum* o parasitoide *Meteorus* sp. é encontrado com frequência em monitoramentos realizados em lavouras comerciais, mas diferente do *C. floridanum* este parasitoide não é poliembriônico e a fêmea adulta deposita seus ovos internamente as lagartas hospedeiras a partir do segundo instar e após desenvolvimento do estágio de imaturo podem emergir até 33 micros himenópteros de uma mesma lagarta Bürgi; Mills (2013). Outra característica deste inimigo natural é o parasitismo em diversas espécies de hospedeiros, como por

exemplo em *C. includens* e *A. gemmatilis* Bell et al. (2000); Bürgi; Mills (2013) e Sobczak et al. (2012). Outras espécies de parasitoides também foram registradas em lagartas coletadas na soja (BUENO et al., 2012) (ANEXO C).

## 2.6 RESISTÊNCIA DE PLANTAS A INSETOS

Painter (1958) definiu a resistência de plantas a insetos como a soma relativa de qualidades hereditárias possuídas pela planta, a qual influencia o resultado do grau de dano que o inseto causa, o que significa que determinadas plantas alcançam maior produção com, em comparação a outros.

A resistência de plantas a insetos é uma das ferramentas do MIP, onde é possível observar diferentes níveis de respostas de cultivares ao ataque de determinado inseto, de modo que diferentes graus de resistência podem ser atribuídos como imunidade, alta resistência, resistência moderada, suscetibilidade e alta suscetibilidade (CHRISPIM; RAMOS, 2007). Podendo ser dividida em três categorias: a resistência do tipo antixenose, quando o cultivar é menos preferido para o consumo ou oviposição do inseto, a antibiose quando o cultivar apresenta algum tipo de composto tóxico ou não palatável a lagarta e a tolerância quando o cultivar se desenvolve mais rápido que o consumo gerado pelo inseto (CHRISPIM; RAMOS, 2007).

O uso da resistência de plantas a insetos traz inúmeras vantagens, como a redução dos insetos a níveis populacionais que não causem danos econômicos as plantas, não alteram o equilíbrio ecológico, não acumula resíduos nos alimentos e no ambiente, é compatível com outros métodos de controle e é de fácil utilização pelo produtor rural (LARA, 1991; VENDRAMIM, 1990).

Para a soja este método é muito promissor. Rose et al. (1989) ao testarem o cultivar de soja PI227687, detectaram resistência do tipo antixenose ao consumo de *C. includens*, com

evidencia principalmente do composto coumestrol, impedindo o desenvolvimento do inseto.

No Brasil, são destacados principalmente trabalhos realizados em soja com desenvolvimento de *A. gemmatalis* (FUGI et al., 2005) e *C. includens* (SCHLICK-SOUZA, 2013) e em feijão com *C. includens* (MORANDO et al., 2015). Porém, ainda há escassez de informações, principalmente para cultivares comerciais e por geralmente não ocasionar a mortalidade direta do inseto ao consumir a cultura e sim por retardar o desenvolvimento do inseto, deixando mais exposto ao ambiente em especial à ação dos inimigos naturais (SIMONATO et al., 2013; PERIOTO et al., 2002).

Outro método promissor no controle de insetos por meio de culturas resistentes é o uso de plantas geneticamente modificadas com inserção de genes que expressam toxinas Cry da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* (Bt). Atualmente no mercado brasileiro estão permitidas para comercialização sementes de algodão, milho e soja transgênicas (CTNBio, 2005, 2010 e 2015).

A soja teve a liberação em 2010 para controle da lagarta da soja *A. gemmatalis*, broca-das-axilas *Crociosema aporema*, lagarta-falsa-medideira *C. includens* e *Rachiplusia nu* (CTNBio, 2010), porém embargos propostos pela China fizeram com que esta tecnologia fosse cultivada a partir da safra 2013/14 (MAPA, 2013a).

## 2.7 CONTROLE QUÍMICO

O controle químico de insetos pode ser definido como o uso de compostos químicos que aplicados de forma direta ou indireta sobre os insetos em concentrações adequadas, provocam a sua morte. No Brasil, o uso do controle químico é regido pela Lei N°7802 de julho de 1989, que autoriza o uso desde a pesquisa até a inspeção e fiscalização dos agrotóxicos empregados na agricultura (MAPA, 1989).

Para o controle químico dos insetos-praga, são utilizados principalmente os grupos químicos dos carbamatos, organofosforados, piretroides, neonicotenoídeos, espinosinas, benzoiluréias, diamidas, entre outros (IRAC, 2016). Conforme o MAPA (2016) estão registrados para o controle de *C. includens* 68 produtos comerciais pertencentes aos grupos químicos organofosforado, piretroide, benzoiluréia, oxadiazina, diamida, carbamato, antranilamida, *Bacillus thuringiensis* e diacilhidrazina.

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. (PICANÇO, 2010).

Devido a estes fatores, o controle químico é amplamente utilizado, sendo atualmente considerado o principal método de controle empregado na agricultura nas culturas comerciais (WERMELINGER; FERREIRA, 2013). 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).

## 2.8 RESISTÊNCIA DE INSETOS A INSETICIDAS

A Organização Mundial de Saúde citada por Croft; Van de Bann (1988) define a resistência como "o desenvolvimento da habilidade em uma população em tolerar doses de um tóxico que seriam letais para a maioria dos indivíduos de uma população normal da mesma espécie". A resistência aos pesticidas é um exemplo de mudança evolucionária onde o pesticida atua como o agente seletivo de indivíduos resistentes

que estão em baixa frequência na população original (CROW, 1957; HARTLEY et al., 2006).

A resistência marca uma mudança na composição genética de uma população em resposta à pressão de seleção que poderá refletir em falhas no controle no campo. A evolução da resistência de artrópodes aos defensivos agrícolas ocorre pelo intenso uso desses produtos, ou seja, em função da pressão de seleção que seleciona os indivíduos resistentes presentes numa população, aumentando sua frequência até ocorrerem falhas no controle. Como consequências da evolução da resistência, inicialmente há o aumento da dose aplicada, seguido pelo aumento no número de aplicações e pôr fim a troca por novos inseticidas (SOSA-GÓMES; OMOTO, 2012).

Essas consequências comprometem o MIP por causa do aumento do custo de produção, impacto ambiental (contaminação do solo, ar e água), social (maior risco à saúde do trabalhador pela maior exposição), além de ser uma solução momentânea, uma vez que com o decorrer do tempo poderá ocorrer a resistência para todos os defensivos agrícolas utilizados (GEORGHIOU, 1986; FFRENCH-CONSTANT; ROUSH, 1990).

O uso de produtos químicos requer atenção, principalmente voltado ao manejo da resistência de insetos aos inseticidas. Este manejo prevê algumas táticas para minimizar o dano ocasionado pela evolução da resistência, diminuindo a vida útil do produto no mercado.

Estas medidas compreendem principalmente: (i) rotação de grupos químicos, desta forma o produto agirá em diferentes sítios do inseto, (ii) uso da dose recomendada, evitando sobre dose ou dose inferior a recomendada e (iii) uso da tecnologia Bt apenas com a implantação da área de refúgio (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012).

No mundo problemas ocorridos em função da resistência de inseticidas são citados, desde o início do uso dos inseticidas, com primeiro relato em 1908 com resistência do piolho-de-são-

josé (*Quadraspidiotus perniciosus*), ao enxofre constatada nos Estados Unidos (MELANDER, 1914).

Atualmente a resistência de insetos a produtos químicos é destacado comumente, como exemplo a Austrália que em 1995 fundou o programa para o controle de *H. armigera* no algodão, com uso de outras técnicas como o uso da tecnologia Bt, área de refúgio, rotação de culturas, vazio sanitário, entre outros evitando a inviabilização do cultivo no país (DOWNES; MAHON, 2012).

Em *C. includens*, Owen et al. (2013) ao testarem diferentes ingredientes ativos, detectaram razão de resistência de aproximadamente 7,5 vezes ao ingrediente ativo clorantraniliprole, detectando início de resistência a este ingrediente ativo.

Para o Brasil na soja são relatados trabalhos de detecção da resistência em *Euschistus heros* ao tiametoxam, lambda-cialotrina e acefato (HUSCH; SOSA-GÓMEZ, 2013), em *A. gemmatalis* ao vírus da poliedrose nuclear (NPV) (ABOT et al., 1996; LEVY et al., 2007), em *S. frugiperda* no milho ao lambda-cialotrina (DIEZ-RODRÍGUEZ; OMOTO 2001), ou ainda em cultivares geneticamente modificados com a presença do gene Cry, como no algodão com *S. frugiperda* e *C. includens* (SORGATTO et al., 2015) e *S. frugiperda* no milho (Storer et al., 2010).

## 2.9 PERSPECTIVAS DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS (MIP) NA SOJA

Para compreender a necessidade do MIP, é necessário voltar ao passado e analisar desde o seu surgimento, onde após a Segunda Guerra Mundial, houve um período de extensa utilização de produtos organossintéticos e em pouco tempo surgiram vários casos de resistência de insetos a inseticidas (GEORGHIOU; SAITO, 1983; BOARETO; BRANDÃO, 2000). A partir desses acontecimentos os entomologistas da

Califórnia, EUA desenvolveram um programa de controle supervisionado de insetos. Utilizando o monitoramento de pragas para determinar a necessidade da pulverização de inseticidas seletivos, ou caso não houvesse, a aplicação de produtos de largo espectro em baixas doses e o uso de técnicas de controle biológico (GAZZONI, 2012).

Em 1972 nos EUA o MIP, foi transformado em política pública e em 1979 foi estabelecido um comitê para avaliar e garantir o desenvolvimento do MIP. No Brasil, apesar dos incentivos a pesquisa e implementação do MIP, não existe uma política pública vigente de estímulo a adoção dessa prática (GAZZONI, 2012).

Ehler e Bottrell (2000) avaliaram um programa ambicioso do Departamento de Agricultura (USDA) e pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) para adoção do MIP, visando a sua implementação em 75% das propriedades rurais americanas, porém, após sete anos os índices ficaram em torno de 4 a 8%, sendo muito distante do proposto inicialmente. Esta dificuldade na adoção é vista no mundo inteiro devido à falta de investimentos em pesquisa e desenvolvimento para embasar os programas de MIP, principalmente em países emergentes como é o caso do Brasil (Way e Van Emden (2000).

Especificamente no Brasil o MIP na cultura da soja teve um pico de adoção na década de 1980, sendo observando um retrocesso na década de 1990 e atualmente está estabilizado a níveis muito baixos, aliado a isto é apontado que os níveis de consumo de inseticidas estão voltando a patamares iniciais vistos na década de 1970 (HOFFMANN-CAMPO et al, 2012b; BNDES, 2014).

O MIP para os próximos anos terá de ser transversal às culturas visto a similaridade dos problemas fitossanitários e pelo fato das pragas estarem se adaptando as culturas em uma estratégia de co-evolução, exigindo a presença constante da pesquisa, extensão e assistência técnica a fim de controlar pragas (GAZZONI, 2012).

### 3 FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE LEPIDOPTEROS E SEUS PARASITOIDES E ENTOMOPATÓGENOS EM LAVOURAS COMERCIAIS DE SOJA NA REGIÃO DO PLANALTO SUL E MEIO OESTE DE SANTA CATARINA

#### 3.1 RESUMO

No Manejo Integrado de Pragas (MIP) um dos parâmetros essenciais é conhecer as espécies pragas e seus inimigos naturais para a melhor decisão de manejo. Com isto os objetivos deste trabalho foram conhecer a diversidade, constância e dominância dos lepidópteros-praga e seus inimigos naturais em lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15 em Santa Catarina. Para isto, foram selecionadas quatro áreas na safra 2013/14 em Lages (L1 e L2), Capão Alto (CA1) e Campo Belo do Sul (CB1) e oito áreas na safra 2014/15 em Lages (L3 e L4), Campo Belo do Sul (CB2 e CB3), Erval Velho (EV1), Joaçaba (J1) e Zortéa (Z1 e Z2). O levantamento foi realizado semanalmente na safra 2013/14 durante o período reprodutivo da cultura e quinzenalmente na safra 2014/15 durante todo o ciclo da soja, realizando o monitoramento até o estágio fenológico V4 com auxílio de uma placa acrílica branca (0,2x0,2 m) e após com pano de batida tradicional (1,0x0,5 m). Na safra 2014/15 foram instaladas em quatro áreas (L3, CB2, EV1 e J1) oito armadilhas delta com piso adesivo e feromônio sexual, sendo duas para cada gênero de lepidóptero (*C. includens*, *Spodoptera* spp., *Helicoverpa* spp. e *Heliothis virescens*). Os pisos adesivos das armadilhas e as lagartas coletadas foram encaminhadas ao laboratório de Entomologia CAV/UEDESC para identificação e desenvolvimento até a emergência dos adultos ou parasitoides. Para diversidade de espécies de lepidópteros e seus parasitoides, os dados foram analisados por estatística descritiva e calculados os índices ecológicos de

Constância (C), Shannon-Weaver (H') e Simpson (D) e para as armadilhas por correlação de Pearson. As lagartas da família Noctuidae foram as mais abundantes durante as duas safras representando 67,1% na safra 2013/14, 57,0 e 90,5% do total de lagartas coletadas para as regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina respectivamente na safra 2014/15, representada pelas subfamílias Xyleninae, Heliiothinae e com predominância de Plusiinae, representando até 87%. A família Erebidae foi a segunda mais coletada nos dois anos com único representante a espécie *A. gemmatalis* com 15,2% na safra 2013/14, 37 e 7,6% do total coletado de lagartas na safra 2014/15. A subfamília Heliiothinae esteve constante (W) na safra 2014/15, porém não ultrapassou 2,7% do total de lagartas coletadas. A utilização de armadilhas quando comparada com o pano de batida apresentou correlação alta apenas para *C. includens* ( $r=0,92$ ). Nas duas safras foram coletados oito gêneros de parasitoides com destaque para o parasitismo natural realizado por *Copidosoma* sp. que representou até 78,9% do total coletado de parasitoides na safra 2014/15 e o índice de lagartas mortas por controladores biológicos (parasitoides + entomopatógenos) representou até 75,5% na safra de 2014/15.

**Palavras-chave:** Manejo Integrado de Pragas, Monitoramento, Controle biológico.

### 3.2 ABSTRACT

#### **POPULATION FLUCTUATION OF LEPIDOPTERAN AND ITS NATURAL ENEMIES IN COMMERCIAL SOYBEAN CROPS AT THE PLATEAU REGION OF SOUTH AND MIDWEST OF SANTA CATARINA**

In the Integrated Pest Management (IPM) one of the essential parameters considered is to discover the pest species and their natural enemies for the best management decision. Thus, the

objectives of this study were to know the diversity, constancy and dominance of lepidopteran pests and their natural enemies in commercial soybean plantations during the crop of 2013/14 and 2014/15 in Santa Catarina. To achieve this, it was selected areas where soybean was grown, four areas in the crop of 2013/14 and eight areas in the crop of 2014/15. In the crop of 2013/2014 the areas were localized in the cities of Lages (L1 and L2), Capão Alto (CA1) and Campo Belo do Sul (CB1). In the crop of 2014/15 the cities evaluated were Lages (L3 and L4), Campo Belo do Sul (CB2 and CB3), Erval Velho (EV1), Joaçaba (J1) and Zortéa (Z1 and Z2). A crop scouting was conducted weekly in the crop of 2013/14 during the reproductive period of the culture and fortnightly in the crop of 2014/15 throughout the whole soybean cycle. To sample it was used a white acrylic plate (0,2x0, 2m) until the V4 growth stage and after with a traditional sampling device (1,0x0,5m). In the crop of 2014/15, it was installed eight delta traps with adhesive floor and sexual pheromone in four areas (L3, CB2, EV1 and J1). It was installed two traps for each species of lepidopteran (*C. includens*, *Spodoptera* spp., *Helicoverpa* spp. and *Heliothis virescens*). Adhesives floors of the traps and the collected caterpillars were carried to the CAV/UDESC entomology laboratory for identification and development until the emergence of adults or parasitoids. To evaluate the diversity of species of Lepidoptera and its parasitoids, it was used descriptive statistics, and the ecological indices of Constance (C), Shannon-Weaver (H') and Simpson (D) were calculated. The traps were analyzed using Pearson correlation. The caterpillars of the Noctuidae family were the most abundant during the two crops years with 67.1% of the total in the crop of 2013/14, 57.0% for the South Plateau region and 90.5% for the Midwest of Santa in the crop of 2014/15, represented by the subfamilies Xyleninae, Heliiothinae with predominance of Plusiinae, representing up to 87%. The Erebidae family was the second most collected in the two years, and the single

representative of it, was the species *A. gemmatalis* with 15.2% in the crop of 2013/14, 37,0 and 7.6% of the total caterpillars collected in the crop of 2014/15. The Heliiothinae subfamily was constant (W) in the crop of 2014/15, nevertheless it did not exceed 2.7% of the total collected caterpillars. The use of traps compared to the sampling device was highly correlated only to *C. includens* ( $r = 0.92$ ). In the two crop years, it was collected eight genera of parasitoids highlighting the parasitism conducted by *Copidosoma* sp. representing up to 78.9% of the total collected parasitoids in the crop of 2014/15. The index of killed caterpillars by biological controllers (parasitoids + entomopathogens) represented 75.5% in the crop of 2014/15.

**Keywords:** Integrated Pest Management, Monitoring, Biological control.

### 3.3 INTRODUÇÃO

Durante o cultivo, a soja é consumida por insetos desde a sementeira até a colheita, dentre os quais pode-se destacar os insetos que consomem as folhas e vagens, como as lagartas (Lepidoptera) e percevejos (Hemiptera) (HOFFMANN CAMPO et al., 2012a).

Formentini et al. (2015), em levantamento realizado na Argentina, Brasil, Chile e Uruguai, destacaram que existem 69 espécies de Lepidoptera que consomem a soja no campo, dentre estas *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens* e *Helicoverpa armigera* merecem maior destaque por ocasionarem injúrias frequentes nas lavouras.

A lagarta-da-soja *A. gemmatalis* e a lagarta-falsa-medideira *C. includens* são consideradas lagartas desfolhadoras presentes na lavoura de soja desde o estágio fenológico V1 até R7 (HOFFMANN CAMPO et al., 2012a). Recentemente, *A. gemmatalis* passou por revisão de nomenclatura zoológica,

sendo agora incluída na família Erebidae (ZAHIRI et al., 2011). Por muito tempo foi considerada a única espécie praga de lagarta desfolhadora da cultura da soja, porém, principalmente, após a safra 2003/04 *C. includens* recebeu maior destaque pela ocorrência de surtos populacionais nos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e Paraná. Atualmente, essa espécie é considerada praga-chave em vários estados produtores de soja no Brasil (CARVALHO et al., 2012).

No Brasil, *H. armigera* era considerada um praga quarentenária ausente (A1), mas na safra 2012/13 foi detectada nos estados de Goiás, Bahia e Mato Grosso, causando danos nas culturas da soja e o algodão Czepak et al. (2013). Assim, desde a publicação da Instrução Normativa n°59 de 18 de dezembro de 2013, deixou de ser considerada uma praga quarentenária ausente (MAPA, 2013b). Em Santa Catarina sua presença foi confirmada em 2013 na região de Campos Novos e capturada em todo estado ainda na mesma safra (CIDASC, 2014a, 2014b; SANTOS, 2015).

A entrada de *H. armigera* no Brasil causou muita euforia, principalmente, por ser uma lagarta extremamente voraz, podendo consumir a vagem da soja, e por ser polífaga sendo registrada em mais de 100 plantas hospedeiras no mundo (FITT, 1989; GUEDES et al., 2014). Desta forma o monitoramento constante da lavoura é fundamental para o reconhecimento e quantificação das espécies presentes para elaborar um plano de redução do nível populacional de pragas (PICANÇO, 2010; FORMENTINI et al., 2015).

Outra importante estratégia no manejo é explorar a presença de inimigos naturais associados às lagartas, principalmente para escolha de defensivos agrícolas mais seletivos a esses organismos benéficos, visando a preservação do controle natural, beneficiando o sojicultor (DO CARMO et al., 2010). Nas lavouras de soja é frequente a presença de inimigos naturais associados às lagartas, já foram registradas 34 espécies de parasitoides ocorrendo de forma natural (Bueno et

al., 2012). Segundo Maruya et al. (2001), em Jaboticabal-SP, até 90% das lagartas coletadas de *A. gemmatalis* estavam parasitadas por parasitoides ou fungos entomopatogênicos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade, constância e dominância de lepidópteros-pragas e seus inimigos naturais em lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15 em Santa Catarina.

## 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.4.1 Descrição dos locais de coleta

A ocorrência de lepidópteros pragas e insetos parasitoides associados a lagartas foi avaliada em lavouras comerciais de soja com cerca de cinco hectares, durante as safras 2013/14 e 2014/15 em Santa Catarina.

Na safra 2013/14 o experimento foi conduzido em quatro lavouras comerciais nos municípios de Lages, Capão Alto e Campo Belo do Sul, pertencentes à região do Planalto Sul. Na safra 2014/15 o levantamento foi realizado em oito lavouras comerciais nos municípios de Lages, Campo Belo do Sul, Erval Velho, Joaçaba e Zortéa, pertencentes ao Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina (Quadro 1). A soja ND 5909RG (Nidera Sementes LTDA, registro número 24590) foi cultivada nessas lavouras comerciais e o manejo de pragas foi realizado conforme os critérios técnicos de cada sojicultor.

Quadro 1 – Localização geográfica das lavouras comerciais de soja utilizadas no levantamento de lepidópteros e insetos parasitoides durante as safras de 2013/14 e 2014/15 nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina.

<b>Municípios</b>	<b>Coordenadas geográficas</b>
2013/14	
Lages (L1 – área 1)	27°52'01.7"S 50°19'28.0"W
Lages (L2 – área 2)	27°48'32.2"S 50°36'45.1"W
Capão Alto (CA1 – área 1)	27°55'18.4"S 50°33'50.5"W
Campo Belo do Sul (CB1 – área 1)	27°53'38.6"S 50°39'40.8"W
2014/15	
Lages (L3 – área 3)	27°52'18.0"S 50°18'03.1"W
Lages (L4 – área 4)	27°52'32.6"S 50°18'18.1"W
Campo Belo do Sul (CB2 – área 2)	27°53'35.3"S 50°39'43.0"W
Campo Belo do Sul (CB3 – área 3)	27°53'52.2"S 50°39'22.9"W
Erval Velho (EV1 – área 1)	27°13'35.8"S 51°27'33.9"W
Joaçaba (J1 – área 1)	27°11'42.5"S 51°34'35.1"W
Zortéa (Z1 – área 1)	27°25'26.8"S 51°33'10.8"W
Zortéa (Z2 – área 2)	27°25'56.8"S 51°31'31.7"W

Fonte: Próprio autor.

### **3.4.2 Abundância de lepidópteros (lagartas e adultos) e inimigos naturais**

Na safra 2013/14, as lavouras comerciais foram avaliadas semanalmente a partir do período de florescimento no estágio fenológico R1 (FEHR; CAVINESS, 1977). O levantamento de insetos foi realizado em 15 pontos de amostragens aleatórios por lavoura, com auxílio de um pano de batida entomológico de (1,0 x 0,5 m), sendo estendido nas entrelinhas da soja.

Durante a safra 2014/15, o levantamento foi realizado a cada quinze dias a partir do estágio fenológico V1 (FEHR; CAVINESS, 1977) em 18 pontos de amostragens aleatórios por lavoura, conforme a recomendação de Stürmer et al. (2013). Até o estágio V4, devido a quantidade reduzida de folhas, o

levantamento de lepidópteros foi realizado com auxílio de uma placa de acrílico branca (0,2 x 0,2 m) com a “batida” de todas as plantas de soja em dois metros lineares. Posteriormente, foi utilizado o pano de batida entomológico de (1,0 x 0,5 m), sendo estendido nas entre linhas da soja.

Nessa safra, para as lavouras localizadas em Lages – área 3, Campo Belo do Sul – área 2, Erval Velho – área 1 e Zortéa – área 1 foram instaladas duas armadilhas do tipo delta por lavoura para cada feromônio sintético recomendado para a captura de adultos de *C. includens* (Bio Pseudoplusia®; acetato de Z-7 Dodecenila; Fuji Flavor Co., Ltd.), *Spodoptera frugiperda* (Bio Spodoptera®; acetato de (Z)-11-Hexadecenila, acetato de (Z)-7-dodecenila, acetato de (Z)-9-tetradecenila; Chem Tica Internacional S.A.), *Helicoverpa* spp. (Bio Helicoverpa®; (Z)-11-hexadecenal, (Z)-9-Hexadecenal; Chem Tica Internacional S.A.) e *Heliothis virescens* (Bio Heliothis®; (Z)-11-Hexadecenal, (Z)-9-Hexadecenal; Chem Tica Internacional S.A.).

Em ambas as safras, as lagartas coletadas foram individualizadas em recipientes de 145 mL com tampa, contendo dieta artificial a base de feijão, adaptada de Greene et al. (1976), fechadas com tampa acrílica transparente e acondicionadas em sala climatizada à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $60 \pm 10\% \text{UR}$  e fotofase de 14 horas. Diariamente, foi observado o desenvolvimento das lagartas até a fase adulta, avaliando a presença de parasitoides, lagartas infectadas por entomopatógenos ou mortas por motivo desconhecido.

Após a emergência, as mariposas foram identificadas baseadas em bibliografia especializada (SOSA-GÓMEZ et al., 2014; ÂNGULO et al., 2006; HOLLOWAY et al., 1992). Os parasitoides emergidos foram acondicionados em tubos de microcentrifugação contendo álcool 70% e depositados no Museu de Entomologia da Universidade do Estado de Santa

Catarina para posterior identificação a nível de espécie por especialista da área.

### 3.4.3 Análise estatística

Os dados de levantamento populacional de lepidópteros e seus inimigos naturais (parasitoides e entomopatógenos) foram submetidos a análise descritiva proposta por Ferreira (2005), conforme a safra e a região de estudo.

Os índices de riqueza e diversidade de espécies foi analisada, a partir dos parâmetros de Constância (C), índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e índice de dominância de Simpson (D).

A Constância mede o quanto uma espécie está presente em uma área estudada, em relação ao total de áreas avaliadas, podendo ser classificada em constante (W) para uma espécie que está presente em mais de 50% das áreas estudadas, acessória (Y) para a presença entre 25 e 50% e acidental (Z) para a espécie que teve frequência inferior a 25% (SILVEIRA-NETO; NAKANO, 1976).

$$C = \frac{p \times 100}{N}$$

Onde C é a Constância, p é o número de áreas com a espécie i e, N é o número total de áreas.

O índice de Shannon-weaver (H') mede o grau de incerteza em prever a qual espécie pertence um indivíduo, desta maneira, quanto menor o índice de Shannon, menor a incerteza, podendo-se concluir que a diversidade da amostra é baixa (URAMOTO et al., 2005).

$$H' = - \sum_1^S (p_i \times \ln p_i)$$

Onde: H' é o índice de Shannon, S é o número total de espécies amostradas,  $p_i$  é a abundância relativa da espécie i,

obtida pela relação ( $p_i = n_i/N$ ), N é o número total de indivíduos e ln é o logaritmo de base neperiana.

O índice de Simpson (D) mede a probabilidade de dois indivíduos capturados ao acaso pertencerem a mesma espécie. Este índice varia de 0 a 1, com valor 1 indicando alta diversidade de espécies na área estudada (URAMOTO et al., 2005).

$$D = \sum_1^S p_i^2$$

Os índices foram calculados pelo software gratuito DivEs (Diversidade de Espécies) (Versão 3.0), descrito por Rodrigues (2015).

Para avaliar a correlação entre os dados obtidos pelo levantamento realizado com o uso do pano de batida e o das armadilhas com feromônio na mesma área foi estimada a correlação de Pearson (r) entre esses dois métodos de amostragens de pragas (LOPES, 2006), com auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

$$r_{x,y} = \frac{\text{COV}(x, y)}{S_x S_y}$$

Onde:  $r_{x,y}$  é a análise de correlação simples, com  $\text{cov}(x,y)$  sendo a covariância das variáveis x e y e  $S_x S_y$  sendo o produto dos desvios-padrão.

## 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.5.1 Abundância de lepidópteros (lagartas e adultos) em lavouras de soja

Durante as safras 2013/14 e 2014/15 foram coletadas 158 e 919 lagartas provenientes de quatro e oito lavouras comerciais de soja, respectivamente, pertencentes a três famílias (Noctuidae, Erebidae e Geometridae).

A principal família encontrada nos dois anos de estudo foi Noctuidae, com as subfamílias Plusiinae, Xyleninae e Heliiothinae representando 67,1% do total coletado na safra 2013/14 no Planalto Sul, 57,0 e 90,5% na safra 2014/15 no Planalto Sul e Meio Oeste, respectivamente. A família Erebidae com a subfamília Eulepidotinae esteve presente com 15,2% do total de lagartas coletadas na safra 2013/14, 37,0 e 7,6% na safra 2014/15 no Planalto Sul e Meio Oeste, respectivamente. Essa espécie foi coletada principalmente no Planalto Sul, representando até 44,8% do total de lagartas coletadas no município de Lages área 1 na safra 2013/14.

Para a família Geometridae, representado pela subfamília Ennominae foi encontrado apenas um representante na safra 2014/15 na região do Planalto Sul. Lourenção (1980) já indicava a presença da família Geometridae em lavouras de soja, porém estudos realizados por Silva (1977), Moscardi; Carvalho (1993), Didonet et al. (1998) e Maruya et al. (2001) demonstraram a baixa prevalência ou não captura deste grupo de insetos nos campos de produção de soja devido a sua provável baixa adaptação na cultura.

Para as subfamílias encontradas neste trabalho, a predominância foi de Plusiinae com média de 65,2% e 49,9% para o Planalto Sul nas safras 2013/14 e 2014/15, respectivamente, e 87,0% no Meio Oeste na safra 2014/15, com a captura das espécies *C. includens* e *Rachiplusia nu* (Tabelas 1, 2 e 3). Devido a semelhança morfológica dessas duas espécies na fase larval, apenas 28,9% dos indivíduos capturados foram identificados após atingirem a fase adulta. Houve predominância da *C. includens* (96,2%), enquanto que *R. nu* foi capturada apenas na safra 2014/15 no Planalto Sul com cinco insetos na área 4 de Lages e um inseto em Campo Belo do Sul na área 2.

Tabela 1 – Abundância de lepidópteros em quatro lavouras comerciais de soja no Planalto Sul de Santa Catarina na safra 2013/14, coletados com auxílio de pano de batida (1,0 X 0,5m).

Taxon	L1 <sup>1</sup>		L2		CA1		CBI		N Total <sup>3</sup>	%
	N <sup>2</sup>	%	N	%	N	%	N	%		
Noctuidae	11	37,9	7	70,0	75	98,7	13	27,1	106	67,1
Plusiinae <sup>3</sup>	9	31,0	7	70,0	75	98,7	12	25,0	103	65,2
Xyleninae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,1	1	0,6
<i>Spodoptera</i> spp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,1	1	0,6
Heliothinae	2	6,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,3
<i>Helicoverpa armigera</i>	2	6,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,3
Erebidae	13	44,8	0	0,0	0	0,0	11	22,9	24	15,2
<i>Anticarsia gemmatilis</i>	13	44,8	0	0,0	0	0,0	11	22,9	24	15,2
Outros (Não identificados)	1	3,4	3	30,0	1	1,3	23	47,9	28	17,7
Total	25	100,0	10	100,0	76	100,0	47	100,0	158	100,0

<sup>1</sup>Áreas: L1 – Lages área 1; L2 – Lages área 2; CA1 – Capão Alto área 1; CBI – Campo Belo do Sul área 1; <sup>2</sup>N – Número de lagartas por lavoura; <sup>3</sup>Plusiinae – *Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu*.

Tabela 2 – Abundância de lepidópteros em quatro lavouras comerciais de soja no Planalto Sul de Santa Catarina na safra 2014/15, coletados com auxílio de placa de acrílico branca (0,2 0,2m) até o estágio fenológico V4 e pano de batida (1,0 X 0,5m) até R6.

Táxon	L3 <sup>1</sup>		L4		CB2		CB3		N Total <sup>3</sup>	%
	N <sup>2</sup>	%	N	%	N	%	N	%		
Noctuidae	91	61,9	119	61,0	24	51,1	13	30,2	247	57,0
Plusiinae <sup>3</sup>	87	59,2	104	53,3	15	31,9	10	23,3	216	49,9
Xyleninae	4	0,0	13	6,7	9	19,1	3	7,0	29	6,7
<i>Spodoptera eridania</i>	2	1,4	7	3,6	9	19,1	0	0,0	18	4,2
<i>Spodoptera frugiperda</i>	2	1,4	2	1,0	0	0,0	3	7,0	7	1,6
<i>Spodoptera cosmioides</i>	0	0,0	4	2,0	0	0,0	0	0,0	4	0,9
Heliothinae	0	0,0	2	1,0	0	0,0	0	0,0	2	0,5
<i>Helicoverpa armigera</i>	0	0,0	2	1,0	0	0,0	0	0,0	2	0,5
Erebidae	50	34,0	73	36,9	20	42,6	17	39,5	160	37,0
<i>Anticarsia gemmatilis</i>	50	34,0	73	36,9	20	42,6	17	39,5	160	37,0
Geometridae	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2
Geometridae - morfospécie 1	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2
Outros (Não identificados)	5	3,4	4	2,0	3	6,4	13	30,2	25	5,8
Total	147	100,0	196	100,0	47	100,0	43	100,0	433	100,0

<sup>1</sup>Áreas: L3 – Lages área 3; L4 – Lages área 4; CB2 – Campo Belo do Sul área 2; CB3 – Campo Belo do Sul área 3; <sup>2</sup>N

– Número de lagartas por lavoura; <sup>3</sup>Plusiinae – *Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu.*

Tabela 3 – Abundância de lepidópteros em quatro lavouras comerciais de soja no Meio Oeste de Santa Catarina na safra 2014/15, coletados com auxílio de placa de acrílico branca (0,2x0,2m) até estádio fenológico V4 e pano de batida (1,0 X 0,5m) até R6.

Táxon	EV1 <sup>1</sup>		J1		Z1		Z2		N Total	%
	N <sup>2</sup>	%	N	%	N	%	N	%		
Noctuidae	207	93,7	92	81,4	61	88,7	80	95,0	440	90,5
Plusiinae <sup>3</sup>	203	91,9	91	80,5	54	87,1	75	93,8	423	87,0
Xyleminae	3	1,4	0	0,0	1	1,6	0	0,0	4	0,8
<i>Spodoptera eridania</i>	0	0,0	0	0,0	1	1,6	0	0,0	1	0,2
<i>Spodoptera frugiperda</i>	3	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,6
<i>Spodoptera cosmioides</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Heliothinae	1	0,5	1	0,9	6	0,0	5	1,3	13	2,7
<i>Helicoverpa armigera</i>	1	0,5	1	0,9	6	0,0	5	1,3	13	2,7
Erebidae	8	3,6	20	17,7	5	8,1	4	5,0	37	7,6
<i>Anticarsia gemmatilis</i>	8	3,6	20	17,7	5	8,1	4	5,0	37	7,6
Outros (Não identificados)	6	2,7	1	0,9	2	3,2	0	0,0	9	1,9
Total	221	100,0	113	100,0	68	100,0	84	100,0	486	100,0

<sup>1</sup>Áreas: EV1 – Erval Velho área 1; J1 – Joaçaba área 1; Z1 – Zortéa área 1; Z2 – Zortéa área 2; <sup>2</sup>N - Número de lagartas por lavoura; <sup>3</sup>Plusiinae – *Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu.*

Em levantamentos recentes de pragas na cultura da soja indicam a predominância de Plusiinae (MOSCARDI, 2008; JÚNIOR et al., 2010) e diferem de trabalhos anteriores, como os descritos por Silva (1977), Moraes et al. (1991), Didonet et al. (1998), Maruya et al. (2001) e Didonet et al. (2003) em que a principal subfamília de inseto praga na cultura da soja foi a Eulepidotinae.

Segundo Moraes et al. (1991) a baixa incidência de lagartas de Plusiinae no Rio Grande do Sul possivelmente foi devida a alta prevalência natural de entomopatógenos como os fungos entomopatogênicos *Nomuraea rileyi*, *Pandora* sp. e *Zoophthora* sp. realizando o controle desses insetos.

Atualmente, a mortalidade dos controladores biológicos naturais é a principal hipótese para o aumento da presença de Plusiinae. Guedes et al. (2015) destacaram a utilização de inseticidas de forma indevida com aplicações acima do recomendado para a cultura e com reduzido sucesso. Moscardi (2008) cita o uso de inseticidas de amplo espectro, juntamente com herbicidas utilizados para a dessecação da lavoura contribuindo para o desequilíbrio biológico, com a morte de parasitoides e predadores. A entrada da ferrugem asiática *Phakopsora pachyrhizi* no Brasil em 2000 fez com que aumentasse o uso de fungicidas na cultura para o controle dessa doença, o que pode também ter promovido o aumento da mortalidade de controladores biológicos, principalmente dos entomopatógenos (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004; SOSA-GÓMEZ et al., 2005).

Uma outra hipótese é baseada no comportamento da espécie quanto a sua distribuição vertical na planta de soja. As lagartas da subfamília Plusiinae têm o hábito de permanecerem na parte inferior do dossel, ficando assim menos expostas a aplicação de inseticidas, dessa forma, haveria maior dificuldade para o seu controle (CARVALHO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013; GUEDES et al., 2015).

Para os representantes da subfamília Xyleninae foram coletadas lagartas do gênero *Spodoptera* que representaram na média 0,6% no Planalto Sul na safra 2014/15, 6,7 e 0,8% no Planalto Sul e Meio Oeste respectivamente, para a safra 2014/15. As principais espécies capturadas foram *S. eridania*, *S. frugiperda* e *S. cosmioides*. Apesar da baixa captura, foi observado um aumento principalmente no Planalto Sul e que pode estar relacionado com uma possível seleção deste complexo de insetos oriundos de lavouras vizinhas com o cultivo da soja geneticamente modificada pela inserção do gene Cry1Ac, pois esta tecnologia não controla essas espécies de insetos (CTNBio, 2011; GUEDES et al., 2015). Bernardi et al. (2014) verificaram a mortalidade de 50,0, 12,3 e 8,6% das lagartas *S. frugiperda*, *S. eridania* e *S. cosmioides* respectivamente, quando alimentadas com dieta artificial contendo a proteína Cry1Ac, indicando baixa ação dessa tecnologia para o controle dessas espécies.

Porém, outros autores também descrevem a baixa prevalência do gênero *Spodoptera* nas lavouras de soja devido à presença de compostos antixenóticos que impedem o desenvolvimento da lagarta, causando a sua mortalidade (BOIÇA JÚNIOR et al., 2015a, 2015b; SOUZA et al., 2012, 2014).

A lagarta *Helicoverpa armigera*, subfamília Heliothinae, após a sua introdução no Brasil foi apontada como uma importante praga da cultura da soja (ÁVILA et al., 2013; CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013 GRIGOLLI, 2014), no entanto nas safras 2013/14 e 2014/15 esta espécie representou no máximo 2,7% dos indivíduos capturados, indicando uma possível baixa adaptação deste inseto em lavouras comerciais de soja em Santa Catarina. Segundo Guedes et al. (2015) na safra 2013/14 a *H. armigera* representou até 2% das lagartas presentes em lavouras de soja, corroborando com os resultados deste trabalho.

Para os índices ecológicos nas duas safras avaliadas, os insetos de Plusiinae e *A. gemmatalis* foram considerados constantes (W), com exceção da *A. gemmatalis* na safra 2013/14 na região do Planalto Sul, porém este resultado pode ter sido afetado pela baixa ocorrência de insetos nas lavouras estudadas e pelo levantamento ter sido realizado apenas no estágio reprodutivo (Tabela 4).

Júnior et al. (2010) e Wiest; Barreto (2012), ao monitorarem lavouras de soja nos estados de Roraima e Mato Grosso, respectivamente, nos estádios vegetativo e reprodutivo, também observaram que as espécies *C. includens* e *A. gemmatalis* foram constantes e Chiaradia et al. (2011) no estado de Santa Catarina, verificaram que apenas *A. gemmatalis* foi constante.

Para o gênero *Spodoptera* foi coletado apenas um indivíduo na safra 2013/14, com isto seu aparecimento foi acessório (Y), porém na safra 2014/15 *S. eridania* e *S. frugiperda*, mesmo representando 4,2 e 1,6% do total coletado respectivamente, foram capturadas constantemente (W) (Tabela 4), diferindo de trabalhos anteriores em que este grupo foi classificado como acessória na lavoura de soja (JÚNIOR et al., 2010; WIEST; BARRETO, 2012).

Estes mesmos autores confirmaram que as espécies *S. cosmioides* e a subfamília Geometridae são de baixa ocorrência ou nula, o que corrobora com o resultado encontrado neste trabalho em que esses insetos foram classificados como captura acidental (Z) (Tabela 4).

A subfamília Heliothinae, representada por *Helicoverpa armigera*, esteve constante (W) no Meio Oeste, porém apareceu de forma acessória (Y) e acidental (Z) no Planalto Sul nas safras 2013/14 e 2014/15, respectivamente. Mesmo estando constante em todas as áreas avaliadas, a coleta desta subfamília foi baixa.

Tabela 4 – Constância de lepidópteros coletados em lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15 nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina durante a safra 2014/15.

Insetos	N <sup>1</sup>	(%)	Constância <sup>2</sup>
Planalto Sul (2013/14)			
Plusiinae	103	100	W
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	24	50	Y
<i>Helicoverpa armigera</i>	2	25	Y
<i>Spodoptera</i> spp.	1	25	Y
Total	130		
Planalto Sul (2014/15)			
Plusiinae <sup>3</sup>	216	100	W
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	160	100	W
<i>Spodoptera eridania</i>	18	75	W
<i>Spodoptera frugiperda</i>	7	75	W
<i>Spodoptera cosmioides</i>	4	25	Z
Geometridae - morfoespécie 1	1	25	Z
<i>Helicoverpa armigera</i>	2	25	Z
Total	408		
Meio Oeste (2014/15)			
Plusiinae <sup>3</sup>	423	100	W
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	37	100	W
<i>Helicoverpa armigera</i>	13	100	W
<i>Spodoptera frugiperda</i>	3	25	Z
<i>Spodoptera eridania</i>	1	25	Z
Total	477		

<sup>1</sup>N Número de insetos capturados; <sup>2</sup>W – Constante (>50%); Y – Acessória (25-50%); Z – Acidental (<25%). <sup>3</sup>Plusiinae – *Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu*.

No Planalto Sul, na safra 2014/15 foi encontrada a maior diversidade de espécies de insetos-praga coabitando a mesma lavoura, com destaque para a área 4 de Lages onde foi observado até sete espécies de lepidópteros, já no Meio Oeste as lavouras apresentaram em média apenas três espécies de lepidópteros por área (Tabela 5), este fato pode estar associado, principalmente,

a paisagem agrícola da região Meio Oeste que apresenta uma agricultura mais intensiva, sendo responsável aproximadamente por 10% da produção de soja catarinense (EPAGRI, 2015).

Essa observação colabora com o cálculo do índice de Simpson, que foi maior na região do Meio Oeste, variando de 0,69 a 0,89, enquanto que na região do Planalto Sul variou entre 0,33 e 0,50 para a safra 2013/14. Quanto mais próximo de 1,0, maior é a dominância de uma única espécie (URAMOTO, 2005), conforme ocorreu na safra 2013/14 nas áreas 2 de Lages e 3 de Capão Alto que tiveram a presença de uma única espécie avaliada.

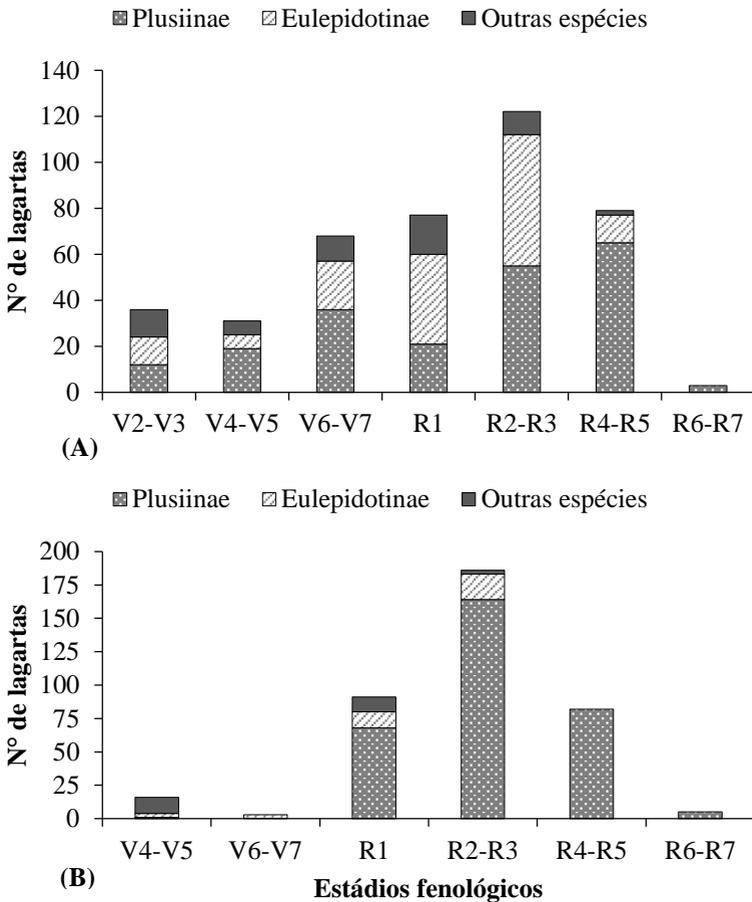
Tabela 5 – Índices ecológicos obtidos em lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15 nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina.

Áreas <sup>1</sup>	S <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	H <sup>3</sup>	D <sup>4</sup>
Planalto Sul (2013/14)				
Lages – área 1	3	25	0,39	0,42
Lages – área 2	1	10	0,00	1,00
Capão Alto – área 1	1	76	0,00	1,00
Campo Belo do Sul – área 1	3	47	0,32	0,51
Total	4			
Planalto Sul (2014/15)				
Lages – área 3	4	147	0,36	0,50
Lages – área 4	7	196	0,48	0,41
Campo Belo do Sul – área 2	4	47	0,49	0,33
Campo Belo do Sul – área 3	3	43	0,40	0,42
Total	7			
Meio Oeste (2014/15)				
Ervál Velho – área 1	4	221	0,11	0,89
Joaçaba – área 1	3	113	0,22	0,69
Zortéa – área 1	3	68	0,16	0,81
Zortéa – área 2	3	84	0,11	0,88
Total	5			

<sup>1</sup>S – Quantidade de espécies; <sup>2</sup>N – Número de insetos; <sup>3</sup>H<sup>3</sup> – Índice de Shannon- Weaver; <sup>4</sup>D – Índice de Simpson.

No período vegetativo da cultura da soja, a quantidade de lagartas coletadas foi inferior que no período reprodutivo, principalmente nas lavouras comerciais da região do Meio Oeste (Figura 1). Destaca-se a captura de insetos da subfamília Plusiinae e Eulepidotinae principalmente no estágio R1-R5 (FEHR; CAVINESS, 1977).

Figura 1 – Flutuação populacional de lagartas desfolhadoras na safra 2014/15 nas regiões (A) Planalto Sul e (B) Meio Oeste de Santa Catarina.



Durante o período vegetativo na safra 2014/15, o número médio de lagartas por pano de batida variou entre 0,00 a 2,11, enquanto que no período reprodutivo foi de 0,00 a 5,72 lagartas por pano de batida (Tabelas 6 e 7). Estes baixos valores encontrados por pano de batida corroboram com Silva et al. (1977), Moraes et al. (1991), Didonet et al. (1998) e Júnior et al. (2010), que também encontraram valores médios inferiores ao recomendado para o controle de lagartas na soja, que seria de 20 lagartas por pano de batida para insetos desfolhadores (BUENO et al., 2013).

Carvalho et al. (2012) e Osteen et al. (2012) ainda descrevem que no estágio vegetativo, devido a menor estatura e preenchimento da entrelinha da soja, o organismo alvo fica mais exposto a ação do controle químico, conseqüentemente, maior a possibilidade de sucesso no controle.

Tabela 6 – Número médio de lagartas coletadas em lavouras comerciais de soja com pano de batida na região do Planalto Sul de Santa Catarina na safra 2013/14 no período reprodutivo.

Estádios	L1 <sup>1</sup>	L2	CA1	CB1
R1	0,47	0,26	0,60	2,53
R2-R3	0,20	0,20	1,47	0,27
R4-R5	1,00	0,07	1,53	0,13
R6	0,00	0,13	-	0,00
R7	0,00	0,00	1,47	0,20

<sup>1</sup>L1 – Lages área 1; L2 – Lages área 2; CA1 – Capão Alto área 1; CB1 – Campo Belo do Sul área 1.

Tabela 7 – Número médio de lagartas coletadas em lavouras comerciais de soja com pano de baúda nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina na safra 2014/15.

Estádios	Planalto Sul					Meio Oeste		
	L3 <sup>1</sup>	L4	CB2	CB3	EV1	J1	Z1	Z2
V2-V3	0,28	0,39	0,50	-	-	-	-	-
V4-V5	0,83	1,17	-	0,11	0,56	-	-	0,33
V6-V7	0,22	2,11	0,00	-	0,00	-	-	0,17
V11	-	-	0,78	0,33	0,28	0,28	-	-
R1	-	2,06	0,06	1,83	5,72	2,28	0,89	1,33
R2-R3	3,06	2,83	0,89	0,00	5,17	2,17	0,28	1,17
R4-R5	3,11	0,89	0,28	0,11	0,28	1,56	2,61	1,67
R6-R7	0,11	0,00	0,06	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00

U3 – Lages área 3; L4 – Lages área 4; CB2 – Campo Belo do Sul área 2; CB3 – Campo Belo do Sul área 3; EV1 – área 1; J1 – Joacaba área 1; Z1 – Zortéa área 1; Z2 – área 2.

Esses baixos valores também podem ser reflexos da eficácia do manejo de pragas implementado pelo agricultor. Nessas áreas foi adotado o uso de inseticidas como principal método de controle sem o emprego da amostragem de pragas para tomada de decisão.

No entanto, esses dados reforçam a hipótese de que o uso excessivo de inseticidas nessas lavouras pode acelerar o processo de evolução da resistência de praga aos inseticidas (SOSA-GÓMEZ, 2014; SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012), conforme verificado por Owen et al. (2013) em *C. includens* na região de Tchula no Mississippi para o inseticida clorantraniliprole, foi detectada razão de resistência de 7,4 vezes.

### **3.5.2 Correlação entre o pano de batida e o uso de armadilhas com feromônio sexual**

A subfamília Plusiinae obteve a maior quantidade de indivíduos coletados no pano de batida e na armadilha com feromônio sexual (Tabela 8). O índice de correlação de Pearson ( $r$ ) entre esses dois métodos de amostragem de pragas foi de 0,92, 0,85 e 0,78 para as regiões de Lages – área 3, Campo Belo do Sul – área 2 e Zortéa – área 1, respectivamente. Conforme Filho e Júnior (2009) quando o índice é superior a 0,5 a correlação é considerada alta. Na lavoura de soja de Erval Velho – área 1, este índice foi de -0,05 para a subfamília Plusiinae, não apresentando correlação.

Para a subfamília Xyleninae, houve captura expressiva de mariposas nas armadilhas com feromônio sexual, porem o mesmo não foi verificado no levantamento com o pano de batida (Tabela 8), conseqüentemente o índice de correlação de Pearson foi de -0,61, -0,49 e 0,22 para Lages – área 3, Campo Belo do Sul – área 2 e Erval Velho – área 1, respectivamente e para Zortéa – área 1 não pode ser aplicado porque não houve captura das lagartas da subfamília Xyleninae nas plantas de soja. Estas

mariposas capturadas possivelmente foram provenientes de lavouras de milho próximas a área de soja estudada, devido à grande capacidade de voo deste inseto (ROJAS et al., 2004) ou ainda provenientes de plantas de milho guaxas presentes junto a soja.

A subfamília Heliiothinae, representada por armadilhas de *Heliothis virescens* e *Helicoverpa* spp., tanto no levantamento com o pano de batida como na armadilha com feromônio sexual foi pouco coletada. Para *H. virescens*, foi coletado apenas uma mariposa na armadilha em Zortéa – área 1 e nenhuma no pano de batida. Para *Helicoverpa* spp., as mariposas identificadas pertenciam a espécie *Helicoverpa armigera* com capturas variando de zero a seis insetos, com exceção da região de Erval Velho – área 1 que capturou 16 mariposas nos estádios R2-R3, porém a quantidade de indivíduos encontrados com pano de batida nesta área foi de apenas um inseto durante todo o ciclo da cultura (Tabela 8). Com isto o índice de correlação de Pearson para Heliiothinae não pode ser aplicado nas áreas de Lages – área 3 e Campo Belo do Sul – área 2 e não apresentou correlação para as áreas de Erval Velho – área 1 e Zortéa – área 1 com -0,20 e 0,33, respectivamente. Esses dados reforçam a hipótese de baixa prevalência dessa espécie nas lavouras comerciais de soja estudadas (GUEDES et al., 2014).

A partir desses resultados pode-se destacar que esses dois métodos de amostragens de pragas devem ser utilizados pelo agricultor. As armadilhas com feromônio sexual devem ser utilizadas, principalmente, para verificar a presença das espécies de lepidópteros nas áreas de soja. Enquanto o uso do pano de batida deve ser usado, principalmente, para quantificar a presença de lagartas e garantir maior segurança na recomendação do uso do controle químico (THOMAZINI, 2012; MEAGHER et al., 2008; GUEDES et al., 2015).

Tabela 8 – Número total de insetos coletados em lavouras comerciais de soja com pano de batida (P) (lagartas) e armadilha tipo delta com feromônio sexual (A) (mariposas) para as subfamílias Plusiinae (*Chrysodeixis includens*), Xyleninae (*Spodoptera frugiperda*) e Heliothinae (*Helicoverpa armigera* e *Heliothis virescens*) (Lepidoptera: Noctuidae) durante a safra 2014/15.

Estádio	Plusiinae		Xyleninae		Heliothinae	
	P	A	P	A	P	A
Lages – área 3	7	0	2	5	0	0
V2-V3						
V4-V5	3	0	0	10	0	0
V6-V7	3	0	0	9	0	0
R2-R3	25	1	0	13	0	0
R4-R5	47	10	0	14	0	1
R6-R7	2	0	0	6	0	0
Campo Belo do Sul – área 2						
V6-V7	2	0	1	29	0	3
R1	3	0	1	5	0	1
R2-R3	5	3	7	1	0	0
R4-R5	4	1	0	4	0	0
R6-R7	1	0	0	30	0	1
Erval Velho – área 1	0	0	3	1	0	0
V4-V5						
V6-V7	0	0	0	0	0	0
V11	2	0	0	0	1	0
R1	103	1	0	0	0	1
R2-R3	88	35	0	49	0	16
R4-R5	5	63	0	1	0	1
R6-R7	5	40	0	21	0	1
Zortéa – área 1	2	0	0	0	6	1
R1						
R2-R3	5	4	0	6	0	1
R4-R5	47	10	0	0	0	1*
R6-R7	0	6	0	7	0	3

\**Heliothis virescens*

### **3.5.3 Abundância de parasitoides associados a lagartas em lavouras de soja**

Para as lagartas que, ao longo do desenvolvimento, estavam infectadas por patógenos não foi possível identificar com segurança qual foi o controlador biológico entomopatogênico que causou a morte da lagarta, com isto neste trabalho foi descrito apenas por “lagartas infectadas”.

Durante as safras 2013/14 e 2014/15, foram obtidas oito espécies de parasitoides das ordens Hymenoptera e Diptera em 69 e 301 lagartas parasitadas por insetos, principalmente na subfamília Plusiinae com 63,4% do total coletado no Planalto Sul na safra 2013/14 e 51,2 e 39,5% no Planalto Sul e Meio Oeste, respectivamente, na safra 2014/15 (Tabelas 9, 10 e 11). Os dados observados foram semelhantes com os coletados por Luna; Sanchez (1999) que relataram parasitismo de 51,6% e por Maruya et al. (2001) com parasitismo de até 62,7% em Plusiinae.

Para a subfamília Eulepidotinae, o índice de parasitismo neste trabalho foi de 15,4% na safra 2013/14 no Planalto Sul e na safra 2014/15 foi de 7,9 e 21,9% no Planalto Sul e Meio Oeste, respectivamente (Tabelas 9 e 10), sendo inferior aos resultados observados por Luna; Sanchez (1999) e Maruya et al. (2001) com 50% e 52,5% de parasitismo natural na subfamília Eulepidotinae respectivamente.

Entre as áreas avaliadas, as que apresentaram maior ação do controle biológico natural (parasitoides e entomopatógenos) foram Capão Alto e Erval Velho com 69,7% e 75,5% do total coletado nas safras 2013/14 e 2014/15 respectivamente. Em ambas as lavouras foram coletadas a maior quantidade de lagartas com predominância da subfamília Plusiinae, conseqüentemente estas áreas foram as que obtiveram os maiores índices de dominância de Simpson para os parasitoides com 0,57 e 0,74 (Tabelas 9, 10 e 11).

Tabela 9 – Número total de lagartas por subfamília (N) e respectivas porcentagens de insetos adultos (A%), mortos por parasitoides (P%), entomopatógenos (I%) ou mortos por motivo desconhecido (M.N%) em lavouras comerciais de soja no Planalto Sul na safra 2013/14.

Áreas <sup>1</sup>	Plusiinae						Eulepidotinae					T(P+I) <sup>2</sup> %
	N <sup>2</sup>	A% <sup>3</sup>	P% <sup>4</sup>	I% <sup>5</sup>	M.N% <sup>6</sup>	N	A%	P%	I%	M.N%		
L1	9	33,3	66,7	0,0	0,0	13	38,5	30,8	0,0	30,8	40,0	
L2	7	14,3	71,4	0,0	14,3	0	-	-	-	-	60,0	
CA1	75	8,0	65,3	4,0	22,7	0	-	-	-	-	69,7	
CB1	12	8,3	50,0	8,3	33,3	11	18,2	0,0	0,0	81,8	14,9	
Total	103	16,0	63,4	3,1	17,6	24	64,2	15,4	0,0	56,3	46,2	

<sup>1</sup>Áreas: L1 – Lages área 1; L2 – Lages área 2; CA1 – Capão Alto área 1; CB1 – Campo Belo do Sul área 1; L3 – Lages área 3; L4 – Lages área 4; CB2 – Campo Belo do Sul área 2; CB3 – Campo Belo do Sul área 3; EV1 – área 1; J1 – Joaçaba área 1; Z1 – Zortéa área 1; Z2 – área 2; <sup>2</sup>T(P+I) – Total de lagartas parasitadas + lagartas infectadas.

Tabela 10 – Número total de lagartas por subfamília (N) e respectivas porcentagens de insetos adultos (A%), mortos por parasitoides (P%), entomopatogênicos (I%) ou mortos por motivo desconhecido (M.N%) em lavouras comerciais de soja no Planalto Sul e Meio Oeste na safra 2014/15.

Áreas	Plusiinae					Eulepidotinae					T (P+I) <sup>2</sup> %
	N <sup>2</sup>	A% <sup>3</sup>	P% <sup>4</sup>	I% <sup>5</sup>	M.N% <sup>6</sup>	N	A%	P%	I%	M.N%	
<b>Planalto Sul</b>											
L3	87	19,5	41,4	23,0	16,1	50	42,0	14,0	8,0	36,0	46,9
L4	104	16,3	43,3	21,2	19,2	73	35,6	6,8	16,4	41,1	57,8
CB2	15	26,7	40,0	13,3	20,0	20	35,0	5,0	15,0	45,0	10,9
CB3	10	10,0	80,0	0,0	10,0	17	5,9	5,9	0,0	88,2	6,1
Total	216	18,1	51,2	14,4	16,3	160	29,6	7,9	9,9	52,6	30,4
<b>Meio Oeste</b>											
EV1	203	40,9	49,3	3,0	6,9	8	37,5	12,5	25,0	25,0	75,5
J1	91	28,6	50,5	8,8	12,1	20	30,0	50,0	5,0	15,0	44,9
Z1	54	11,1	37,0	22,2	29,6	5	40,0	0,0	40,0	20,0	23,1
Z2	75	46,7	21,3	14,7	17,3	4	25,0	25,0	25,0	25,0	19,7
Total	423	31,8	39,5	12,2	16,5	37	33,1	21,9	23,8	21,3	40,8

¹Áreas: L1 – Lages área 1; L2 – Lages área 2; CA1 – Capão Alto área 1; CBI – Campo Belo do Sul área 1; L3 – Lages área 3; L4 – Lages área 4; CB2 – Campo Belo do Sul área 2; CB3 – Campo Belo do Sul área 3; EV1 – área 1; J1 – Joaçaba área 1; Z1 – Zortéa área 1; Z2 – área 2; <sup>2</sup>T(P+I) – Total de lagartas parasitadas + lagartas infectadas.

Tabela 11 – Índices ecológicos dos parasitoides de lagartas obtidos em lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15, nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina.

Áreas	S <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	H <sup>3</sup>	D <sup>4</sup>
Planalto Sul (2013/14)				
Lages – área 1	5	10	0,59	0,17
Lages – área 2	3	10	0,39	0,40
Capão Alto – área 1	5	43	0,38	0,57
Campo Belo do Sul – área 1	3	6	0,44	0,27
Total	7	69	1,80	1,40
Planalto Sul (2014/15)				
Lages – área 3	6	43	0,41	0,50
Lages – área 4	6	50	0,58	0,35
Campo Belo do Sul – área 2	4	7	0,55	0,19
Campo Belo do Sul – área 3	7	9	0,82	0,06
Total	8	109	2,37	1,09
Meio Oeste (2014/15)				
Erval Velho – área 1	4	99	0,23	0,74
Joaçaba área 1	7	56	0,54	0,43
Zortéa – área 1	4	20	0,44	0,38
Zortéa – área 2	4	17	0,38	0,51
Total	7	192	1,60	2,06

<sup>1</sup>S – Quantidade de espécies; <sup>2</sup>N – Número de insetos; <sup>3</sup>H' – índice de Shannon-Weaver; <sup>4</sup>D – índice de Simpson.

Para as lagartas coletadas na safra 2013/14 apenas 16 e 64,2% de Plusiinae e Eulepidotinae, respectivamente, alcançaram a fase adulta. Na safra 2014/15 foi verificado novamente este baixo desenvolvimento até a fase adulta com 18,1 e 31,8% para Plusiinae e 29,6 e 33,1% para Eulepidotinae nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste respectivamente (Tabelas 9 e 10). Estes resultados reforçam a importância do controle biológico natural em lavouras comerciais de soja no estado de Santa Catarina, principalmente para a subfamília Plusiinae. Possivelmente esta predominância de parasitoides é devido a utilização de produtos químicos modernos e mais

seletivos a inimigos naturais (DO CARMO et al., 2010; SIMONATO et al., 2013; BUENO et al., 2012).

O parasitoide *Copidosoma* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) foi o principal parasitoide capturado na subfamília Plusiinae, considerado constante (W) nas amostragens. Do total de parasitoides coletados, representou 67,7% na safra 2013/14, 64,2% e 78,9% no Planalto Sul e Meio Oeste, respectivamente, na safra 2014/15 (Tabelas 12, 13, 14 e 15). Colomo et al. (2009) detectaram até 66,7% de lagartas Plusiinae parasitadas por *Copidosoma floridanum* em lavoura comercial de soja na Argentina.

As espécies de *Copidosoma* spp. são amplamente estudadas pela sua abundância (LAMPERT; BOWERS, 2010; MURILLO, 2013), por ser um parasitoide de ovo-lagarta (mata o hospedeiro no final do ciclo), possui desenvolvimento poliembriônico que permite que de um ou dois ovos ovipositados pela fêmea adulta saiam mais de 1.000 micro himenópteros adultos (BAEHRECKE; STRAND, 1990; LINO-NETO et al., 2000).

No Brasil, foram registradas as espécies *C. floridanum*, *C. bakeri*, *C. desantisi*, *C. koehlerii*, *C. silverstrii* e *C. truncatellun*, principalmente, parasitando ovos de lepidópteros, porém podem parasitar também ovos de coleópteros (*C. bakeri*, *C. floridanum*), hemípteros (*C. floridanum*) e himenópteros (*C. koehlerii*) (NHM, 2015). Na cultura da soja destaca-se *C. floridanum* geralmente parasitando ovos de Plusiinae (BUENO et al., 2012), por possuir desenvolvimento poliembriônico este parasitoide tem um grande potencial para aumento populacional em pouco tempo (STRAND et al., 1997). Murillo (2013) em seu trabalho com *C. floridanum* obteve até 1478 micro himenópteros de apenas uma lagarta hospedeira de *Trichoplusia ni*.

Tabela 12 – Parasitoídes (Hymenoptera e Diptera) associados a hospedeiros da subfamília Plusiinae e Eulepidotinae (Lepidoptera: Noctuidae, Erebidae) em lavouras comerciais de soja na safra 2013/14 no Planalto Sul de Santa Catarina.

Parasitoídes	L1 <sup>1</sup>		L2		CAI		CBI		N Total	%
	N <sup>2</sup>	%	N	%	N	%	N	%		
<b>Plusiinae</b>										
<i>Copidosoma</i> sp.	3	50,0	6	60,0	32	74,4	3	50,0	44	67,7
<i>Meteorus</i> sp.	2	33,3	3	30,0	5	11,6	1	16,7	11	16,9
Tachinidae	0	0,0	0	0,0	4	9,3	0	0,0	4	6,1
<i>Cotesia</i> sp.	0	0,0	1	10,0	0	0,0	2	33,3	3	4,6
<i>Microcharops</i> sp.	1	16,7	0	0,0	1	2,3	0	0,0	2	3,1
<i>Campopleis</i> sp.	0	0,0	0	0,0	1	2,3	0	0,0	1	1,5
Total	6	100,0	10	100,0	43	100,0	6	100,0	65	100,0
<b>Eulepidotinae</b>										
Tachinidae	2	50,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	50,0
<i>Aleiodes</i> sp.	1	25,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	25,0
<i>Microcharops</i> sp.	1	25,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	25,0
Total	4	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,00	4	100

<sup>1</sup>Áreas: L1 – Lages área 1; L2 – Lages área 2; CAI – Capão Alto área 1; CBI – Campo Belo do Sul área 1. <sup>2</sup>N

– Número de lagartas parasitadas.

Tabela 13 – Parasitoides (Hymenoptera e Diptera) associados a hospedeiros da subfamília Plusiinae e Eulepidoinae (Lepidoptera: Noctuidae, Erebidae) em lavouras comerciais de soja na safra 2014/15 no Planalto Sul de Santa Catarina.

Parasitoides	L3 <sup>1</sup>		L4		CB2		CB3		N Total	%
	N <sup>2</sup>	%	N	%	N	%	N	%		
Plusiinae										
<i>Copidosoma</i> sp.	29	80,6	28	62,2	2	33,3	2	25,0	61	64,2
Tachinidae	0	0,0	6	13,3	0	0,0	2	25,0	8	8,4
<i>Medeorus</i> sp.	5	13,9	7	15,6	3	50,0	0	0,0	15	15,8
<i>Cotesia</i> sp.	1	2,8	2	4,4	1	16,7	1	12,5	5	5,3
<i>Conobregma</i> sp.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	12,5	1	1,1
<i>Microcharops</i> sp.	0	0,0	2	4,4	0	0,0	1	12,5	3	3,2
<i>Campopleis</i> sp.	1	2,8	0	0,0	0	0,0	1	12,5	2	2,1
Total	36	100,0	45	100,0	6	100,0	8	100,0	95	100,0
Eulepidoinae										
<i>Medeorus</i> sp.	5	71,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	35,7
<i>Microcharops</i> sp.	1	14,3	3	0,0	1	0,0	0	0,0	5	35,7
<i>Aleiodes</i> sp.	1	14,3	2	40,0	0	0,0	1	100,0	4	28,6
Total	7	100,0	5	40,0	1	0,0	1	100,0	14	100,0

<sup>1</sup>Áreas: L3 – Lages área 3; L4 – Lages área 4; CB2 – Campo Belo do Sul área 2; CB3 – Campo Belo do Sul área 3. <sup>2</sup>N – Número de lagartas parasitadas.

Tabela 14 – Parasitoides (Hymenoptera e Diptera) associados a hospedeiros da subfamília Plusiinae e Eulepidotinae (Lepidoptera: Noctuidae, Erebidae) em lavouras comerciais de soja na safra 2014/15 no Meio Oeste de Santa Catarina.

Parasitoides	EV1 <sup>1</sup>		J1		Z1		Z2		N Total	%
	N <sup>2</sup>	%	N	%	N	%	N	%		
Plusiinae										
<i>Copidosoma</i> sp.	85	86,7	36	78,3	9	45,0	12	75,0	142	78,9
<i>Tachinidae</i>	5	5,1	4	8,7	1	5,0	1	6,3	11	6,1
<i>Medeotus</i> sp.	7	7,1	1	2,2	9	45,0	3	18,8	20	11,1
<i>Microcharops</i> sp.	1	1,0	3	6,5	0	0,0	0	0,0	4	2,2
<i>Campletis</i> sp.	0	0,0	2	4,3	1	5,0	0	0,0	3	1,7
Total	98	100,0	46	100,0	20	100,0	16	100,0	180	100,0
Eulepidotinae										
<i>Tachinidae</i>	1	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	8,3
<i>Medeotus</i> sp.	0	0,0	5	50,0	0	0,0	0	0,0	5	41,7
<i>Aleiodes</i> sp.	0	0,0	1	10,0	0	0,0	0	0,0	1	8,3
<i>Microcharops</i> sp.	0	0,0	3	30,0	0	0,0	1	100,0	4	33,3
<i>Cotesia</i> sp.	0	0,0	1	10,0	0	0,0	0	0,0	1	8,3
Total	1	100,0	10	100,0	0	0,0	1	100,0	12	100,0

<sup>1</sup>Áreas: EV1 – Erval Velho área 1; J1 – Joaçaba área 1; Z1 – Zortéa área 1; Z2 – área 2. <sup>2</sup>N – Número de lagartas parasitadas.

Tabela 15 – Constância de espécies de parasitoides de lagartas coletados em lavouras comerciais de soja nas safras 2013/14 e 2014/15 no Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina.

Insetos	N <sup>1</sup>	(%)	Constância <sup>2</sup>
Planalto Sul (2013/14)			
<i>Copidosoma</i> sp.	44	100	W
<i>Meteorus</i> sp.	11	100	W
Tachinidae	6	50	Y
<i>Cotesia</i> sp.	3	50	Y
<i>Microcharops</i> sp.	3	50	Y
<i>Campoletis</i> sp.	1	25	Z
<i>Aleiodes</i> sp.	1	25	Z
Total	69		
Planalto Sul (2014/15)			
<i>Copidosoma</i> sp.	61	100	W
Tachinidae	20	50	Y
<i>Meteorus</i> sp.	8	75	W
<i>Microcharops</i> sp.	8	100	W
<i>Cotesia</i> sp.	5	100	W
<i>Campoletis</i> sp.	2	50	Y
<i>Aleiodes</i> sp.	4	75	W
<i>Conobregma</i> sp.	1	25	Z
Total	109		
Meio Oeste (2014/15)			
<i>Copidosoma</i> sp.	142	100	W
Tachinidae	25	100	W
<i>Meteorus</i> sp.	5	100	W
<i>Microcharops</i> sp.	12	50	Y
<i>Cotesia</i> sp.	1	25	Z
<i>Campoletis</i> sp.	3	50	Y
<i>Aleiodes</i> sp.	4	50	Y
Total	192		

N<sup>1</sup> Número de insetos capturados; <sup>2</sup>W – Constante (<50%); Y – Acessória (50-25%); Z – Acidental (<25%).

Em segundo apareceram os parasitoides da ordem Diptera família Tachinidae, parasitando lagartas de Plusiinae e Eulepidotinae na safra 2013/14, representando 6,1 e 50% do

total coletado para Plusiinae e Eulepidotinae respectivamente (Tabela 12). Já na safra 2014/15 este parasitoide no Planalto Sul apareceu apenas associado a subfamília Plusiinae com 8,4%, já no Meio Oeste este parasitoide ocorreu tanto em Plusiinae como em Eulepidotinae com 6,1 e 8,3%, respectivamente, (Tabelas 13 e 14). Colomo et al. (2009) ao avaliarem o parasitismo natural em lavouras de soja na Argentina, verificaram resultado semelhante com até 47,4% das lagartas parasitadas por insetos da família Tachinidae.

*Meteorus* sp. (Hymenoptera: Braconidae) também se destacou nas duas safras, sendo considerado constante (W) (Tabela 15). Para a safra 2013/14, ocorreu na subfamília Plusiinae com 16,9% (Tabela 12). Para a safra 2014/15 no Planalto Sul este parasitoide ocorreu em Plusiinae e Eulepidotinae, em 15,8 e 35,7% das lagartas respectivamente, no Meio Oeste esteve em 11,1 e 33,3% das lagartas respectivamente (Tabelas 13 e 14). Este parasitoide nem sempre é observado em lavouras de soja (Colomo et al., 2009; Perioto et al., 2002). Porém Cabello et al. (1989) descreveu este parasitoide em soja sobre o hospedeiro *Thichoplusia orichalcea* na Espanha.

Durante as duas safras também foram encontradas outras importantes espécies de parasitoides das famílias Braconidae e Ichneumonidae, consideradas constantes (W) conforme a área avaliada, como os parasitoides *Microcharops* sp., *Cotesia* sp. e *Aleiodes* sp. ou ainda ocorrendo em menor percentual durante o ciclo da cultura (*Conobregma* sp.) (Tabela 15). Na safra 2014/15 foram encontradas duas lagartas de Xyleninae e uma de Heliiothinae parasitadas por *Campoletis* sp., indicando o parasitismo deste parasitoide nestas subfamílias. Também foi observado a presença de um caso de parasitismo múltiplo entre a espécie *Copidosoma* sp. e um parasitoide da família Tachinidae na safra 2013/14 e um caso de superparasitismo ligado a família Tachinidae, porém em ambos os casos não houve a emergência dos parasitoides adultos.

Embora a hipótese anteriormente levantada de uso excessivo de inseticidas nas lavouras estudadas para explicar o baixo número de lagartas por pano de batida, nesse caso reforça a hipótese do uso de inseticidas seletivos, devido a diversidade de parasitoides e alto índice da ação desses agentes controladores atuando naturalmente em lavouras comerciais de soja. No entanto, o uso não racional de inseticidas sem as premissas do MIP, como o monitoramento das espécies pragas e aplicação de inseticidas apenas quando for atingido o nível de controle ainda pode levar a morte dos inimigos naturais e acelerar a evolução da resistência, comprometendo a qualidade do ambiente, a segurança alimentar, a saúde do homem e proporcionando aumento no custo de controle (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012b).

### 3.6 CONCLUSÕES

- As lagartas da família Noctuidae predominaram em todas as lavouras comerciais avaliadas nas duas safras estudadas.
- As lagartas da subfamília Plusiinae, foram consideradas constante (W) em todas as áreas avaliadas nas duas safras, com maior captura no estágio reprodutivo e a principal espécie coletada foi a *Chrysodeixis includens*.
- A família Erebidae representada pela subfamília Eulepidotinae, com único representante encontrado a *A. gemmatalis*, foi a segunda família mais abundante nas duas safras avaliadas.
- A participação da subfamília Xyleninae, na composição de lagartas foi maior na segunda safra avaliada com destaque para *S. eridania* e *S. frugiperda* que estiveram constantes (W) no Planalto Sul.

- A lagarta *H. armigera* (Noctuidae: Heliothinae) foi constante (W) na Região do Meio Oeste na safra 2014/15, porém nas duas safras avaliadas representou menos de 3% do total de indivíduos coletados.
- Foi verificado uma maior diversidade de espécies de lepidópteros na região do Planalto Sul, com até sete espécies coabitando a mesma lavoura no município de Lages – área 4, podendo ser atribuído ao cultivo menos intensivo desta região.
- O uso de armadilhas com feromônio sexual e a amostragem com pano de batida apresentou alta correlação de Pearson para Plusiinae, porém não apresentou correlação para Heliothinae e Xyleninae, possivelmente devido à baixa quantidade desses insetos nas lavouras de soja.
- O controle biológico natural (parasitoides e entomopatógenos) representou até 75,5% no controle dos lepidópteros pragas.
- A principal subfamília afetada pelo controle biológico natural, realizado pelos parasitoides foi Plusiinae com controle de até 80% das lagartas capturadas, sendo parasitada principalmente por *Copidosoma* sp.
- O parasitoide de ovo-lagarta *Copidosoma* sp. foi constante (W) durante as safras 2013/14 e 2014/15, principalmente relacionado ao controle biológico de insetos da subfamília Plusiinae.
- A subfamília Erebidae foi afetada pelo parasitismo natural com até 30,8% das lagartas capturadas estando

parasitadas, sendo principalmente relacionado ao controle biológico por insetos da família Tachinidae.

## 4 RESISTÊNCIA NATURAL DE CULTIVARES DE SOJA (*Glycine max*) A *Chrysodeixis includens* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

### 4.1 RESUMO

A soja é mundialmente conhecida sendo uma importante fonte de proteína vegetal, seu uso está relacionado principalmente ao fornecimento de farelo para nutrição animal e produção de óleo para utilização humana. O Brasil é o segundo maior produtor desse grão, sendo responsável por cerca de 30% do total produzido no mundo, porem para conseguir produzir a soja o produtor, necessita de aplicações de produtos inseticidas na lavoura para o controle de insetos-pragas. Este uso em excesso gera grandes problemas como a degradação ambiental, a ressurgência de pragas, resistência dos insetos aos inseticidas, além de prejudicar a saúde do produtor rural. Com isto este trabalho teve por objetivo avaliar os cultivares comerciais BR36, ND 5909RG, BMX TurboRR e Benso 1RR na biologia de *C. includens*, verificando se há resistência da planta ao inseto, em (i) ensaio de antibiose, durante o período larval, (ii) preferência de consumo em folhas novas folhas velhas e vagens de soja em testes com e sem chance de escolha e (iii) desenvolvimento larval nas estruturas folha e/ou vagem de soja. Para o ensaio de antibiose foi verificada diferença no cultivar Benso 1RR com alongamento no período larval e de ovo-adulto com 22,2 e 29,7 dias, respectivamente, e aumento no consumo foliar com 198,6cm<sup>2</sup>. Para a fase adulta não foi verificado diferença entre as cultivares, nos parâmetros testados. No teste com e sem chance de escolha foi verificado diferença estatística entre o consumo de folha nova e folha velha e entre a folha e a vagem, com a vagem sendo a estrutura menos consumida. Para o terceiro experimento foi verificado o consumo de *C. includens* em vagens de soja, porem quando fornecida como único alimento não permitiu o desenvolvimento da lagarta, ocorrendo 100% de

mortalidade e quando fornecida como único alimento a partir do quinto instar larval provocou mortalidade de 88%.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; Manejo Integrado de Pragas; Resistencia natural de plantas a insetos.

## 4.2 ABSTRACT

### **NATURAL RESISTANCE OF SOYBEAN CULTIVARS (*Glycine max*) TO *Chrysodeixis includens* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Soybean is known worldwide to be an important source of vegetable protein, its use is mainly related to the supply of bran for animal nutrition and production of oil for human use. Brazil is the second largest producer of this grain, accounting for about 30% of total production in the world, however in order to cultivate soybean, the farmer needs the application of insecticides in the field for the control of insect pests. This excessive use generates big problems such as environmental degradation, the resurgence of pest resistance of insects to insecticides, and damage to the health of farmers. Thus, this study aimed to assess whether the commercial cultivars BR36, ND 5909RG, BMX TurboRR and Benso 1RR have antibiosis or antixenosis effect in *C. includens*. It was analyzed if there is plant resistance to the insect, in (i) antibiosis test, during the larval cycle, (ii) consumer preference for new leaf, old leaf and soybean pod in free-choice and no-choice tests and (iii) larval development in leaves and / or soybean pod. For the antibiosis test, statistical difference was noticeable in the cultivar Benso 1RR, stretching larval stage for 22.2 days, egg-adult to 29.7 days, accompanied by a higher leaf consumption (198,6cm<sup>2</sup>). In the adult stage, statistical significant differences among cultivars were not noticeable, in the tested parameters. In the free-choice

and no-choice tests, it was verified statistical difference between the consumption of new leaf and old leaf and between the leaf and pod. The pod was the least consumed structure. In the third experiment, it was verified consumption of soybean pods by *C. includens*, however when provided as the only source of food, it did not allow the development of the caterpillars occurring 100% mortality, and when provided as the only source of food from the fifth instar the larval mortality was 88%.

**Keywords:** *Glycine max*; Integrated Pest Management; Natural resistance of plants to insects.

#### 4.3 INTRODUÇÃO

No mundo, a soja *Glycine max* é a oleaginosa mais utilizada, principalmente, para a alimentação animal e humana. A partir da industrialização da soja é produzido, para fins de alimentação, o farelo de soja, o óleo vegetal e seus derivados, assim como produtos de padaria, margarinas, revestimentos de chocolate, agente estabilizador, mas também para outras finalidades não comestíveis como para a fabricação de álcool, agente dispersante, tintas, cosméticos e até inseticidas (USDA, 2015; EMBRAPA, 2014).

Com esta grande variedade de utilizações é crescente a necessidade por esta oleaginosa, na safra 2014/15 atingiu produção recorde com cerca de 320 milhões de toneladas no mundo, com incremento superior a 11% comparado a safra 2013/14 (USDA, 2015). Esta busca por maiores produções para atender a demanda mundial por soja se fez necessário a utilização de extensas áreas em todo o mundo. O Brasil, que é o segundo maior produtor dessa “commodity”, na safra 2014/15 cultivou uma área de 31,9 milhões de hectares, que representou mais de 58% de toda área destinada as grandes culturas anuais (CONAB, 2015).

Porém, para atender essa demanda, os produtores enfrentam uma gama de organismos que comprometem a produtividade da soja, representados principalmente pelos insetos, doenças e as plantas daninhas (SOSA-GÓMEZ et al., 2012; HENNING et al., 2005; BARROS, 2011). Atualmente entre as pragas da cultura da soja os insetos da ordem Lepidoptera se destacam por causarem danos nas folhas e vagens, sendo descritas 69 espécies dessa ordem associadas a soja no Brasil, Argentina, Chile e Uruguai (ROGERS; BRIER, 2010; NAVA; PARRA, 2002; FORMENTINI et al., 2015).

A lagarta-falsa-medideira *Chrysodeixis includens* até o final da década de 90, raramente causava prejuízo as lavouras de soja, principalmente por ser controlada naturalmente por fungos entomopatogênicos como *Nomuraea rileyi*, *Pandora* sp. e *Zoophthora* sp. (MOSCARDI; CARVALHO, 1993), porem surtos após a safra 2003/04, principalmente devido a mortalidade desses controladores biológicos tornaram esse inseto uma praga primária e atualmente é considerado a principal praga da cultura da soja (CARVALHO et al., 2012).

Algumas hipóteses são levantadas para ocorrência da mortalidade dos controladores biológicos, Guedes et al. (2015) descreve a utilização de forma indevida dos inseticidas com aplicações acima do recomendado para a cultura e com reduzido sucesso, Moscardi (2008) afirma uma mudança nos tratos culturais na utilização de herbicidas para a dessecação da lavoura antes e após a semeadura, ou ainda Yorinori; Lazzarotto (2004) e Sosa-Gómez (2005), afirmam que a entrada da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) no país, fez necessitar de aplicações para o controle da doença, com isto ocorrendo a mortalidade dos controladores biológicos.

Desde então *C. includens* vem causando sérios prejuízos na agricultura, além da soja já foram relatadas 175 espécies de plantas pertencentes a 39 famílias botânicas como hospedeiras dessa praga (SPECHT et al., 2015; BALDIN et al., 2014).

Para o controle destes insetos o principal método utilizado é o controle químico, principalmente por ser um método de fácil utilização, porém seu uso pode causar danos ambientais e acelerar o aparecimento de resistência do inseto ao inseticida como já confirmado aos grupos químicos dos piretroides, organofosforados, ciclodienos, carbamatos, diamida e DDT, com isto reduzindo a mortalidade do inseto e necessitando geralmente a troca do produto químico (OWEN et al., 2013, MASCARENHAS; BOETHEL, 2000; APRD-IRAC, 2015)

Uma alternativa ao uso do controle químico, por exemplo, é o uso de cultivares resistentes naturalmente que retardem o desenvolvimento do inseto, sendo um método muito promissor com eficiência comprovada em culturas anuais como na própria soja para *A. gemmatilis* (FUGI et al., 2005) e *C. includens* em soja (ROSE et al., 1989), feijão (MORANDO et al., 2015) e grão-de-bico (HURLEY; DUSSOURD, 2015).

Este método de controle traz inúmeras vantagens, como a redução dos insetos a níveis populacionais que não causem danos econômicos às plantas, não altera o equilíbrio ecológico, não acumula resíduos nos alimentos e no ambiente, é compatível com outros métodos de controle, de fácil utilização e baixo custo ao sojicultor (LARA, 1991; VENDRAMIM, 1990), sendo uma das ferramentas do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Porém, ainda há escassez de informações, principalmente para cultivares comerciais e por geralmente não ocasionar a mortalidade direta do inseto ao consumir a cultura e sim por retardar o desenvolvimento do inseto, deixando-o mais exposto ao ambiente em especial à ação dos inimigos naturais (SIMONATO et al., 2013; PERIOTO et al., 2002).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a resistência natural de cultivares comerciais de soja em testes de antibiose com folhas, não preferência de alimentação em folhas novas, velhas e vagens de cultivares de soja e a importância do consumo

de vagens de soja para o desenvolvimento da lagarta-falsa-medideira *C. includens*.

## 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.4.1 Cultivares de soja

Para os experimentos foram utilizados os cultivares comerciais BR 36, NA 5909RG, BMX TurboRR e Benso 1RR. O cultivar BR 36 foi desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária em 1991, registro número 00238 no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e recomendada para uso nos estados de Santa Catarina e Paraná (EMBRAPA, 1991, MAPA, 2015, EMBRAPA, 2015b).

Os cultivares NA 5909RG, BMX TurboRR e Benso 1RR apresentam modificação genética (GTS-40-3-2) para a tolerância ao herbicida glifosato (Soja Roundup Ready®). Os cultivares NA 5909RG (Nidera Sementes LTDA, registro número 24590) e BMX TurboRR (GDM genética do Brasil LTDA, registro número 26252) foram selecionadas por apresentarem boa aceitação pelos produtores de Santa Catarina (Coperdia comunicação pessoal, setembro de 2014) (MAPA, 2015). O cultivar Benso 1RR (Luiz Alberto Benso, registro número 25871) é conhecido por soja de linhagem “mandioquinha”, sendo recomendado somente para o estado de Santa Catarina (MAPA, 2015).

Os cultivares de soja foram semeados em vasos de 3,5 litros contendo substrato de jardinagem e terra (proporção 1:1) e mantidos em casa de vegetação. Também foi feita a calagem com calcário “filler” (PRNT 100%) e adubação com o adubo fórmula 10-10-10, contendo Nitrogênio, Fosforo e Potássio (NPK), baseado em recomendação para a cultura conforme a SBCS (2004).

Durante todo o cultivo, a soja foi cultivada sem aplicações de defensivos agrícolas para evitar qualquer

interferência no consumo das folhas ou vagens pela lagarta-falsa-medideira *C. includens*.

#### 4.4.2 Criação de *Chrysodeixis includens*

Os insetos utilizados durante os experimentos foram coletados em lavoura comercial de soja em março de 2014 no município de Lages, SC (27°52'01.7"S 50°19'28.0"W). As lagartas foram acondicionadas em recipientes plásticos de 250 mL com o fundo preenchido com dieta artificial adaptada de Greene et al. (1976) preparada conforme Parra, (2010) (Quadro 2). Quando as lagartas alcançaram o 3º instar foram transferidas em grupo de três lagartas para recipiente plástico de 50 mL contendo a dieta artificial e fechados com tampa acrílica.

Quadro 2 – Composição da dieta artificial utilizada para a criação de *Chrysodeixis includens* em laboratório. Lages, SC, 2016.

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade</b>
Água destilada	8 Litros
Feijão carioca	500g
Germe de trigo	400g
Farelo de soja	200g
Caseína	200g
Levedura	250g
Agar	160g
Ácido Ascórbico	24g
Ácido Sórbico	12g
Metil (Nipagim)	20g
Tetraciclina 500 mg	0,75g
Solução vitamínica*	60 mL
Formaldeído (40%)	24 mL

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

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

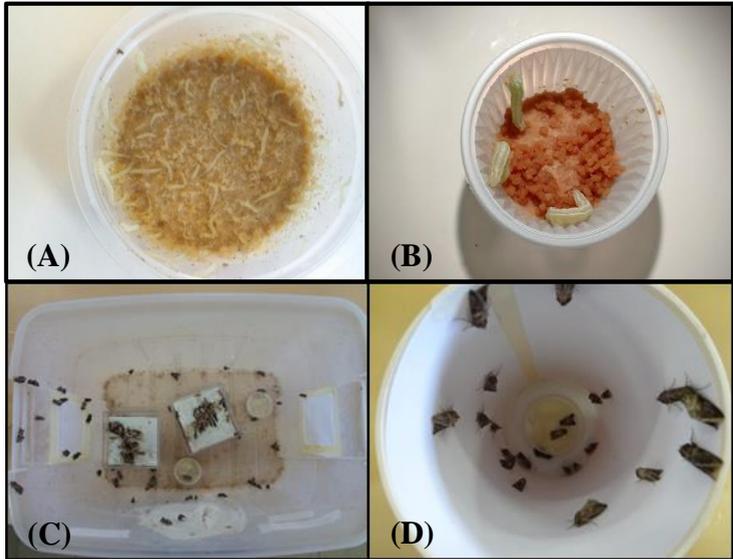
As pupas obtidas foram lavadas em solução de sulfato de cobre a 1% p/v, para evitar a contaminação por agentes

entomopatogênicos, e acondicionadas em placa gerbox com papel toalha até a emergência dos adultos.

Os adultos foram mantidos durante cinco dias em uma gaiola plástica (40x30x30cm) para o acasalamento (Figura 2). Após esse período os insetos adultos foram acondicionados em tubo de policloreto de polivinila (PVC) (10x20cm) forrado com papel sulfite branco para oviposição. O tubo foi fechado nas extremidades com placas de Petri de vidro (25x20mm) e fornecido algodão umedecido com solução de mel a 10% p/v.

A cada dois dias foram substituídos o algodão umedecido com mel e o papel sulfite para retirada das posturas. As posturas foram lavadas em solução de cobre a 1% p/v e acondicionadas em recipientes plásticos de 250mL com o fundo preenchido com dieta artificial. Para a condução dos experimentos foram utilizadas lagartas da décima a décima-sexta gerações. A criação foi mantida em sala climatizada a  $25\pm 2C^{\circ}$ , umidade relativa de  $60\pm 10\%$  e fotofase de 14h, conforme proposto por Panizzi; Parra (2009).

Figura 2 – Criação estoque de *Chrysodeixis includens* em laboratório ( $T= 25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{UR}= 60 \pm 10\%$  e fotofase= 14 horas). (A) Lagartas nos instares iniciais, em potes de 145mL; (B) desenvolvimento larval em potes de 50mL; (C) gaiola com insetos adultos recém-emergidos; (D) gaiola de PVC com insetos adultos acondicionados após cinco dias de idade. Lages, SC, 2016.



Fonte: Próprio autor.

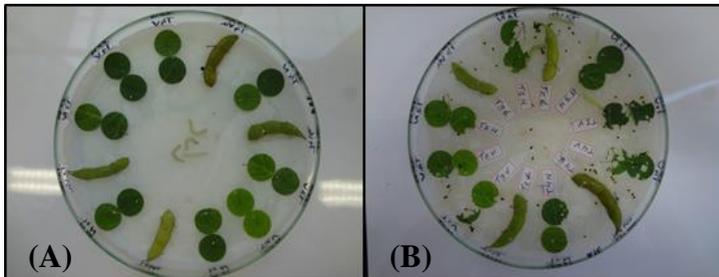
#### 4.4.3 Ensaio de preferência de alimentação com e sem chance de escolha

Para esse experimento foram utilizadas folhas e vagens dos quatro cultivares comerciais de soja no estágio fenológico R5 (início de enchimento das sementes) (FEHR; CAVINESS, 1977). Foram utilizadas folhas novas coletadas do terço superior da planta e folhas velhas retiradas do terço inferior da soja (não senescentes). As folhas foram fornecidas na forma de discos foliares de 2,24cm de diâmetro, sendo oferecidos dois e quatro discos foliares para o teste com e sem chance de escolha,

respectivamente. Para as vagens, foi oferecida uma vagem por cultivar em ambos os testes.

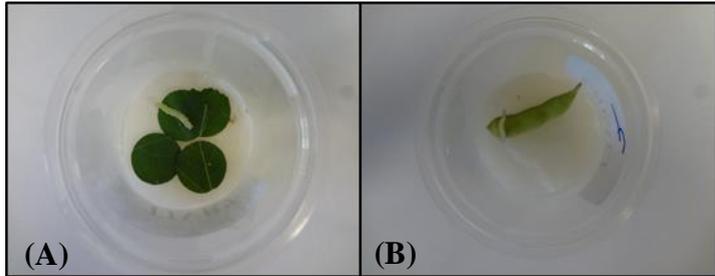
Para o teste com chance de escolha as folhas novas, folhas velhas e vagens de cada cultivar foram dispostas ao acaso e equidistantes entre si e do centro em placa de Petri de vidro (300x20mm) com o fundo preenchido com parafina sólida para possibilitar a fixação das estruturas (folhas ou vagens) com auxílio de alfinete. Em seguida foi transferida uma lagarta do quinto instar larval por cultivar, totalizando quatro lagartas por placa, sendo utilizadas 15 repetições (Figura 3 A e B). Para o teste sem chance de escolha cada estrutura (folhas novas ou folhas velhas ou vagens) foi acondicionada em pote plástico de 145mL forrado com papel filtro umedecido com água destilada. Em cada repetição (30 repetições por tratamento) foi transferida uma lagarta do quarto instar larval (Figura 4 A e B).

Figura 3 – Unidade experimental do teste com chance de escolha com folhas novas, folhas velhas e vagens oferecidas a *Chrysodeixis includens* de quatro cultivares comerciais de soja em condições de laboratório ( $T= 25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $\text{UR}= 60 \pm 10\%$  e fotofase= 14 horas). Em (A) lagartas liberadas no centro da placa e (B) após 24 horas de alimentação. Lages, SC, 2016.



Fonte: Próprio autor.

Figura 4 – Unidade experimental do teste sem chance de escolha com *Chrysodeixis includens* em (A) folhas e (B) vagens de quatro cultivares de soja em condições de laboratório ( $T= 25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{UR}= 60 \pm 10\%$  e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.



Fonte: Próprio autor.

Após o período de 24 horas foi feita a avaliação com o auxílio do integrador de área foliar LI-COR (LI 3000A) para estimar a área foliar consumida e o peso das vagens foi mensurado com auxílio de balança analítica com precisão de quatro casas decimais (Ay-220 Marte), sendo posteriormente comparada a diferença de área foliar e peso entre as folhas e vagens respectivamente, que não foram oferecidos aos insetos.

#### 4.4.4 Ensaio de antibiose com folhas

Para a condução desse experimento foram utilizadas folhas de soja dos quatro cultivares comerciais após o estágio fenológico R2 (pleno florescimento) (FEHR; CAVINESS, 1977). Foram fornecidos discos foliares, cortados com auxílio de vazador metálico de 2,24 cm de diâmetro, para lagartas neonatas (< 24 horas de idade) em potes plásticos de 145 mL forrados com papel filtro umedecido para manter a turgescência das folhas. Para cada cultivar foram preparadas 100 repetições e mais 25 repetições (testemunhas) por cultivar sem a presença do inseto, apenas com o acréscimo dos discos foliares. As testemunhas foram feitas para descontar possível alteração nas

dimensões da área foliar fornecida e peso, devido a umidade relativa do ar.

As avaliações foram realizadas diariamente no início da manhã, anotando-se o número de lagartas vivas e acrescentando novos discos foliares e retirando as sobras dos discos foliares fornecidos anteriormente. A partir desses dados foi estimada a mortalidade larval, peso de lagarta aos 13 dias de idade, peso de pupa com 24h de idade, deformação de pupa e consumo de *C. includens* durante o período larval.

Para mensurar o peso da lagarta e da pupa foi utilizada uma balança analítica com precisão de quatro casas decimais (Ay-220 Marte). A deformação de pupa e a sexagem foi baseada na metodologia descritas por Panizzi; Parra (2009).

Para o cálculo de consumo foliar, as sobras dos discos foliares foram depositadas em sacos de papel, conforme a repetição e o tratamento, e após o término do período de lagarta foram secas em estufa com circulação de ar forçada a 60°C durante três dias para obtenção do peso seco (g). O peso seco obtido foi transformado em área (cm<sup>2</sup>) pela diferença entre o peso do alimento fornecido e o peso das sobras, conforme a fórmula abaixo (CASTRO et al., 2008).

$$\text{Área} = (\text{QT} * \text{AF}) - ((\text{AF} * \text{PA}) / \text{PS})$$

Onde:

QT= Quantidade de discos foliares fornecidos;

AF= Área de um disco;

PA= Peso seco médio de um disco;

PS= Peso seco das sobras.

Na fase adulta, os insetos foram agrupados em casais com até um dia de diferença, em seguida acondicionados um casal por tubo de PVC (10x20 cm) e alimentados com mel a 10% p/v. As avaliações foram feitas diariamente para verificar a longevidade de machos e fêmeas e o número de ovos por fêmea.

#### 4.4.5 Ensaio de antibiose com folhas e vagens de soja

Este experimento foi realizado após verificar que *C. includens* consumiu vagens de soja no teste de preferência de consumo. Para esse teste foi utilizado apenas o cultivar NA 5909RR com quatro tratamentos (fontes de alimentação): folha durante todo o ciclo larval (Folha), vagem durante todo o ciclo larval (Vagem), folha mais vagem a partir do quinto instar larval (Folha + Vagem) e folha substituída por vagem a partir do quinto instar larval (Folha/Vagem)).

A estrutura vegetal de cada tratamento foi acondicionada em pote plástico de 145 mL forrado com papel filtro umedecido com água destilada, totalizando 100 repetições por tratamento. Os folíolos de folhas e as vagens fornecidas foram provenientes de plantas que atingiram o estágio fenológico R5 (início do enchimento das sementes). Nos tratamentos com folhas, inicialmente foi fornecido um folíolo por repetição e adicionado novos folíolos diariamente, conforme o desenvolvimento da lagarta. Para os tratamentos com as vagens foi adicionada uma vagem por repetição, sendo substituída, quando era observado elevado consumo.

O experimento foi observado diariamente para calcular os parâmetros de mortalidade do estágio larval, peso de lagarta aos 13 dias de idade e peso de pupa com 24h de idade. Para a obtenção do peso de lagarta e peso de pupa foi utilizada balança analítica com precisão de quatro casas decimais (Ay-220 Marte).

#### 4.4.6 Análise estatística

Os experimentos (Ensaio de antibiose com folhas e ensaio de antibiose com folhas e vagens) foram feitos em delineamento inteiramente casualizado, com os resultados submetidos ao teste F e as médias comparadas por Tukey a 1% de significância. Para o ensaio de preferência de consumo com e sem chance de escolha os dados foram feitos em análise

fatorial, submetidos ao teste F, as médias comparadas por Tukey a 1% e submetidos também a análise por contraste linear. Quando os experimentos apresentaram coeficiente de variação superior a 30% os dados foram transformados utilizando a fórmula ( $\sqrt{x + 1}$ ).

Para os dados de viabilidade larval, deformação de pupa e consumo da vagem foi feita análise não paramétrica pelo teste de Kruskal–Wallis. A análise estatística foi feita com auxílio do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

## 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.5.1 Ensaio de antibiose com folhas

Para os parâmetros biológicos de *C. includens* avaliados em cultivares de soja houve diferenças significativas. O cultivar Benso 1RR proporcionou o maior efeito de antibiose em relação aos cultivares BR36, NA 5909RG e BMX TurboRR, retardando o desenvolvimento biológico de *C. includens*. Nesse cultivar foi observado o maior período de desenvolvimento da lagarta e de ovo a adulto. Embora nesse cultivar as lagartas tiveram o maior consumo de área foliar foi observado o menor peso de lagarta e de pupa (Tabelas 16 e 17). Segundo Panizzi; Parra (2009) a qualidade do alimento influencia nos parâmetros biológicos dos insetos.

A qualidade do alimento varia conforme o hospedeiro. Moscardi (2012) e Andrade (2014), ao analisarem o consumo de *C. includens*, verificaram valores variando entre 64cm<sup>2</sup> a 200cm<sup>2</sup> e dentro da mesma cultura, variando o cultivar o desenvolvimento do inseto também foi afetado. Bueno et al. (2011), ao avaliarem o consumo de diferentes cultivares de soja por *C. includens*, verificaram consumo variando entre 63,9 a 92,7cm<sup>2</sup>, já neste trabalho também houve diferença significativa no consumo variando de 184,76 a 198,57cm<sup>2</sup>, mostrando que há diferença entre cultivares.

Tabela 16 – Período médio de desenvolvimento da fase imatura de *Chrysodeixis includens* (dias  $\pm$  EP) e consumo médio foliar (CMF) ( $\text{cm}^2 \pm$  EP) em quatro cultivares comerciais de soja em laboratório ( $T= 25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $\text{UR}= 60 \pm 10\%$  e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.

Cultivar	Período larval (dias)	Ovo-adulto (dias)	CMF ( $\text{cm}^2$ )
Benso 1RR	22,23 $\pm$ 0,28a (n=64)	29,68 $\pm$ 0,36a (n=41)	198,57 $\pm$ 1,71a (n=69)
BMX TurboRR	20,12 $\pm$ 0,24b (n=58)	27,59 $\pm$ 0,33b (n=37)	190,93 $\pm$ 1,52b (n=69)
BR36	19,95 $\pm$ 0,15b (n=60)	27,77 $\pm$ 0,18b (n=47)	190,04 $\pm$ 0,86bc (n=65)
NA 5909RG	19,36 $\pm$ 0,46b (n=67)	27,43 $\pm$ 0,19b (n=53)	184,76 $\pm$ 0,48c (n=67)
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CV%	12,21	6,23	5,43

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,01$ ).

Dados originais.

Apesar de haver diferenças em parâmetros de desenvolvimento da fase de lagarta de *C. includens* em cultivares de soja, não houve diferença significativa na viabilidade deste período que foi de 58% a 64% ( $P=0,7046$ ), indicando que os cultivares de soja testados não afetaram a mortalidade do inseto durante o desenvolvimento larval. Diniz (2015), ao avaliar cinco genótipos de feijão, também detectou diferenças no desenvolvimento de *C. includens*, principalmente no período larval do cultivar BR3 Tracueteua, porém também não verificou diferença na viabilidade larval.

Tabela 17 – Peso médio de larvas aos 13 dias de idade e de pupa com 24 horas de formação (g  $\pm$  EP) de *Chrysodeixis includens* em quatro cultivares comerciais de soja em condições de laboratório (T= 25  $\pm$  2°C, UR= 60  $\pm$  10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.

Cultivar	Peso lagarta (g)	Peso pupa (g)
Benso 1RR	0,1455 $\pm$ 0,01b (n=79)	0,1778 $\pm$ 0,01c (n=63)
BMX TurboRR	0,2223 $\pm$ 0,01a (n=77)	0,2170 $\pm$ 0,00a (n=58)
BR36	0,2300 $\pm$ 0,01a (n=77)	0,2169 $\pm$ 0,01a (n=58)
NA 5909RG	0,2336 $\pm$ 0,01a (n=71)	0,2008 $\pm$ 0,00b (n=64)
P	<0,0001	<0,0001
CV%	3,06	1,12

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,01).

Dados originais. Para análise os dados foram transformados em ( $\sqrt{x + 1}$ ).

O desempenho do inseto na fase adulta não foi influenciado pelo alimento (cultivares de soja) na fase larval (Tabela 18), não havendo diferença estatística entre os cultivares nos parâmetros biológicos de pré-oviposição (P=0,8378), número médio de ovos por fêmea (P=0,5440) e longevidade média do macho (P=0,3979) e da fêmea (P=0,0142). Favetti et al. (2015), também verificaram diferenças significativas na duração da fase larval, de *Spodoptera eridania* em cultivares de soja, sem que houvesse diferença significativa no período de pré-oviposição, número de ovos e longevidade de mariposas em soja.

Tabela 18 – Parâmetros biológicos de adultos de *Chrysodeixis includens* em quatro cultivares comerciais de soja em condições de laboratório (T=25 ± 2°C, UR= 60 ± 10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.

Cultivar	Pré-oviposição (dias ± EP) <sup>1</sup>	Fecundidade (n°ovos ± EP) <sup>1</sup>	Longevidade macho <sup>1</sup>	Longevidade fêmea <sup>1</sup>
BMX Turborr	2,7 ±0,10ns	308,0 ±3,14ns	8,7 ±0,13ns	10,6 ±0,28ns
NA 5909RG	3,0 ±0,16	183,4 ±2,62	8,5 ±0,12	10,4 ±0,10
BR36	2,7 ±0,08	406,5 ±3,31	7,1 ±0,09	9,9 ±0,05
Benso IRR	3,1 ±0,08	248,1 ±4,67	7,5 ±0,21	8,2 ±0,11
P	0,8378	0,5440	0,3979	0,0142
CV%	16,11	58,39	14,36	8,30

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,01).  
Dados originais. Para análise os dados foram transformados em ( $\sqrt{x + 1}$ ).

Já Fugi et al. (2005), ao testarem quatro cultivares de soja para *Anticarsia gemmatalis*, verificaram redução do período larval para o cultivar IAC PL-1, em relação a outras cultivares. Na fase adulta, verificaram que o mesmo cultivar não proporcionou diferença significativa para longevidade do macho, mas apresentou diferenças significativas para a longevidade da fêmea, número de ovos e duração do estágio de ovo.

Na avaliação de deformação de pupa não houve diferença significativa entre os cultivares avaliados ( $P=0,2019$ ), variando entre 7,8% e 20,6%. Favetti et al. (2015) verificaram resistência natural de plantas a insetos, ao estudar o desenvolvimento de *S. eridania* em cultivares comerciais de soja, indicando a presença de até 14,2% de pupas deformadas no cultivar de soja BRS/MT Pintado, corroborando com estes resultados.

Brier; Rogers (1991) ao avaliarem o desenvolvimento de *Chrysodeixis argentifera* em soja também observaram diferenças significativas no peso de lagarta, peso de pupa, duração do estágio larval e taxa de crescimento com a cultivar Q15723 que foi a menos preferida.

Este aumento no período larval e conseqüentemente no período de ovo-adulto, necessitando de uma maior quantidade de alimento, pode ser explicado pela presença de algum composto tóxico a lagarta. Rose et al. (1989) destacaram a presença do composto coumestrol, Piubelli et al. (2005) destacam a presença também de substâncias flavonoides, rutina e genistina, interferindo no metabolismo do inseto, conforme avaliado em ambos trabalhos no genótipo de soja PI227687 que é considerado padrão de resistência em diversos estudos com lagartas desfolhadoras. Segundo Souza et al. (2014) os genótipos de soja PI227687 e PI227682 expressaram alta resistência por antibiose para *S. eridania*, assim como os cultivares comerciais IAC 100 e DM 339 classificados com resistência moderada, por

prolongarem o ciclo biológico desse inseto quando comparado ao padrão de suscetibilidade (BRSGO 8360).

Boiça Júnior et al. (2015a) também observaram que os genótipos PI227687 e PI227682 e o cultivar IAC100 expressaram resistência por antibiose para *S. cosmioides*, mas para esse inseto o principal efeito foi proporcionar alta mortalidade na fase imatura, não possibilitando completar o seu ciclo biológico. Esses autores também destacaram o genótipo ‘Dowling’ que retardou o desenvolvimento do inseto, considerando esse efeito um indicativo de baixa qualidade do alimento.

O uso de cultivares que retardam o desenvolvimento dos insetos-praga, ou seja, que afetam negativamente os seus parâmetros biológicos, possibilita o inseto permanecer um maior tempo exposto às adversidades abióticas e bióticas do ambiente, por exemplo, ficando mais suscetível ao parasitismo natural no campo (MARUYA et al., 2001; LUNA; SANCHEZ, 1999; BÜRGI MILLS, 2013). Outra vantagem no uso de plantas que retardem o desenvolvimento do inseto é, possivelmente, a menor necessidade de aplicações de inseticidas durante o ciclo da cultura no campo, proporcionando maior lucro ao produtor rural e menor contaminação ambiental, técnica esta que auxilia no manejo integrado de pragas (MIP) (CORRÊA; SALGADO, 2011; HOFFMAN-CAMPO et al., 2012b).

#### **4.5.2 Preferência de alimentação com e sem chance de escolha**

Houve diferença significativa na preferência de consumo de *C. includens* entre folhas e vagens da soja, quando comparado por contraste linear ( $P=0,0001$ ) para os testes com e sem chance de escolha, verificando um menor consumo de *C. includens* nas vagens da soja, indicando que o inseto prefere as folhas da soja para o desenvolvimento.

Ao analisar o consumo entre folhas novas e velhas por contraste linear também houve diferença significativa, com a folha velha sendo mais preferida para os testes com (P=0,0034) e sem (P=0,0001) chance de escolha, concordando com Carvalho et al. (2012), que indicaram a preferência da *C. includens* por folhas do baixeiro da soja.

Dentre os cultivares analisados houve preferência no consumo para os cultivares BMX Turbo e BR36 no teste com chance de escolha, já no teste sem chance de escolha o consumo dos cultivares não diferiram significativamente (Tabela 19), indicando que a possibilidade de escolha influenciou no consumo do inseto.

Chripim; Ramos (2007) destaca que estruturas menos atacadas em igualdade de condições são oriundas de resistência do tipo não preferência. Vendramim; Guzzo (2009) destacam também fatores relacionados a cor e volatilização de compostos como sendo responsáveis por uma maior atração de uma estrutura em relação a outra.

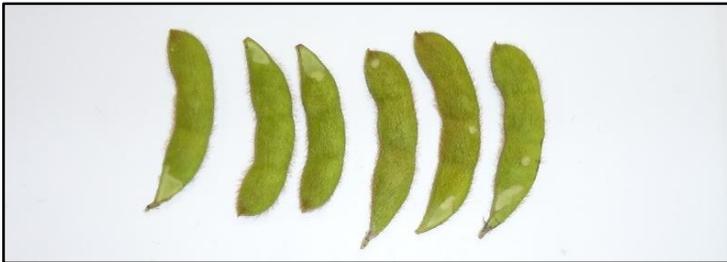


Porém outras estruturas morfológicas da planta podem afetar a preferência do inseto, Rodrigues et al. (2012) ao avaliar densidade de tricomas, verificou que a cultivar de soja M8766RR que possuía maior densidade nas folhas impediu o desenvolvimento de *Cerotoma arcuata* em comparação com o cultivar de soja M944RR que possuía menor densidade de tricomas, verificando resistência do tipo não-preferência. Já Schlick-Souza (2013) ao testar 17 cultivares de soja a *C. includens* correlacionando entre oviposição e quantidade de tricomas, não detectou correlação.

Andrade (2014) detectou diferença significativa ao estudar o comportamento de *C. includens* em teste com chance de escolha ao avaliar os hospedeiros soja, algodão, girassol e corda de viola, com preferência da *C. includens* por folhas de girassol.

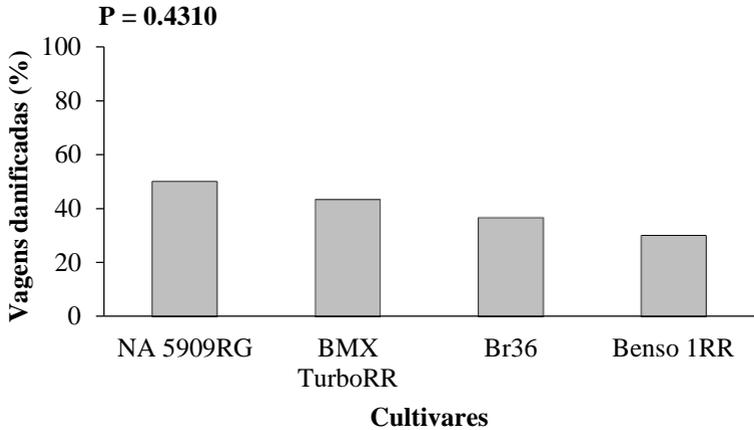
No teste sem chance de escolha, foram observados pequenos danos nas vagens devido ao consumo da lagarta, chegando a 50% das vagens (Figura 5 e 6), não sendo observado diferença significativa entre os cultivares avaliadas ( $P=0,4310$ ). Porém, mesmo com baixo consumo após 24 horas, Viana et al. (2001), destacaram que injúrias ocasionadas por insetos podem vir a degradar o produto ou servir de porta-de-entrada para patógenos inviabilizando o seu uso.

Figura 5 – Dano de *Chrysodeixis includens* em vagens de soja após 24 horas de alimentação em teste sem chance de escolha ( $T=25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $UR=60 \pm 10\%$  e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.



Fonte: Próprio autor.

Figura 6 – Porcentagem de vagens danificadas por *Chrysodeixis includens* após 24 horas de alimentação em teste sem chance de escolha em condições de laboratório ( $T=25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $\text{UR}= 60 \pm 10\%$  e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.



Fonte: Próprio autor.

### 4.5.3 Ensaio de antibiose com folhas e vagens

No tratamento (Vagem), constituído pela disponibilidade de vagens durante todo o ciclo imaturo do inseto, nenhuma lagarta atingiu o segundo instar, sobrevivendo em média 2,1 dias. Esse resultado concorda com o teste de preferência de alimentação com e sem chance de escolha, em que o inseto possui menor consumo nas vagens (Tabela 19). Possivelmente, a mortalidade observada está atrelada às características nutricionais ou não palatáveis das vagens que impediram a continuidade do desenvolvimento larval, indicando que essa estrutura da planta apresenta resistência do tipo não preferência para o inseto ou ainda antibiose uma vez que não foi avaliado os compostos presentes nas vagens em comparação as folhas (Tabela 20).

Diferente de *C. includens* que é um inseto desfolhador, Bortolotto et al. (2014) ao avaliarem parâmetros biológicos de *Heliothis virescens* com folhas e vagens de feijão, verificaram que a lagarta não conseguiu completar o desenvolvimento quando só alimentada com folha e ao avaliarem a alimentação só na vagem verificaram até 56% de viabilidade na fase imatura. Resultado semelhante foi verificado por Nora; Reis Filho (1989) com *S. eridania* registrando consumo elevado nos frutos de maçã e raramente nas folhas. Santos et al. (2010) ao testarem diferentes estruturas do algodoeiro (folha, botão floral e maçã), verificaram que a maçã do algodoeiro sendo fornecida como único alimento na fase larval proporcionou sobrevivência de 40 e 30% a *S. cosmioides* e *S. eridania* respectivamente, verificando que estes insetos possuem o habito de broqueador.

No início do quinto instar quando adicionada as vagens de soja (Folha + Vagem) não foi observada diferença significativa no desenvolvimento larval comparado ao tratamento com fornecimento apenas de folhas de soja (Folha) (Tabela 20). Porém 10,8% das vagens oferecidas as lagartas estavam com injúrias provocadas pela herbivoria das lagartas, indicando a “mordida de prova” que ocorre durante o processo de seleção do alimento.

No tratamento onde a alimentação por folhas foi substituída pelo fornecimento de apenas vagens a partir do quinto instar (Folha/Vagem)) foi observada diferença significativa na duração do período larval, já desde a duração do quinto instar larval, além da alta mortalidade observada, passando de 14% no quarto instar para 88% no estágio de pré-pupa (Tabela 20; Figura 7).

Tabela 20 – Estágios larvais (dias  $\pm$  EP) de *Chrysodeixis includens* em folhas durante todo o ciclo larval (F), vagens durante todo o ciclo larval (V), folhas acrescidas de vagens no quinto instar larval (F+V) e folhas substituídas por vagens no quinto instar larval (F/V) no cultivar de soja NA 5909RG (T=25  $\pm$  2°C, UR= 60  $\pm$  10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.

T <sup>1</sup>	Estádio Larval			
	1°	2°	3°	4°
Folha	2,6 $\pm$ 0,01ns (n=100)	2,0 $\pm$ 0,01ns (n=95)	1,8 $\pm$ 0,02ns (n=95)	1,7 $\pm$ 0,03ns (n=95)
Vagem	-	-	-	-
Folha+ Vagem	2,2 $\pm$ 0,02 (n=100)	2,2 $\pm$ 0,02 (n=95)	1,9 $\pm$ 0,02 (n=93)	1,8 $\pm$ 0,03 (n=93)
Folha/ Vagem	2,4 $\pm$ 0,03 (n=100)	2,3 $\pm$ 0,03 (n=90)	2,0 $\pm$ 0,02 (n=88)	1,9 $\pm$ 0,03 (n=86)
P	0,0380	0,0161	0,0401	0,0204
CV%	9,46	8,53	9,13	12,71

Continua...

Tabela 20 – Conclusão.

T <sup>1</sup>	Estádio Larval			
	5°	6°	Pré-pupa	Período larval
Folha	2,1 ±0,02b (n=92)	3,8 ±0,02b (n=82)	1,7 ±0,02ab (n=69)	17,1 ±0,02b (n=69)
Vagem	-	-	-	-
Folha+	2,2 ±0,03b	3,4 ±0,02b	1,9 ±0,02a	17,5±0,02b
Vagem	(n=92)	(n=83)	(n=75)	(n=75)
Folha/	3,2 ±0,04a	5,6 ±0,07a	1,4 ±0,06b	19,6 ±0,06a
Vagem	(n=84)	(n=21)	(n=12)	(n=12)
P	<0,0001	<0,0001	0,0019	<0,0001
CV%	12,31	7,81	8,38	3,14

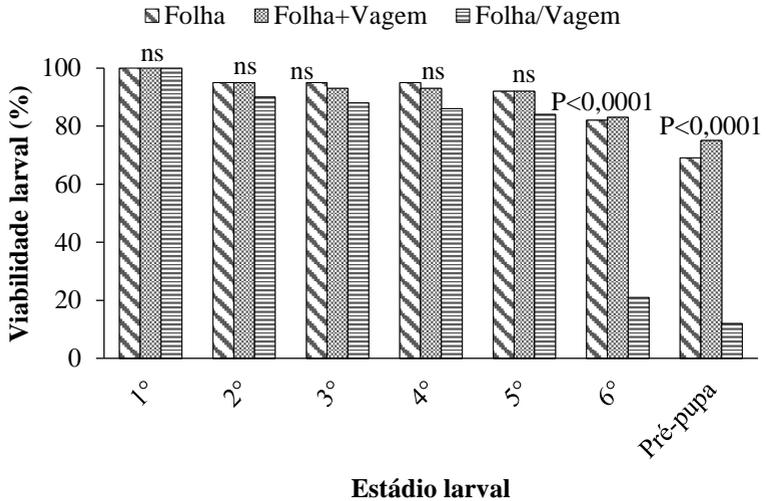
<sup>1</sup>Tratamento.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,01).

Dados originais. Para análise os dados foram transformados em  $(\sqrt{x + 1})$ .

Novamente, esta alta mortalidade ocorrida após a substituição das folhas por vagens pode ser atribuída a resistência do tipo não preferência, uma vez que o inseto teve o aumento do período de desenvolvimento ou apresentou maior mortalidade ao se alimentar da estrutura com efeitos antibióticos ou com baixo teor de nutrientes para o desenvolvimento completo (BECK; STANLEY, 1965), concordando com as observações do tratamento (Vagem).

Figura 7 – Viabilidade de larvas de *Chrysodeixis includens*, alimentadas com folhas e/ou vagens de soja do cultivar NA 5909RG (T=25 ± 2°C, UR= 60 ± 10% e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.



Sendo: Folha= folhas durante todo o ciclo larval; Folha+Vagem= folhas acrescidas de vagens no quinto instar larval e Folha/Vagem= folhas substituídas por vagens no quinto instar larval.

Fonte: Próprio autor.

Nas avaliações de peso de lagarta e de pupa o tratamento Folha/Vagem apresentou diferença significativa aos demais tratamentos, com as menores médias (0,1114 e 0,2004 respectivamente) (Tabela 21). Entre os tratamentos Folha e o tratamento Folha+Vagem que também houve disponibilidade de folhas durante todo o ciclo larval não foram observadas diferenças significativas para o peso de lagarta e pupa (Tabela 21).

Assim observa-se que a vagem de soja não é o alimento preferido por *C. includens*, corroborando com as observações do ensaio anterior (Tabela 19), provavelmente porque não

possibilita o desenvolvimento desse inseto. No campo, possíveis danos em vagens decorrentes da incidência dessa praga podem ser explicados pela “mordida de prova” durante o processo de seleção da planta hospedeira. No entanto, mesmo com a presença de folhas observa-se que é possível ocorrer altos índices de vagens danificadas, dessa forma além de possível redução direta da produtividade, o consumo pode servir de porta-de-entrada para patógenos, tornando a vagem imprópria para comercialização, sendo considerado um dano indireto (VIANA et al., 2001).

Tabela 21 – Peso médio larval ( $g \pm EP$ ) e peso médio pupal de ( $g \pm EP$ ) de *Chrysodeixis includens* em folhas durante todo o ciclo larval, vagens durante todo o ciclo larval, folhas acrescidas de vagens no quinto instar larval e folhas substituídas por vagens no quinto instar larval no cultivar de soja NA 5909RG ( $T=25 \pm 2^\circ C$ ,  $UR=60 \pm 10\%$  e fotofase= 14 horas). Lages, SC, 2016.

Tratamento	Peso Lagarta (g)	Peso Pupa (g)
Folha	0,2872 $\pm$ 0,01a (n=80)	0,2425 $\pm$ 0,01a (n=46)
Vagem	-	-
Folha+Vagem	0,2686 $\pm$ 0,01a (n=82)	0,2560 $\pm$ 0,01a (n=53)
Folha/Vagem	0,1114 $\pm$ 0,01b (n=69)	0,2004 $\pm$ 0,01b (n=7)
P	<0,0001	<0,0001
CV%	3,42	1,17

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,01$ ).

Dados originais. Para análise os dados foram transformados em ( $\sqrt{x + 1}$ ).

#### 4.6 CONCLUSÕES

- A lagarta *C. includens* tem preferência por folhas velhas do que folhas novas de soja;
- As vagens de soja independente do cultivar foram pouco consumidas por *C. includens*, sendo menos preferidas em relação as folhas de soja;
- O cultivar Benso 1RR, afetou o desenvolvimento de *C. includens*, prolongando o período do desenvolvimento larval e diminuindo o peso de lagarta e pupa;
- Os cultivares avaliados não influenciaram significativamente o desempenho de *C. includens* na fase adulta;
- As vagens de soja como única fonte de alimento durante todo o ciclo de desenvolvimento de *C. includens* não proporcionaram sobrevivência da fase larval;
- Lagartas de *C. includens* alimentadas exclusivamente com vagens de soja a partir do quinto instar apresentaram aumento do período larval e redução na sobrevivência;
- *C. includens* alimentou-se de vagens mesmo na presença de folhas de soja, indicando a possibilidade de injúrias a campo.

## 5 DETECCÃO E CARACTERIZAÇÃO DA RESISTÊNCIA EM POPULAÇÕES DE *Chrysodeixis includens* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) A INSETICIDAS, EM SANTA CATARINA

### 5.1 RESUMO

O Brasil é o segundo maior exportador de soja do mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos, anualmente são produzidas no país mais de 96 milhões de toneladas, tornando a soja a principal cultura anual produzida, em mais 58% da área destinada a produção de grãos. Porém para alcançar a esta produção, o agricultor necessita realizar o controle dos insetos-praga, para isto o principal método de controle adotado é o controle químico por proporcionar boa eficiência e praticidade. No entanto, o seu uso indiscriminado tem desvantagens, principalmente decorrente a intoxicação do agricultor, degradação ambiental, presença de resíduo e falhas no controle devido a evolução da resistência dos insetos-praga aos inseticidas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a suscetibilidade de populações de *C. includens* aos ingredientes ativos flubendiamida (diamida do ácido flático) e metomil (carbamato) coletadas em Santa Catarina e definir uma concentração diagnóstica para programas de monitoramento da resistência. Para isto foi utilizada uma população suscetível de referência (SUS14) coletada na safra 2013/14 em Lages SC e mantida no laboratório, sem pressão de seleção. Na safra 2014/15 foram coletadas três populações localizadas em Lages, Erval Velho e Joaçaba em lavouras comerciais de soja e mantida em laboratório em dieta artificial. Foi adotado o método de bioensaio de ingestão com o tratamento superficial da dieta artificial com cinco a 11 concentrações que proporcionaram mortalidade entre 5 e 95%. Em uma placa com 24 células preenchidas com dieta artificial foi aplicado 30  $\mu$ L de cada uma das concentrações dos inseticidas diluídas em água mais

espalhante adesivo. Cada placa constituiu uma repetição por concentração, sendo repetida cinco vezes para cada população e inseticida. A partir da curva de concentração-resposta foi definida uma concentração diagnóstica a partir da estimativa da  $CL_{95}$ . Os dados foram submetidos a análise de Probit. Os resultados da  $CL_{50}$  da SUS foram 9,9 e 982,1 mg de flubendiamida e metomil/L de água, respectivamente. A razão de resistência comparando as populações coletadas na safra 2014/15 com a SUS14 foram de até 15,2 e 12,0% vezes para a flubendiamida e metomil, respectivamente. As concentrações diagnósticas foram de 180 mg de flubendiamida/L de água e 3.200 mg de metomil/L de água e foram eficientes para diferenciar a suscetibilidade de populações de *C. includens* aos inseticidas flubendiamida e metomil.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; Controle químico; Resistência de Insetos a Inseticidas; Linha-básica de suscetibilidade.

## 5.2 ABSTRACT

### **DETECTION AND CHARACTERIZATION OF RESISTANT POPULATIONS OF *Chrysodeixis includens* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) TO INSECTICIDES IN SANTA CATARINA**

Brazil is the second largest exporter of soybeans in the world, it loses only to the United States, each year it is produced over 96 million tons, making soybeans the main annual crop produced in the country in over 58% of the area related to grain production. However to achieve this production, farmers need to control insect pests by using the main control method adopted which is the chemical control because it provides efficiency and practicality. However, the indiscriminate use of this method of control has drawbacks, mainly due to the poisoning of farmers,

environmental degradation, residues and failures in control due to resistance evolution of pest insects to insecticides. The objective of this study was to characterize the susceptibility of *C. includens* populations to the active ingredients flubendiamide (diamide of phthalic acid) and methomyl (carbamate) collected in Santa Catarina and set a diagnostic concentration for resistance monitoring programs. It was used a susceptible population (SUS14) collected in the crop of 2013/14 in the city of Lages and maintained in the laboratory without selection pressure. It was collected in the crop of 2014/15, three populations located in commercial soybean crops in the cities of Lages, Erval Velho and Joaçaba. It was adopted the ingestion bioassay with the surface of the artificial diet treated with five to eleven concentrations that caused a mortality between 5 and 95%. On a plate with 24 cells filled with artificial diet, it was applied 30  $\mu$ L of one of the insecticides concentrations, which were previously diluted in water plus spreader-sticker. Each plate was one concentration repetition. It was repeated five times for each population and insecticide. From the concentration-response curve it was set a diagnostic concentration estimated from a LC<sub>95</sub>. The data were subjected to Probit analysis. The results of SUS LC<sub>50</sub> were 9.9 and 982.1 mg of flubendiamide and methomyl / L water respectively. The resistance ratio comparing the populations collected in the crop of 2014/15 with SUS14 population were up 15.2% and 12.0% times for flubendiamide and methomyl respectively. Diagnostic concentrations were 180 mg / l water for flubendiamide and 3.200 mg / l water for methomyl. The diagnostic concentrations were effective to differentiate the susceptibility of the populations of *C. includens* to methomyl and flubendiamide insecticides.

**Keywords:** *Glycine max*; Chemical control; Insect resistance to insecticides; Line-basic susceptibility.

### 5.3 INTRODUÇÃO

A soja é o quarto grão mais produzido no mundo com cerca de 320 milhões de toneladas anualmente. O principal produtor de soja no mundo é os Estados Unidos com mais de 106 milhões de toneladas (FAO, 2013; USDA, 2015). No Brasil a soja é cultivada em cerca de 58% da área destinada ao plantio de culturas anuais, possibilitando ao país ocupar a segunda posição de maior produtor mundial, sendo responsável por cerca de 30% da produção total. A região Sul é a segunda maior produtora nacional de soja, com mais de 35% do total produzido, perdendo apenas para o Centro Oeste que detém cerca de 46% dessa produção (CONAB, 2015).

Segundo Hoffmann-Campo et al. (2012) foram descritas 36 espécies de insetos e outros artrópodes consumindo a soja, desde a semente no campo até o armazenamento. Os insetos da ordem Lepidoptera se destacam porque ocasionam danos econômicos durante todo o ciclo da cultura no campo, podendo consumir as estruturas reprodutivas, como ocorre com os insetos das subfamílias Xyleninae (*Spodoptera eridania* e *S. cosmioides*) e Heliiothinae (*Helicoverpa* spp. e *Heliothis virescens*) ou causar desfolha, principalmente pelas espécies *Anticarsia gemmatalis* (Erebidae: Eulepidotinae) e *Chrysodeixis includens* (Noctuidae: Plusiinae) (ROGERS; BRIER, 2010; MOSCARDI, 2008; SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

A lagarta-falsa-medideira *C. includens* (WALKER, [1858]) é uma praga polífaga, observada em 175 espécies de plantas hospedeiras, causando danos econômicos, principalmente, em lavouras de soja, algodão, feijão e girassol (BALDIN et al., 2014; SPECHT et al., 2015; SORGATTO et al., 2015). Desde a observação de surtos populacionais ocorridos na safra 2003/2004 nos estados do Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e Paraná, vem sendo considerada uma praga primária da cultura da soja em diversas regiões de cultivo da soja no Brasil (CARVALHO et al., 2012).

Para o controle de lagartas desfolhadoras na soja há diversos métodos de controle disponíveis, como o uso do controle biológico (vírus, bactérias e parasitoides de ovos) (BUENO et al., 2012), a utilização de plantas que possuam resistência natural ao desenvolvimento do inseto (ROSE et al., 1989; FUGI et al., 2005; SOUZA et al., 2014; BOIÇA JÚNIOR et al., 2015) ou recentemente, a liberação para o uso de cultivares geneticamente modificadas com a introdução de genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* que expressam a proteína Cry1Ac que confere resistência a algumas espécies de lagartas desfolhadoras na soja, dentre elas *C. includens* (CTNBio, 2010). Porém, pelo senso comum de facilidade de manuseio e eficácia agrônômica predomina o uso do controle químico, com o emprego de inseticidas sintéticos como o principal método de controle (MACHADO; FIÚZA, 2008; CARVALHO et al., 2012).

O uso indiscriminado de inseticidas tem implicações no Manejo Integrado de Pragas (MIP), além de promover o desequilíbrio biológico, devido à morte de agentes de controle biológico, acelera o processo de evolução da resistência de insetos a inseticidas (GEORGHIU, 1986).

A resistência de insetos a inseticidas é um exemplo de mudança na composição genética de uma população de insetos, onde o inseticida exerce pressão de seleção selecionando os indivíduos resistentes que estão em baixa frequência inicial na população original, podendo refletir em falhas de controle no campo (CROW, 1957; HARTLEY et al., 2006; SOSA-GÓMES; OMOTO, 2012).

Entre as consequências dessas falhas no controle se destacam o maior risco de intoxicação do homem, contaminação do ambiente, insegurança alimentar e aumento do custo de produção, em função do aumento no número de aplicações de inseticidas, aumento da dose, uso de misturas e, geralmente, no final a substituição por novas moléculas inseticidas (GEORGHIU, 1986).

Nos Estados Unidos já foi constatada a evolução da resistência de *C. includens* (*Pseudoplusia 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 (LEONARD et al., 1990; MASCARENHAS; BOETHEL, 2000, APRD-IRAC, 2015).

Recentemente, também foi detectada a evolução na resistência de *C. includens* aos inseticidas do grupo químico das diamidas, o 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 para esse grupo químico já foi observada populações de *Spodoptera frugiperda* com razão de resistência de 2,6 e 2,2 vezes para flubendiamida e chlorantraniliprole respectivamente (RIBEIRO, 2014).

Diferentemente de muitos inseticidas, por exemplo, os fosforados e carbamatos, que são neurotóxicos, atuando na inibição da enzima acetilcolinesterase, os inseticidas do grupo químico das diamidas são considerados um grupo químico inovador, por atuarem em novo sítio de ação, os receptores da rianodina dos canais de cálcio nos tecidos musculares, considerados seguros aos mamíferos e seletivos aos inimigos naturais, devido a diferenças entre os tipos de receptores de rianodina (TEIXEIRA; ANDALORO, 2013). A descoberta de novas moléculas inseticidas é de extrema dificuldade e alto custo (SPARKS, 2013). Assim, o manejo da resistência de insetos a inseticidas se torna uma prática fundamental para o Manejo Integrado de Pragas (GEORGHIOU; SAITO, 1983; SPARKS, 2013).

Segundo French-Constant; Roush (1990) a implementação de programas de monitoramento da suscetibilidade de populações de insetos a inseticidas deve ser

no início do processo de evolução, para detectar as mudanças na frequência de genótipos resistentes, assim aferir a magnitude da resistência e inclusive, para aprimorar as estratégias de manejo da resistência. Portanto, este trabalho teve por objetivo caracterizar a suscetibilidade de *C. includens* aos ingredientes ativos flubendiamida (diamida) e metomil (carbamato) e definir uma concentração diagnóstica para programas de monitoramento da resistência de *C. includens*.

## 5.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.4.1 Coleta e criação de *Chrysodeixis includens*

As populações de *C. includens* foram coletadas em lavouras comerciais de soja em Santa Catarina em Lages, Erval Velho e Joaçaba nas safras 2013/14 e 2014/15 (Quadro 3).

As lagartas coletadas foram acondicionadas em recipientes plásticos de 145 mL contendo dieta artificial adaptada de Greene et al. (1976) e mantidos em sala climatizada a  $25\pm 2$  °C, umidade relativa de  $60\pm 10\%$  e fotofase de 14 horas. As pupas obtidas foram lavadas em solução de sulfato de cobre a 1% p/v e acondicionadas em placa gerbox com papel toalha até a emergência dos adultos.

Na fase adulta os insetos foram acondicionados, inicialmente, em gaiola plástica (40x30x30 cm) para o acasalamento. Após cinco dias os adultos foram transferidos para tubos de policloreto de polivinila (PVC) de 200 mm por 100 mm de diâmetro e revestido internamente com papel sulfite como substrato de oviposição. A alimentação dos adultos foi a base de mel a 10% p/v.

A retirada de ovos foi feita de dois em dois dias, sendo acondicionados em recipiente plástico de 145 mL com o fundo revestido com dieta artificial. Após o 3° instar as lagartas foram transferidas em grupo de três lagartas para recipientes de 50 mL

(copinho de café) contendo no fundo dieta artificial e fechados com tampa acrílica.

Quadro 3 – Procedências das populações de *Chrysodeixis includens* coletadas em lavouras comerciais de soja durante as safras de 2013/14 e 2014/15 nas regiões do Planalto Sul e Meio Oeste de Santa Catarina.

Safra	Município de coleta	Data de coleta	Coordenadas geográficas
2013/14	Lages (SUS14)	Março/2014	27°52'01.7"S 50°19'28.0"W
2014/15	Lages	Janeiro/2015	27°52'18.0"S 50°18'03.1"W
2014/15	Erval Velho	Fevereiro/2015	27°13'35.8"S 51°27'33.9"W
2014/15	Joaçaba	Fevereiro/2015	27°11'42.5"S 51°34'35.1"W

Fonte: Próprio autor.

#### 5.4.2 Caracterização da suscetibilidade de *Chrysodeixis includens*

A população SUS14 foi considerada como a população suscetível de referência por ter de 15 a 16 gerações em condições de laboratório, sem pressão de seleção por inseticidas, para comparação com as demais populações coletadas em lavouras de soja.

Os inseticidas utilizados foram o flubendiamida (Belt®, suspensão concentrada, 480 g de flubendiamida/L, Bayer CropScience Ltda) e metomil (Lanatte®, concentrado solúvel, 215 g de metomil/L, Du Pont do Brasil S.A.).

O método de bioensaio adotado foi o de ingestão com o tratamento superficial da dieta artificial com os inseticidas diluídos em água destilada com a adição de 0,1% v/v de espalhante adesivo (Triton®, Labsynth produtos para laboratórios Ltda.). Para cada inseticida foram preparadas de

cinco a onze concentrações espaçadas logaritmicamente que proporcionaram entre 5e 95% de mortalidade.

Para cada concentração dos inseticidas foi preparada uma placa com 24 células individuais (Costar®, modelo 3526, Cambridge, Massachusetts, EUA) preenchidas com cerca de 1,25 mL de dieta artificial (uma repetição) e mantida em câmara de fluxo laminar até a geleificação da dieta. Em seguida, sobre a superfície da dieta de cada célula foi aplicado o volume de 30 µL da solução do inseticida ou apenas água destilada mais espalhante adesivo (testemunha).

Após a secagem dos inseticidas foi transferida para cada célula uma lagarta de 3º instar com auxílio de uma pinça. As placas foram fechadas e acondicionadas em câmara climatizada a  $25\pm 1$  °C, umidade relativa de  $60\pm 10\%$  e fotofase de 14 horas. A mortalidade das lagartas foi avaliada após três e quatro dias para o metomil e flubendiamida, respectivamente (Figura 8) (MASCARENHAS; BOETHREL, 2000; CESSA et al., 2013; OWEN et al., 2013). O critério de mortalidade adotado foi com o uso de um estilete entomológico ao tocar os últimos segmentos abdominais, na ausência de locomoção a lagarta foi considerada morta.

Figura 8 – Unidades de bioensaio de ingestão com tratamento superficial em dieta artificial com lagartas de 3º instar de *Chrysodeixis includens* ( $T=25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $UR= 60\% \pm 10\%$  e fotoperíodo= 14 horas). Lages, SC, 2016.



Fonte: Próprio autor.

### 5.4.3 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de Probit para estimativa das concentrações letais 50 e 95 ( $CL_{50}$  e  $CL_{95}$ ). A razão de resistência foi estimada pela divisão entre a  $CL_{95}$  da população avaliada e a  $CL_{95}$  da população suscetível de referência (SUS14). As concentrações diagnósticas foram definidas a partir da  $CL_{95}$  e os dados submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância com auxílio do programa estatístico SAS Institute (Versão 9.1).

## 5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de caracterização da suscetibilidade de todas as populações de *C. includens* aos ingredientes ativos flubendiamida e metomil, adotando o método do bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial, se adequaram ao modelo de probit, os valores de  $\chi^2$  calculados foram inferiores aos valores de  $\chi^2$  tabelados (Tabelas 22 e 23) (ROBERTSON; PREISLER, 1992).

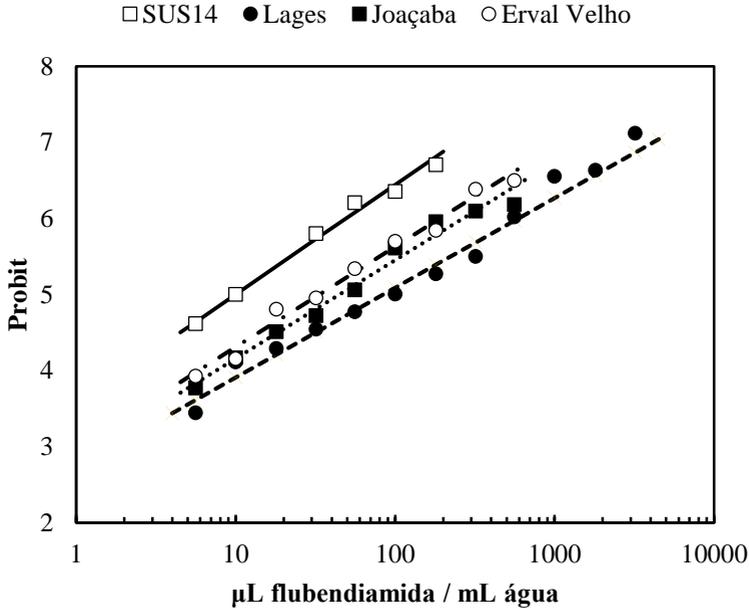
Para o inseticida flubendiamida a população suscetível de referência (SUS14) foi a que apresentou a maior suscetibilidade, obtendo os menores valores de concentração letal 50 e 95 ( $CL_{50}$  e  $CL_{95}$ ) [intervalo de confiança (IC) 95%] comparada as demais populações de *C. includens*. A  $CL_{50}$  estimada foi de 9,9 mg de flubendiamida/L de água (IC 95% 7,5-12,5) e a  $CL_{95}$  foi de 137,5 mg de flubendiamida/L de água (IC 95% 101,5-204,5), sendo diferente significativamente das demais populações por não ocorrer a sobreposição entre os intervalos de confiança (Tabela 22) (Figura 9). A razão de resistência (RR) estimada para as populações coletadas na safra 2014/15 foi de até 15,3 vezes (Tabela 23).

Tabela 22 – Suscetibilidade de populações de lagartas de 3º instar de *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com o tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo flubendiamida.

Pop <sup>1</sup>	G <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	Coefficiente angular (± EPM) <sup>4</sup>	CL <sub>50</sub> (mg i.a./L) (I.C. 95%)	CL <sub>95</sub> (mg i.a./L) (I.C. 95%)	χ <sup>2</sup>	g.l. <sup>5</sup>	RR <sup>6</sup>
SUS14	15-16	720	1,44±0,12	9,9 (7,5-12,5)	137,5 (101,5-204,5)	1,54	4	-
Lages	4-5	1440	1,18±0,06	84,6 (69,2-101,9)	2093,9 (1.558,0-2.974,5)	9,67	10	15,2
Joaçaba	5-6	1080	1,29±0,08	44,7 (37,7-52,8)	838,1 (609,5-1.241,1)	6,93	7	6,1
Erval Velho	5-6	1080	1,32±0,08	33,4 (28,5-38,8)	587,6 (437,2-843,5)	5,66	7	4,3

<sup>1</sup>Pop. – Populações; <sup>2</sup>G – Gerações; <sup>3</sup>N – Número de insetos avaliados; <sup>4</sup>EPM – Desvio padrão da média; <sup>5</sup>g.l. – Graus de liberdade; <sup>6</sup>RR – Razão de resistência calculada = CL<sub>95</sub> de uma população de campo dividido pela população de laboratório.

Figura 9 – Curvas de concentração-resposta de populações de lagartas de 3º instar de *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo flubendiamida.



Os valores de concentrações letais obtidas nesse trabalho com a população SUS14 foram semelhantes aos observados por OWEN et al. (2013) para uma população suscetível de referência coletada em Mississippi, EUA em 2009 e mantida em condições de laboratório por mais de doze gerações. Esses autores estimaram o valor da  $CL_{50}$  em 3,0 (0,41-7,6) mg de flubendiamida/L de água. Embora, verifica-se a sobreposição dos intervalos de confiança entre essas populações, indicando que a suscetibilidade entre elas foi semelhante. No entanto, diferenças de suscetibilidade podem ser devido a procedência da população, geração do inseto em laboratório ou a metodologia de bioensaio empregada para a detecção da resistência

(FFRENCH-CONSTANT; ROUSH, 1990). Owen et al. (2013) adotaram o método de bioensaio de ingestão por incorporação do inseticida na dieta que pode implicar em maior exposição ao inseticida, assim como a própria dieta artificial utilizada, que pode implicar na presença de diferentes fagoestimulantes que podem aumentar o consumo de dieta pela lagarta.

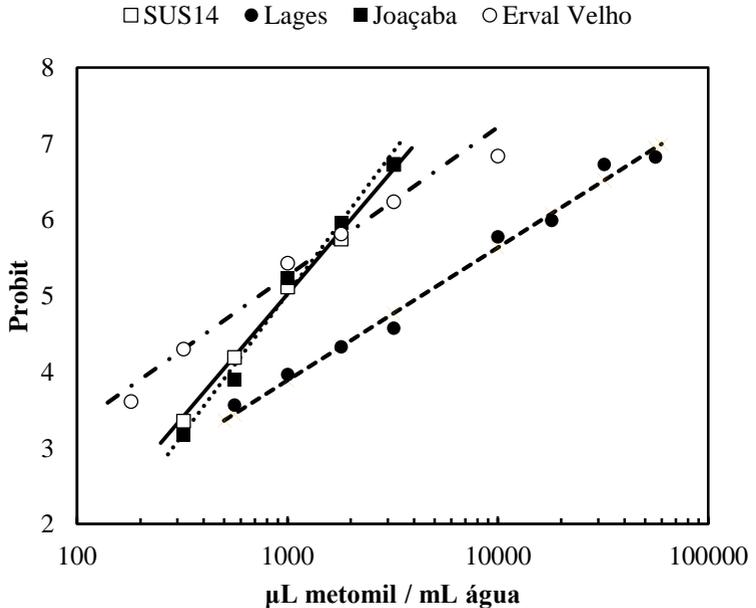
Para o inseticida metomil a  $CL_{50}$  estimada foi de 982,1 mg de metomil/L de água (IC 95% 894,1-1.076,5) e a  $CL_{95}$  foi de 3.152,7 mg de metomil/L de água (IC 95% 2.688,9-3,856,2). Não houve diferença significativa entre a suscetibilidade da população SUS14 com as populações coletadas em Eral Velho e Joaçaba (Tabela 2). No entanto, com a população coletada em Lages na safra 2014/15 não houve a sobreposição dos intervalos de confiança das  $CL_{50}$  e  $CL_{95}$  com a da população SUS14, com razão de resistência estimada em 12,0 vezes (Tabela 23 e Figura 10).

Tabela 23 – Suscetibilidade de populações de lagartas de 3<sup>o</sup> instar de *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com o tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo metomil.

Pop <sup>1</sup>	G <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	Coefficiente angular (±EPM) <sup>4</sup>	CL <sub>50</sub> (mg i.a./L) (I.C. 95%)	CL <sub>95</sub> (mg i.a./L) (I.C. 95%)	χ <sup>2</sup>	g.l. <sup>5</sup>	RR <sup>6</sup>
SUS14	16-17	600	3,25±0,23	982,1 (894,1-1.076,5)	3.152,7 (2.688,9-3.856,2)	1,49	3	-
Lages	5-6	960	1,75±0,1	4334,4 (3.572,4-5.206,9)	3.7851,8 (2.8391,1-5.4282,2)	6,15	6	12,0
Erval Velho	6-7	720	1,95±0,12	730,6 (553,7-941,4)	5.089 (3.408,7-9.269,0)	7,09	4	1,6
Joaçaba	6-7	600	3,71±0,27	982,4 (801,3-1.180,3)	2.723,7 (2.091,1-4.223,2)	4,95	3	0,9

<sup>1</sup>Pop. – Populações <sup>2</sup>G – Gerações <sup>3</sup>N – Número de insetos avaliados. <sup>4</sup>EPM – Desvio padrão da média. <sup>5</sup>g.l. – Graus de liberdade. <sup>6</sup>RR – Razão de resistência calculada = CL<sub>95</sub> de uma população de campo dividido pela população de laboratório.

Figura 10 – Curvas de concentração-resposta de populações de lagartas de 3º instar de *Chrysodeixis includens* em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial com o ingrediente ativo metomil.



Segundo a Cooperativa Coperdia (comunicação pessoal, janeiro de 2016) os principais inseticidas empregados no controle de lagartas (*C. includens*, *A. gemmatilis* e *H. armigera*) na soja na região do Meio Oeste pertencem aos grupos químicos dos carbamatos, fosforados, piretroides, benzoiluréias, diacihidrazinas, diamidas e espinosinas. Essa grade de agroquímicos empregada pode explicar a detecção da resistência de *C. includens* aos inseticidas flubendiamida e metomil em Santa Catarina.

No mundo a evolução da resistência de insetos aos inseticidas flubendiamida e metomil já foi detectada em 4 e 38 espécies de insetos de importância agrícola, respectivamente,

com destaque para os insetos da Ordem Lepidoptera. Mesmo recente no mercado mundial de inseticidas o flubendiamida já apresenta casos de insetos resistentes, com destaque para *Spodoptera exigua* e *Plutella xylostella* em países asiáticos (TEIXEIRA; ANDALORO, 2013; APRD-IRAC, 2015).

As populações de Joaçaba e Erval Velho apresentaram semelhanças na razão de resistência a flubendiamida não apresentando diferença significativa entre elas, sendo 6,1 e 4,3 vezes mais resistente em comparação com a população SUS (Tabela 21). A proximidade entre as lavouras, localizadas em Joaçaba e Erval Velho podem ter auxiliado na semelhança de suscetibilidade entre estas populações em laboratório, desta forma destacando a importância de adoção de medidas de controle fitossanitário regional para o manejo da resistência (SCOTT et al., 2005).

A estrutura genética e a variabilidade molecular de populações de *C. includens* oriundas de oito estados brasileiros indicam a existência de alto fluxo gênico e baixa diferenciação entre populações (PALMA et al., 2015). Provavelmente, esse resultado seja reflexo da alta capacidade de dispersão e por ser uma espécie polífaga, sendo registrada em 175 espécies de plantas hospedeiras, possibilitando a rápida disseminação de alelos raros e de baixa frequência, como exemplo, os alelos de resistência a inseticidas (SPECHT et al., 2015; BALDIN et al., 2014; PALMA et al., 2015). Segundo Palma et al. (2015) há dois grupos moleculares de *C. includens* no Brasil, indicando a necessidade de estudos de medidas de manejo diferenciado para esses grupos, inclusive de manejo da resistência.

Para programas fitossanitários regionais pode se observar o sucesso obtido na Austrália para o manejo da resistência de *H. armigera* e *H. punctigera* em cultivos de algodão aos inseticidas e para os cultivos de algodão com modificação genética pela inserção do gene cry de *B. thuringiensis*, baseado em medidas obrigatórias ao agricultor

como, por exemplo, realizar o vazio sanitário para interromper o ciclo da praga (SCOTT et al., 2005).

Quando comparada a suscetibilidade das populações de *C. includens* aos inseticidas flubendiamida e metomil, verificou-se a hipótese de resistência cruzada entre esses dois inseticidas, principalmente, na população coletada em Lages na safra 2014/15 que apresentou a maior razão de resistência para ambos os ingredientes ativos (Tabelas 22 e 23).

A evolução da resistência de insetos aos carbamatos tem sido associado, principalmente, a redução da sensibilidade da enzima acetilcolinesterase que corresponde ao sítio de ação desses inseticidas, mas a atividade metabólica para detoxificação também foi apontada como um mecanismo de resistência envolvido (ZHAO et al., 1996). O padrão de resistência cruzada tem sido documentado entre os inseticidas do mesmo grupo químico (carbamatos), devido a insensibilidade do sítio de ação; mas também com inseticidas fosforados (GEORGHIOU; SAITO, 1983).

O padrão de resistência cruzada observada para carbamatos é influenciada pelo histórico do uso de inseticidas, práticas agrônômicas empregadas em cada região, diversidade genética das populações, mas também pode variar em função da espécie de inseto. Em uma população de *Spodoptera exigua* coletada nos EUA foi verificada a presença de insensibilidade da acetilcolinesterase conferindo alta magnitude de resistência ao metomil (> 68 vezes), mas não houve resistência cruzada com clorpirifós (fosforado), provavelmente pela diferença da mutação responsável pela insensibilidade do sítio de ação (pressão de seleção devido ao metomil e não ao fosforado) ou a presença de outro mecanismo de resistência (BYRNE, TOSCANO, 2001).

Ahmad et al. (2001) verificaram que populações de *H. armigera* coletadas no Paquistão resistentes ao tiodicarbe não apresentaram resistência cruzada com carbaril ou metomil, embora todos sejam carbamatos. Enquanto que em populações

de *S. litura* coletada entre 1997 e 2005 foi documentado um padrão de resistência cruzada entre ingredientes ativos do mesmo grupo químico, fosforados (quinalfós, profenofós), carbamatos (metomil e tiodicarbe) e piretroides (bifentrina e ciflutrina). Entre grupos químicos foi constatada a resistência cruzada entre endosulfan (ciclodieno) e metomil / tiodicarbe, inclusive populações com resistência cruzada negativa entre metomil e bifentrina. Uma hipótese que pode explicar essa variação no padrão de resistência cruzada seria a possibilidade de haver mais de dois mecanismos de resistência, nesse caso com a ação de enzimas monooxigenases do citocromo P450 e esterases (AHMAD et al., 2007).

Os casos de resistência cruzada com flubendiamida tem sido reportado com outros ingredientes ativos do mesmo grupo químico e os principais mecanismos de resistência reportados na literatura são a detoxificação metabólica e alteração do sítio de ação do inseticida (TEIXEIRA; ANDALORO, 2013). Wang et al. (2013) verificaram a presença de resistência cruzada entre as diamidas flubendiamida e clorantraniliprole em populações de *P. xylostella* coletadas no sul da China (PY, ZH e ZC), com razão de resistência variando entre 15 e 1.150 vezes. Segundo esses autores a ação de enzimas do complexo das monooxigenases do citocromo P450, glutathione S-transferase e esterases explicam parcialmente a resistência de *P. xylostella* a clorantraniliprole. Segundo Gong et al. (2014) as populações PY, ZH e ZC de *P. xylostella* apresentaram uma mutação no sítio de ação dos receptores de rianodina que também pode estar associada a evolução da resistência dessa espécie a clorantraniliprole.

A presença de diferentes mecanismos de defesa para impedir a ação do inseticida, aumenta a probabilidade de ocorrer resistência múltipla, onde mais de um mecanismo de defesa está reduzindo a ação letal do inseticida (BELLINGER, 1996). Desta forma trabalhos futuros devem elucidar os mecanismos de resistência e o padrão de resistência cruzada dessa espécie com

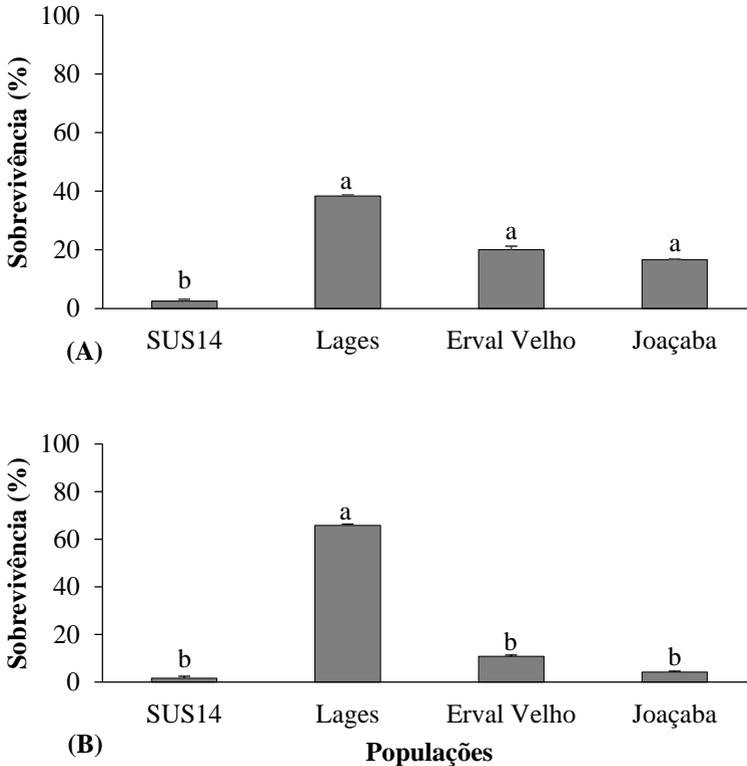
outros inseticidas empregados na cultura da soja no Brasil, principalmente entre flubendimida e clorantraniliprole, uma vez que ambos os ingredientes ativos são registrados para o controle de *C. includens* e *A. gemmatilis* (MAPA, 2016).

Para o manejo da resistência de insetos a inseticidas é necessário a adoção de algumas estratégias, como o uso da dose registrada na cultura para a praga e a rotação de inseticidas de diferentes mecanismos de ação (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012). Aliado 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 se torna uma ferramenta importante para detectar falhas no controle devido a evolução da resistência e aprimorar as estratégias de manejo adotadas (FFRENCH-COSTANT; ROUSCH, 1990; MASCARENHAS; BOETHEL, 2000).

Através da curva de concentração-resposta da população suscetível de referência (SUS14) foi definida como concentração diagnóstica uma concentração que proporciona mortalidade de 95% dos indivíduos, com base na  $CL_{95\%}$ , assim para flubendiamida foi definida a concentração de 180 mg de flubendiamida/L de água e para metomil a concentração de 3.200 mg de metomil/L de água.

Pode-se observar que a concentração diagnóstica utilizada foi eficiente para diferenciar a suscetibilidade entre as populações coletadas na safra 2014/15, os resultados foram iguais aos dados observados nas curvas de concentração-resposta das populações de *C. includens* aos inseticidas flubendiamida e metomil (Figura 11).

Figura 11 – Sobrevivência de populações de lagartas de 3º instar de *Chrysodeixis includens* à concentração diagnóstica de (A) 180 mg de flubendiamida/L de água e (B) 3.200mg de metomil/L de água em bioensaio de ingestão com tratamento superficial da dieta artificial.



O uso de concentrações diagnósticas para o monitoramento da resistência tem como principal vantagem, comparada ao uso da técnica da curva de concentração-resposta, a possibilidade de testar maior número de insetos para uma concentração, permitindo maior probabilidade de detectar indivíduos resistentes quando ainda é baixa frequência de resistência (FFRENCH-CONSTANT; ROUSH, 1990).

A detecção da resistência é uma etapa importante para propor e aprimorar as estratégias atuais de manejo. A relação entre falhas no controle e razão de resistência ainda não é muito claro, porque o sucesso no controle de insetos irá depender da frequência de resistência e densidade da praga. Normalmente, razão de resistência inferior a dez vezes não proporciona fracassos no controle devido a evolução da resistência (FFRENCH-CONSTANT; ROUSH, 1990).

Mas no presente trabalho foi detectado pela primeira vez no Brasil diferenças na suscetibilidade de populações de *C. includens* aos inseticidas flubendiamida e metomil. Sem a implementação de estratégias de manejo da resistência ao longo das próximas safras com o uso desses inseticidas é de se esperar o aumento da razão de resistência e o relato de fracassos no controle no campo (GEORGHIOU; SAITO, 1983).

Na China a partir da coleta de populações de *P. xylostella*, em 2008 e 2009, após a introdução do chlorantraniliprole, a primeira diamida registrada no país, observou-se populações com razão de resistência de até 9 vezes (WANG et al., 2010). Em 2011 a razão de resistência constatada em *P. xylostella* a chlorantraniliprole já foi de 18 a 1.150 vezes e para flubendiamida foi de 15 a 800 vezes (WANG et al., 2013). Embora tenha sido detectada alta razão de resistência de *P. xylostella* as diamidas na China, estudos apontam para a instabilidade da resistência e presença de custo adaptativo do inseto resistente na ausência de pressão de seleção, contribuindo para o restabelecimento da suscetibilidade (WANG et al., 2013; GONG et al., 2014).

Na cultura da soja são preconizadas para o manejo da resistência de lepidópteros a inseticidas, além do seu uso em rotação, baseado no mecanismo de ação, outras medidas de controle com o objetivo de reduzir a pressão de seleção como o uso de liberações massais de inimigos naturais (SIQUEIRA et al., 2012), o uso de plantas com resistência natural que retardem o desenvolvimento do inseto (ROSE et al., 1989; FUGI et al.,

2005; SOUZA et al., 2014; BOIÇA JÚNIOR et al., 2015), o uso de cultivares geneticamente modificados com inserção do gene cry que conferem mortalidade a insetos (CRIALESI-LEGORI et al., 2014) e outras medidas para implementação do MIP soja (BUENO et al., 2013).

## 5.6 CONCLUSÕES

- Há diferenças na suscetibilidade entre populações de *C. includens* aos ingredientes ativos flubendiamida e metomil.
- A razão de resistência estimada para populações de *C. includens* aos inseticidas flubendiamida e metomil foi de até 15,2 e 12,0 vezes, respectivamente.
- As concentrações diagnósticas definidas para o monitoramento da suscetibilidade de populações de *C. includens* foram de 180 mg de flubendiamida/L de água e 3.200 mg de metomil/L de água.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento da diversidade de espécies de insetos-praga e inimigos naturais em lavouras de soja, o uso de cultivares de soja mais resistentes naturalmente a *C. includens* e o monitoramento da suscetibilidade da *C. includens* a inseticidas são fundamentais para aprimorar as técnicas de manejo dos insetos, servindo de base para o Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Com base neste trabalho foi possível determinar a frequência das subfamílias Plusiinae e Eulepidotinae, com *Chrysodeixis includens* e *Anticarsia gemmatalis* consideradas espécies constantes, durante o período vegetativo e reprodutivo da soja. Dando suporte para que o monitoramento do nível populacional destes insetos seja feito constantemente, mas considerando a frequência dos controladores biológicos, que atuam de forma natural nas lavouras, sendo observado neste trabalho em lavoura de soja comercial chegando a até 75,5% de parasitismo nas com isto beneficiando o produtor, possibilitando a redução do uso de inseticidas, desde que ele utilize inseticidas seletivos aos inimigos naturais.

Durante as duas safras estudadas foi possível afirmar que a quantidade de insetos-praga pertencentes as subfamílias Heliiothinae e Xyleninae, representados por *Helicoverpa armigera* e do gênero *Spodoptera*, respectivamente, se encontraram em baixa quantidade, representando atualmente baixo risco para danos nas lavouras de soja no estado de Santa Catarina ou essas espécies apresentam maior suscetibilidade aos inseticidas empregados. Porém para a safra 2014/15 houve um incremento de seis vezes na captura de insetos da subfamília Xyleninae, podendo ser indicativo de insetos selecionados provenientes de áreas vizinhas com uso de cultivares geneticamente modificados resistentes (soja BT) aos insetos *A. gemmatalis*, *C. includens*, *Rachiplusia nu* e *Crociosema*

*aporema*, sugerindo a necessidade de acompanhar a composição da fauna de lepidópteros em soja decorrente a liberação comercial do uso da soja BT.

A verificação da eficácia no uso de armadilhas com feromônio sexual, visando substituir o pano de batida tradicional, pode ser promissor para a subfamília Plusiinae por apresentar alta correlação com o pano de batida e para subfamília Heliothinae para monitoramento do aparecimento na lavoura, podendo ser um grande aliado do produtor para minimizar o tempo gasto no monitoramento de insetos entre uma lavoura e outra e confirmar a presença do insetos-praga.

Com o teste de desenvolvimento de *C. includens* em cultivares comerciais de soja, foi possível estabelecer entre as cultivares avaliadas o menor desenvolvimento da *C. includens* foi no cultivar Benso 1RR, esta redução no desenvolvimento do inseto poderá auxiliar o produtor, por proporcionar principalmente a redução no número de aplicações de produtos inseticidas. Dessa forma durante a avaliação de cultivares deveria ser incluído testes de antibiose e antixenose para mensurar a qualidade do alimento para o desenvolvimento do inseto.

Ao avaliar a preferência de consumo e desenvolvimento da *C. includens* em folhas e vagens de soja foi verificado consumo das vagens de soja, porem afetando significativamente o desenvolvimento do inseto quando fornecido a vagem como único alimento. Assim, essa espécie tem baixo risco de causar danos diretos na estrutura que será comercializada.

Com a introdução de novas pragas, como visto após a confirmação da presença de *Helicoverpa armigera* no Brasil houve grande euforia para a necessidade de intervenções com inseticidas nas lavouras de soja, quase que as aplicações seguem um 'calendário'. Dessa forma aumenta os riscos de evolução da resistência de insetos a inseticidas. Essa pode ser uma explicação para a detecção de resistência a flubendiamida, o uso excessivo

desse ingrediente ativo, principalmente após o seu registro para o controle de *H. armigera*.

Dessa forma é importante a implementação de estratégias de manejo, como o uso da rotação de inseticidas, principalmente após a efetivação de um programa amplo de monitoramento da resistência e avaliação de resistência cruzada para a indicação regional de inseticidas efetivos para retardar o processo de evolução da resistência de *C. includens* e de outros lepidópteros pragas na soja.

Com isto os dados deste trabalho permitem dar subsídios para o avanço do MIP no manejo de *C. includens* em soja, visando melhorar a qualidade de vida no campo, mantendo a sustentabilidade da produção de soja com lucro, economia de gastos e consequentemente impedindo impactos a natureza, ao ser humano.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOT, A. R.; MOSCARDI, F.; FUXA, J. R.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; RICHTER, A. R. Development of Resistance by *Anticarsia gemmatalis* from Brazil and the United States to a Nuclear Polyhedrosis Virus under Laboratory Selection Pressure. **Biological Control**, v. 7, n. 1, p. 126–130, 1996.

AHMAD, M.; ARIF, M. I.; AHMAD, Z. Resistance to carbamate insecticides in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. **Crop Protection**, v. 20, n. 1, p. 427–432, 2001.

AHMAD, M.; IQBAL ARIF, M.; AHMAD, M. Occurrence of insecticide resistance in field populations of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. **Crop Protection**, v. 26, n. 6, p. 809–817, 2007.

ANDRADE, K. **Aspectos bioecológicos de *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, 2014.

APRD-IRAC **Arthropod Pesticide Resistance Database**, Disponível em: <[http:// www. Pesticideresistance.org/ display.php?page=species&arId=248](http://www.Pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=248)>. Acesso em 16 Jan. 2016.

ÂNGULO, A.O; OLIVARES, T.S.; WEIGERT, G.T. **Estados inmaduros de lepidópteros noctuidos de importância econômica, agrícola y forestal em Chile (Lepidoptera: Noctuidae)**. Concepcion-Chile: Impreso siglo veintiuno, 2006. 154p.

ÁVILA, C.J.; VIVAN, L.M.; TOMQUELSKI, G.V. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. **Circular Técnica 23**. Dourados: Embrapa. 2013.

BAEHRECKE, E.H.; STRAND, M.R. Embryonic morphology and growth of the polyembryonic parasitoid *Copidosoma floridanum* (Ashmead) (Hymenoptera : Encyrtidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, v. 19, n. 3-4, p. 165–175, 1990.

BALDIN, E. L. L.; LOURENÇÃO, A. L.; SCHLICK-SOUZA, E. C. Outbreaks of *Chrysodeixis includens* ( Walker ) ( Lepidoptera : Noctuidae ) in common bean and castor bean in São Paulo State, Brazil. **Bragantia**, v.1, n.1, p.1-4, 2014.

BARROS, R. **Tecnologia e produção: Soja e Milho 2011/2012**: Plantas daninhas na cultura da soja. Fundação MS. 2011. 8p.

BECK, D. STANLEY. Resistance of plants to insects. **Annual Review of Entomology**, v. 1, n. 1, p.1-26, 1965.

BELL, H. A.; MARRIS, G.C.; BELL, J.; EDWARDS, J.P. The biology of *Meteorus gyrator* (Hymenoptera: Braconidae), a solitary endoparasitoid of the tomato moth, *Lacanobia oleracea* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 90, n. 4, p.299–308, 2000.

BELLINGER. R. **Pest Resistance to Pesticides**. Department of Entomology, Clemson University, 1996.

BERNARDI, O.; BERNARDI, D.; RIBEIRO, R.S.; OKUMA, D.M.; SALMERON, E.; FAVORETTO, J.; MEDEIROS, F.C.L.; OMOTO, C. Frequency of resistance to Vip3Aa20 toxin from *Bacillus thuringiensis* in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Brazil. **Crop Protection**, v. 76, n.1, p. 7–14, 2015.

BERNARDI, O.; SORGATTO, R.J.; BARBOSA, A.D.; DOMINGUES, F.A.; DOURADO, P.M.; CARVALHO, R.A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G.P.; OMOTO, C. Low susceptibility of *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically-modified soybean expressing Cry1Ac protein. **Crop Protection**, v. 58, n. 1, p. 33–40, 2014.

BNDES. Relatório 3 – Defensivos agrícolas. **Potencial de diversificação da indústria química Brasileira**, Rio de Janeiro, 2014.

BOARETO, M.A.C.; BRANDÃO, A.L.S. **Manejo integrado de pragas**, Vitória da Conquista: UESB, 2000.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BOTTEGA, D. B.; SOUZA, B. H. S. DE; RODRIGUES, N. E. L.; MICHELIN, V. Determinação dos tipos de resistência a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja. **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 607, 2015a.

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**, v. 108, n. 1, p. 317–325, 2015b.

BORTOLOTTO, O.C.; BUENO, A.F.; BRAGA, K.; BIATO, R.; QUEIROZ, A.P.; POMARI, A.F.; MIKAMI, A.T.; SILVA, G.V. Parâmetros biológicos de *Heliothis virescens* (Lepidoptera Noctuidae) em folha e vagem de feijão. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2014. **Resumos...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2014.

BOSCH, R.V.D.; MESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A.P. **An introduction to biological control**. Ver. ed. of: Biological control, 1973. New York: Plenum Press, 1982. 247p.

BRIER, H. B.; ROGERS, D. J. Leaf-feeding resistance to six Australian noctuids in soybean. **Crop Protection**, v. 10, n. 4, p. 320–324, 1991.

BUENO, V.H.P. **Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade**. 2 ed. UFLA: Universidade Federal de Lavras, 2009. 430p.

BUENO, A.F.; PANIZZI, A.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; GAZZONI, D.L.; MOSCARDI, F.; CORSO, I.J.; ROGGIA, S. 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.; PAULA-MORAES, S.V.; GAZZONI, D.L.; POMARI, A.F. Economic Thresholds in Soybean-Integrated Pest Management: Old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**, v. 42, n. 5, p. 439–447, 2013.

BUENO, R.C.O.F.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J.R.P.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. Lepidopteran larvae consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, n.1, p. 170-174, 2011.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J.R.G.; CAMILLO, M.F. Sem barreira. **Revista Cultivar**, v. 93, n. 1, p. 12-15, 2007.

BÜRGI, L. P.; MILLS, N. J. Developmental strategy and life history traits of *Meteorus ictericus*, a successful resident parasitoid of the exotic Light Brown Apple Moth in California. **Biological Control**, v. 66, n. 3, p. 173–182, 2013.

BYRNE, F. J.; TOSCANO, N. C. An insensitive acetylcholinesterase confers resistance to methomyl in the beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 22, p. 524–528, 2001.

CABELLO, T. Natural enemies of noctuid pests (Lep., Noctuidae) on alfalfa, corn, cotton and soybean crops in Southern Spain. Hamburg. **Journal of Applied Entomology**, v. 108, n. 1, p. 80-88, 1989.

CAMPOS, M. C. Expansão da soja no território nacional: O papel da demanda internacional e da demanda interna. **Revista Geografares**, v.1, n.8, p. 1–19, 2010.

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

CASTRO, M.J.P.; SILVA, P.H.S.; PÁDUA, L.E.M. Atividade de extrato de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 3, p. 437-422, 2008.

CESSA, R.M.A.; MELO, E.P.; JUNIOR, I.S.L. Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepdoptera: noctuidae) alimentadas com folhas de milho e feijoeiro imersas em soluções contendo inseticidas. Pouso Alegre, MG. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 1, p. 85–92, 2013.

CHIARADIA, L. A.; REBONATTO, A.; SMANIOTTO, M. A.; et al. Artropodofauna associada às lavouras de soja, Lages, **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.10, n.1, p. 29–36, 2011.

CHRISPIM, T. P.; RAMOS, J. M. Revisão de literatura: Resistência de plantas a insetos. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v.1, n.10, p.1-10, 2007.

CIDASC. Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina, Relatório: **Inspeções *in locu* para verificar a ocorrência da *Helicoverpa armigera* na ADR de Campos Novos, Etapa 3**. CIDASC, 2014. Disponível em: < <http://www.cidasc.sc.gov.br/defesasanitariavegetal/files/2013/12/RELATORIO-INSPE%C3%87% C3%83O-H.-arm%C3%ADgera-06-03-2014-1.pdf> >. Acesso em 16 Jan. 2016a.

CIDASC. Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina, Relatório: **Confirmação da presença de *Helicoverpa armigera* em Santa Catarina**. CIDASC, 2014. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/defesasanimariavegetal/helicoverpa-armigera/confirmacao-da-presenca-de-helicoverpa-armigera-em-santa-catarina/>>. Acesso em 2 Fev. 2016b.

CI-SOJA. Centro de Inteligência da Soja. **Utilização do grão**. Disponível em:< <http://www.cisoja.com.br/index.php?p=utilizacao>>. Acesso em 16 Jan. 2016.

COLOMO, M.V.; BERTA, C.; VALVERDE, L.; SUELDO, M.R.; DODE, M. Incidencia de parasitoides en larvas de lepidópteros noctuidos en el cultivo de soja , en Tucumán , Argentina. **Boletín Sanidad Vegetal Plagas**, v. 35, n. 1991, p. 563–569, 2009.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – **11° Levantamento - Agosto/2015**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, p. 103, 2015. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_08\\_11\\_08\\_55\\_08\\_boletim\\_graos\\_agosto\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_11_08_55_08_boletim_graos_agosto_2015.pdf)>. Acesso em 16 Jan. 2016.

CORRÊA, J.C.R.; SALGADO, H.R.N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** Botucatu, v. 13, n. 4, p. 500-506, 2011.

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.

CROW, J. Genetics of insect resistance to chemicals. **Annual Review of Entomology**, v.2, n.1 p.227-246, 1957.

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

CRUZ, I. **Desafio complexo**. Caderno Técnico Cultivar, Maio 2013. Disponível em: <<http://boaspraticasagronicas.com.br/upload/file/Revista%20Cultivar.pdf>>. Acesso em 12 Dez. 2015.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Extrato de parecer N°2542/2010**, 2011.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Extrato de parecer técnico N°513/2005 N°2542/2010**, 2005.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer técnico N°1.100/2007**, 2007.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110–113, 2013.

DIDONET, J.; FRAGOSO, D.B.; PELUZIO, J.M.; SANTOS, G.R. Flutuação populacional de pragas e seus inimigos naturais em soja no projeto Rio Formoso - Formoso do Araguaia, TO, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 1, p. 67-74, 1998.

DIDONET, J.; SARMENTO, R.A.; AGUIAR, R.W.S.; DOS SANTOS, G. R. ERASMO E.A.L. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi , **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, v.1, n. 69, p. 50-57, 2003.

DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da Resistência de *Spodoptera frugiperda* ( J . E . Smith ) a Lambda-Cialotrina. **Neo**, v. 30, n. 2, p. 311–316, 2001.

DINIZ, J.F.S. **Não preferência para alimentação e antibiose em genótipos de feijão-caupi a *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP – Campus de Jaboticabal, 2015.

DO CARMO, E.L.; BUENO, R.C.O.F.; VIERA, S.S.; GOULART, M.M.P.; CARNEIRO, T.R. Selectivity of Pesticides Used in Soybean Crops To *Trichogramma Pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Pupae. **Arquivos do Instituto Biológico** Sao Paulo, v. 77, n. 2, p. 283–290, 2010.

DOWNES, S.; MAHON, R. Successes and challenges of managing resistance in *Helicoverpa armigera* to Bt cotton in Australia. **Landes Bioscience**, v. 3, n. 3, p. 228–234, 2012.

EHLER, L.E.; BOTTRELL, D.G. **The illusion of integrated pest management**. Science and Technology, National Academy of Sciences. 2000.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivar de soja: BR-36**. Brasília: Embrapa, 1991. 6p. (Folder)

EMBRAPA SOJA. História: **Histórico no Brasil**, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em 03 Dez. 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Árvore do conhecimento**. Características da soja. Disponível em:< [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_24\\_271020069131.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html) > Acesso em 03 Dez. 2015a.

EMPRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **História da soja**. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em 03 Dez. 2015b.

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. **MRG – Joaçaba**. Cepa: Florianópolis-SC, 2015. Disponível em: < [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/Dados\\_regioes/Joacaba.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Dados_regioes/Joacaba.pdf) >. Acesso em 12 Dez. 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization. **FAO Statistical yearbook**: World food and agriculture. Rome: FAO, 2013.

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; FOERSTER, L. A. Biology and reproductive capacity of *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera, Noctuidae) in different soybean cultivars. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, n. 2, p. 89–95, 2015.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C.E. **Stages of Soybean Development**. AMES, Iowa State University – Cooperative Extension Service, 1977, p.12.

FERREIRA, P.L. Estatística descritiva e inferencial. **Faculdade de Economia - Universidade de Coimbra**, v.1, n. 1, p. 120, 2005.

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. **Pesticide Resistance in Arthropods**. New York: Chapman and Hall, cap.2, 1990, p. 46.

FILHO, D.B.F.; JÚNIOR, J.A.D.S. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115–146, 2009.

FITT, G.P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, v. 34, n.1, p. 17-52, 1989.

FORMENTINI, A.C.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PAULA-MORAES, S.V.; BARROS, N.M.; SPECHT, A. Lepidoptera (Insecta) associated with soybean in Argentina, Brazil, Chile and Uruguay. Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p. 2113–2120, 2015.

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

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

GAZZONI, D.L. Perspectivas do manejo de pragas. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. 859 p.

GEORGHIOU, G.P. The magnitude of the resistance problem. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Pesticide resistance: strategies and tactics for management**. Washington, D.C.: National Academic Press, 1986. 43p.

GEORGHIOU, G.P.; SAITO, T. **Pest resistance to pesticides**. Plenum Press. New York and London, 1983. 809p.

GOATER, B.; RONKAY, L.; FIBIGER, M. **Noctuidae Europeae**. Soro: Entomological Press, v.10, n. 1, 452 p., 2003.

GONG, W.; YAN, H.; GAO, L.; GUO, Y.; XUE, C. Chlorantraniliprole Resistance in the Diamondback Moth ( Lepidoptera : Plutellidae ). **Entomological Society of América**, v. 107, n. 2, p. 806–814, 2014.

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

GRIGOLLI, J.F.J. Controle químico de *Helicoverpa* spp. na cultura da soja em Mato Grosso do Sul. Maracaju, MS. **Fundação MS**, v.1, n.1, 2014.

GUEDES, J.V.C.; ARNEMANN, J.A.; PERINI, C.R.; MELO, A. A. *Helicoverpa* veio para ficar e devorar. **A Granja**, v.1, n.1, 2014.

GUEDES, J.V.C.; PERINI, C.R.; STACKE, R.F.; CURIOLETTI, L.E.; ARNEMANN, J.A.; ALENDE, V.P. Lagartas da soja: das lições do passado ao manejo do futuro. **Plantio Direto**, ed. 144, 2015.

GUEDES, R.N.C.; LIMA, J.O.G.; SANTOS, J.P.; CRUZ, C.D. Resistance to DDT and pyrethroids in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) **Journal of Stored Products Research**, v.31, n.2, p. 145-150, 1995.

HARTLEY, C.J.; NEWCOMB, R.D.; RUSSELL, R.J.; YONG, C.G.; STEVENS, J.R.; YEATES, D.K.; LA SALLE, J.; OAKESHOTT, J.G. Amplification of DNA from preserved specimens shows blowflies were preadapted for the rapid evolution of insecticide resistance. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 103, n. 23, p. 8.757-8.762, 2006.

HENNING, A.R.; ALMEIDA, M.R.; GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; YORINORI, J.T.; COSTAMILAN, L.M.; FERREIRA, L.P.; MEYER, M.C.; SOARES, R.M.; DIAS, W.P. **Manual de identificação de doenças de soja**. Londrina, PR. 2005. 72p.

HOFFMANN, 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.; OLIVEIRA, L.J.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; CORSO, I.C. Pragas que atacam plântulas, hastes e pecíolos da soja In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012a. 859 p.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. **Soja**. Brasília: Embrapa, 2012b. 859 p.

HOLLOWAY, J.D.; BRADLEY, J.D.; CARTER, D.J.; **Guides to insects of importance to man. Lepidoptera**. London: The Natural History Museum, 1992. 263p.

HURLEY, K. W.; DUSSOURD, D. E. Toxic geranium trichomes trigger vein cutting by soybean loopers, *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Arthropod-Plant Interactions**, v. 9, n. 1, p. 33–43, 2015.

HUSCH, P.E.; SOSA-GÓMES, D.R. Suscetibilidade de *Euschistus heros* a tiametoxam, lambda-cialotrina e acefato em mesorregiões do Paraná, Brasil. In: **Jornada acadêmica da embrapa soja**, n.1, v. 8, 2013, Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 174-177. (Embrapa Soja. Documentos, 339).

IRAC. Comitê Brasileiro de ação a resistência a inseticidas. **Classificação do modo de ação dos inseticidas**. Disponível em < <http://www.ira-br.org/#!modo-de-ao-de-inseticidas-e-acaricidas/c10s0> >. Acesso em 25 Jan. 2016.

JENSEN, R.L.; NEWSON, L.D.; GIBBENS, J. Soybean Looper; effect of adult nutrition on oviposition, mating frequency and longevity. **Journal of Economic Entomology**, v. 67, n.1, p. 467-476, 1974.

JÚNIOR, A.L.M; PEREIRA, P.R.V.S.; SILVA, W.R.; GRIFFEL, S.C.P. Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no Estado de Roraima, **Ciência Agrária Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 71-76, 2010.

JUNIOR, M.E.; GUARUS, IFF. Controle biológico de insetos pragas. **I Seminário Mosaico Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 1–16, 2011.

KOGAN, M.; TURNIPSEED, S.G.; SHEPARD, M.; OLIVEIRA, E.B.; BORGIO, A. Pilot insect pest management program for soybean in southern Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 70, n. 1, p. 659-663, 1977.

LAMPERT, E.C.; BOWERS, M.D. Host plant species affects the quality of the generalist *Trichoplusia ni* as a host for the polyembryonic parasitoid *Copidosoma floridanum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 134, n. 3, p. 287–295, 2010.

LANDOLT, P. J.; TOTH, M.; MEAGHER, R. L.; SZARUKAN, I. Interaction of acetic acid and phenylacetaldehyde as attractants for trapping pest species of moths (Lepidoptera: Noctuidae). **Pest Management Science**, v. 69, n. 2, p. 245–249, 2013.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2.ed São Paulo: Ícone, 1991.

LEONARD, B. R.; BOETHEL, D. J.; SPARKS, A. N. J. R.; LAYTON, B.; MINK, J.S.; PAVLOFF, A.M. BURRIS, E. GRAVES, J.B. Variations in response of soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) to selected insecticides in Louisiana (USA). **Journal of Economic Entomology**, v. 83, n. 1, p. 27–34, 1990.

LEVY, S. M.; FALLEIROS, A. M. F.; MOSCARDI, F.; GREGÓRIO, E. A. Susceptibility/resistance of *Anticarsia gemmatalis* larvae to its nucleopolyhedrovirus (AgMNPV): Structural study of the peritrophic membrane. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 96, n. 2, p. 183–6, 2007.

LINO-NETO, J.; BÁO, S.N.; DOLDER, M.A. H. Structure and ultrastructure of the spermatozoa of *Trichogramma pretiosum* riley and *Trichogramma atopovirilia* oatman and platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Acta Zoologica**, v. 81, n. 3, p. 205–211, 2000.

LOPES, L.F. **Treinamento Sistema – S.A.S.** Departamento de estatística laboratório – S.A.S. Santa Maria, RS. 2006.

LORINI, I Insetos que atacam grãos de soja In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-Praga.** Brasília: Embrapa, 2012. 859 p.

LOURENÇÃO, L.; REZENDE, J.A.M.; MASCARENHAS, H.A.A.; FILHO, A.W.P.F. Ocorrência de *Semiothisa abydata* (guenée) (Lepidoptera: Geometridae) em soja no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 5–6, 1980.

LUNA, M.G.; SANCHEZ, N.E. Parasitoid assemblages of soybean defoliator Lepidoptera in north-western Buenos Aires province, Argentina. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 1, n. 4, p. 255–260, 1999.

MACHADO, V.; FIÚZA, L.M. Evolução e manejo da resistência de insetos. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, 2008.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Governo Chinês aprova soja Brasileira geneticamente modificada**, 2013a. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2013/06/governo-chines-aprova-soja-brasileira-geneticamente-modificada> >. Acesso em 12 Dez. 2015.

MAPA Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento. **Instrução Normativa nº 59, de 18 de dezembro de 2013**. Lista de pragas quarentenarias para o Brasil, 2013b. Disponível em <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Aniamal/Laborat%C3%B3rios/BACKUP-LAB/ESCOPOS/IN%2059-2013%20-%20pragas%20quarenten%C3%A1rias%20para%20o%20Brasil.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/Laborat%C3%B3rios/BACKUP-LAB/ESCOPOS/IN%2059-2013%20-%20pragas%20quarenten%C3%A1rias%20para%20o%20Brasil.pdf)>. Acesso em 25 Jan. 2016.

MAPA Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento. **Sistema Agrofit**. Disponível em < [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/ap\\_praga\\_detalhe\\_cons?p\\_id\\_cultura\\_praga=3540](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/ap_praga_detalhe_cons?p_id_cultura_praga=3540) >. Acesso em 3 Fev. 2016.

MAPA Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento. **Sistema Cultivarweb**. Gerenciamento da informação Disponível em <[http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)>. Acesso em 22 Dez. 2015.

MARUYA, W.I.; PINTO, A.D.E.S.; GRAVENA, S. Parasitóides e *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson em Lagartas Desfolhadoras (Lepidoptera) na Cultura da Soja. **Boletín Sanidad Vegetal**, v. 27, p. 561–567, 2001.

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**, v. 26, n.1 p. 76-83, 1997.

MEAGHER, R.L.; BRAMBILA, J.; HUNG, E. Monitoring for Exotic *Spodoptera* Species (Lepidoptera: Noctuidae) in Florida. **Florida Entomologist**, v. 91, n. 4, p. 517–522, 2008.

MELANDER, A. L. Can insects become resistant to sprays?, Lanham, **Journal of Economic Entomology**, v. 7, n. 1, p. 167-173, 1914.

MENA, E.F.G. **Toxidade de inseticidas a *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2010.

MISSÃO, M.R. Soja: Origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. Maringá: **Maringá Management: Revista de Ciências Empresariais**, v.3, n.1, p.7-15, 2006.

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

MORAES, R.R.; LOECK, A.E.; BELARMINO, L.C. Flutuação populacional de Plusiinae e *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 51-56, 1991.

MORANDO, R.; BALDIN, E. L. L.; CRUZ, P. L.; LOURENÇÃO, A. L.; CHIORATO, A. F. Antixenosis of bean genotypes to *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 6, p. 450–458, 2015.

MOSCARDI, F. Problemática das populações dos insetos pragas em desequilíbrio e a retomada do MIP: **Ata da XXX Reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil**. Rio Verde. Embrapa Soja, 2008.

MOSCARDI, F.; CARVALHO, R.C.Z. de. Pest management: Consumo e utilização de folhas de soja por *Anticarsia gemmatalis* Hüb. (Lepidoptera: Noctuidae) infectada, em diferentes estádios larvais, por seu vírus de poliedrose nuclear. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 22, n.1, p. 267-280, 1993.

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.

MOSCARDI, F.A. nucleopolyhedrovirus for control of the velvetbean caterpillar in Brazilian soybeans. In: VINCENT, C.; GOETTEL, M.S.; LAZAROVITS, G. (Ed.). **Biological control** – a global perspective. Wallingford: CAB International, v. 1, n. 1, p. 344-352, 2007.

MOSCARDI, F.; BARFIELD, C.S.; ALLEN, G.E. Effects of temperature on adult velvetbean caterpillar oviposition, egg hatch, and longevity. **Annals of Entomological Society of America**, v. 74, n.1, p. 167-171, 1981.

MURILLO, H. Flight capacity of *Copidosoma floridanum* (Hymenoptera: Encyrtidae) in vegetable greenhouses. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 3, p. 1190–1192, 2013.

NAKANO, O. **Entomologia econômica**. Piracicaba, 2011. 464p. (Publicação independente).

NAVA, D. E.; PARRA, J. R. P. Development and soybean leaf consumption by *Urbanus proteus proteus* (L.). **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 661–663, 2002.

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

NORA, I.; REIS FILHO, W. Damage to apple (*Malus domestica*, Bork) caused by *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) **Acta Horticulturae**, v.232, p.209-212, 1989.

NHM. **Natural History Museum** Disponível em: < <http://www.nhm.ac.uk/>>. Acesso em 2 Fev. 2016.

OLIVEIRA, A.P.S.; SIVORI, R.; BOF, M.I.C. Ritmos circadianos e preferência pela busca de alimento de larvas de *Pseudoplusia includens* ( Walker , 1857 ) ( Lepidoptera : Noctuidae ). **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 3, p. 263–269, 2013.

OLIVEIRA, L.J.; ROGGIA, S.; SALVADORI, J.R.; ÁVILA, C.J.; FERNANDES, P.M.; OLIVEIRA, C.M. Insetos que atacam raízes e nódulos 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.

OSTEEN, C.; GOTTLIEB, J.; VASAVADA, U. agricultural resources and environmental Indicators, 2012 edition. **US Department of Agriculture**, v.1, n. 98, p. 55, 2012.

OWEN, L.N.; CATCHOT, A.L.; MUSSER, F.R.; GORE, J.; COOK, D.C., JACKSON, R. Susceptibility of *Chrysodeixis includens* ( Lepidoptera : Noctuidae ) to reduced-risk insecticides. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 2, p. 554–559, 2013.

PAINTER, R.H. Resistance of plants to insects. **Annual Review of Entomology**, v. 3, n. 1, p. 267–290, 1958.

PALMA, J.; MAEBE, K.; GUEDES, J. V. C.; SMAGGHE, G. Molecular variability and genetic structure of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae), an important soybean defoliator in Brazil. **PloS one**, v. 10, n. 3, p. e0121260, 2015.

PANIZZI, A.R.; BUENO, A.F.; SILVA, F.A.C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. 859 p.

PANIZZI, A.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Comparação de dois métodos de amostragem de artrópodos em soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 7, p. 60-66, 1978.

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 164p.

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**, v. 33, n.1, p. 563-567, 2004.

PANIZZI, A.R.; SMITH, J.G.; PEREIRA, L.A.G.; YAMASHITA, J. Efeito dos danos de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) no rendimento e qualidade da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1.,1978, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1979. p. 59-78.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.477.

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

PEDIGO, L.P.; RICE, M.E. **Entomology and Pest Management**. 6th edição. Upper Saddle River, NJ. Pearson Prentice Hall, 2009. 784 p.

PERIOTO, N.; LARA, R.I.R.; SANTOS, J.C.C.; SILVA, T.C. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados na cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)(Fabaceae), no município de Nuporanga, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 2, p. 185–187, 2002.

PICANÇO, M.C. **Manejo integrado de pragas**. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de biologia animal. Viçosa, MG. 2010.

PIRES, C. S. S.; SUJII, E.R.; SCHMIDT, F.G.V.; ZARBIN, P.H.G.; ALMEIDA, J.R.M.; BORGES, M. Potencial de uso de armadilhas iscadas com o feromônio sexual do percevejo marrom, *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae), para o monitoramento populacional de percevejos praga da soja. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, v. 77, n. 1, p. 70–77, 2006.

PIUBELLI, G. C.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S. H.; NEVES DE OLIVEIRA, M. C. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatilis*? **Journal of Chemical Ecology**, v. 31, n. 7, p. 1509–1525, 2005.

RESENDE, D. C.; MENDES, S.M.; WAQUIL, J.M.; DUARTE, J.O.; SANTOS, F.A. Adoção da área de refúgio e manejo de resistência de insetos. **Revista Política Agrícola**, v. 1, n. 23, p. 119–128, 2014.

RIBEIRO, R.S. **Monitoramento da suscetibilidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas diamidas no Brasil.** 2014. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2014.

ROBERTSON, J.L.; PREISLER, H.K. **Pesticide bioassays with arthropods.** CRS Press, London. 1992.

RODRIGUES, D.M.; SOUZA, C.R.; AGUIAR, R.W.S.; DE MELO, A.V.; DA SILVA, J.C.; OOTANI, M.A.; CRUZ, W.P. Tricomas conferem resistência contra herbivoria de *Cerotoma arcuata* em cultivares de soja, **Agroecossistemas**, v. 4, n. 2, p. 33-39, 2012.

RODRIGUES, W. C; **DivEs – Diversidade de Espécies v 3.0** – Guia do usuário. Entomologistas do Brasil. 30p. 2015. Disponível em: <<http://www.dives.ebras.bio.br>>. Acesso em 12 Dez. 2015.

ROGERS, D. J.; BRIER, H. B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on vegetative soybean. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 39–46, 2010.

ROJAS, J.C.; VIRGEN, A.; MALO, E.A. Seasonal and nocturnal flight activity of *Spodoptera frugiperda* Males (Lepidoptera: Noctuidae) monitored by pheromone traps in the coast of Chiapas, Mexico. **Florida Entomologist**, v. 87, n. 12, p. 496–503, 2004.

ROSE, R.L.; SPARKS, T.C.; SMITH, C.M. The influence of resistant soybean (PI 227687) foliage and coumestrol on the metabolism of xenobiotics by the soybean looper, *Pseudoplusia includens* (Walker). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 34, n. 1, p. 17–26, 1989.

SALDIVAR, X.; WANG, Y.J.; CHEN, P.; HOU, A. Changes in chemical composition during soybean seed development. **Food Chemistry**, v. 124, n. 4, p. 1369–1375, 2011.

SANTOS, F. **Ocorrência, dinâmica e diversidade genética populacional da *Helicoverpa armigera* (hübner, 1809) (Lepidoptera:Noctuidae) no estado de Santa Catarina**. 2015. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

SANTOS, K.B.; MENEGUIM, A.M.; SANTOS, W.J., NEVES, P.M.O.J.; SANTOS, R.B.S Caracterização dos danos de *Spodoptera eridania* (Cramer) e *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) a estruturas do algodoeiro. **Neotropical Entomology**, v.39, n.4, p.626-631, 2010.

SAS INSTITUTE. **SAS User's guide: statistics**. Software Version 9.0. Cary, NC, USA, 2002.

SCHLICK-SOUZA, E.C. **Resistência de genótipos de soja a *C. includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, 2013.

SBCS, **Manual de adubação e de calagem** para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

SCOTT, K. D.; LAWRENCE, N.; LANGE, C. L.; SCOTT, L.J.; WILKINSON, K.S.; MERRITT, M.A.; MILES, M.; MURRAY, D.; GRAHAM, G.C. Assessing moth migration and population structuring in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) at the regional scale: example from the Darling Downs, Australia. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 6, p. 2210–2219, 2005.

SILVA, A.L. Levantamento populacional das principais pragas da cultura de soja em Goiânia, **Anais da E. A. V.**, v.1; n.1, p.1-17, 1977.

SILVA, M.S.; NAVES, M.M.V.; OLIVEIRA, R.B.; LEITE, O.S.M. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja 1. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 571–576, 2006.

SILVA, V.P.; PEREIRA, M.J.B.; VIVAN, L.M.; BLASSIOLI-MORAES, M.C.; LAUMANN, R.A.; BORGES, M. Monitoramento do percevejo marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por feromônio sexual em lavoura de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 11, p. 844–852, 2014.

SILVEIRA-NETO, S; NAKANO, O.; **Manual de ecologia dos insetos**. Editora Agronômica Ceres. São Paulo. 1976. 419 p.

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F.J.; OLIVEIRA, H. N. **Controle biológico de insetos-praga na soja**. Tecnologia e Produção Soja, 2013.

SIQUEIRA, J.R.; BUENO, R.C.O.F.; BUENO, A.F.; VIEIRA, S.S. Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 1–5, 2012.

SOBCZAK, J. F.; MAIA, D.P.; MOURA, J.C.M.S.; COSTA, V.A.; VASCONCELLOS-NETO, J. Natural history of interaction between *Meteorus* sp. Haliday, 1835 (Hymenoptera: Braconidae) and its hyperparasitoid *Toxumella albipes* Girault, 1913 (Hymenoptera: Pteromalidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 1, p. 211–4, 2012.

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.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORSO, I.C.; OLIVEIRA, L.J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A.R.; BUENO, A.F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina, PR. 2014. 100p.

SOSA-GÓMEZ, D.R. **Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos**. 2005. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv\\_fung.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv_fung.pdf)>. Acesso em: 22 Dez. 2015.

SOUZA, B. H. S.; SILVA, A G.; JANINI, J. C.; BOICA JÚNIOR, A L. Antibiosis in Soybean Genotypes and the Resistance Levels to *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 43, n. 6, p. 582–587, 2014.

SOUZA, B.H.S.; JÚNIOR, A.L.B.; JANINI, J.C.; DA SILVA, A.G.; RODRIGUES, N.E.L. Feeding of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera : Noctuidae ) on soybean genotypes. **Revista Colombiana de Entomología** , v. 38, n. 2, p. 215–223, 2012.

SORGATTO, R.; BERNARDI, O.; OMOTO, C. Survival and Development of *Spodoptera frugiperda* and *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) on Bt Cotton and Implications for Resistance Management. **Environmental Entomology**, v.44, n.1, p.1-8, 2015.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMES, D.R.; PAULA-MORAES, S.V.; YANO, S.A.C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 689–692, 2013.

SPECHT, A.; DE PAULA-MORAES, S. V.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Host plants of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.1, n.1, p. 55–57, 2015.

STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, R.S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v. 29, n.1, p.81-101, 1959.

STORER, N. P.; BABCOCK, J. M.; SCHLENZ, M.; et al. Discovery and characterization of field resistance to Bt maize: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Puerto Rico. **Journal of Economic Entomology**, v. 103, n. 4, p. 1031–1038, 2010.

STRAND, M. R.; RIVERS, D.; GRBIC, M. Caste formation in the polyembryonic wasp *Copidosoma floridanum* (Hymenoptera: Encyrtidae): in vivo and in vitro analysis. **Journal of insect physiology**, v. 43, n. 6, p. 553–565, 1997.

STÜRMER, G.R.; FILHO, A.C.; GUEDES, J.V.C.; STEFANELLO, L. Sample size for estimate the average of caterpillars in soybean. Uberlandia, J. **Bioscience Journal**, v.1, n.1, p. 1596–1605, 2013.

STÜRMER, G.R.; FILHO, A.C.; STEFALO, L.S.; GUEDES, J.V.C. Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja Efficiency of sampling methods for caterpillars and stink bugs in soybean. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2105–2111, 2012.

TAY, W.T.; SORIA, M.F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G.T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **PLoS ONE**, v. 8, n. 11, p. e80134, 2013.

TEIXEIRA, L. A.; ANDALORO, J. T. Diamide insecticides: Global efforts to address insect resistance stewardship challenges. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 106, n. 3, p. 76–78, 2013.

THAKRE, M.; THAKUR, M.; MALIK, N.; GANGER, S. Mass scale cultivation of entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* using agricultural products and agro wastes. **Journal of Biopesticides**, v. 4, n. 2, p. 176-179, 2011.

THOMAZINI, M.J. A comunicação química entre os insetos: Obtenção e utilização de feromônios no manejo de pragas. In: GONÇALVES, R.C.; OLIVEIRA, L.C. **Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia**. Rio Branco: Embrapa, 2012 p.338-354.

THOMAZONI, D.; SORIA, M.F.; PEREIRA, E.J.G.; DEGRANDE, P.E. *Helicoverpa armigera*: Perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do estado de Mato Grosso, Mato Grosso, MT. **Circular Técnica**, v. 1, n. 5, p. 1-12, 2013.

URAMOTO, K.; WALTER, J. M.M.; ZUCCHI, W. R. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera : Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 33–39, 2005.

USDA. World Agricultural Supply and Demand Estimates. **United States Department of Agriculture**, p. 1–40, 2015.

VENDRAMIM, J.D.; GUZZO, E.C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnologia; Londrina: Embrapa Soja, 2009. 1164p.

VENDRAMIM, J.D. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: CROCOMO, W.B. **Manejo integrado de pragas**. Botucatu: UNESP/CETESB, 1990. 197p.

VIANA, M.P.; SANTOS, A.A.; FREIRE, F.C.O.; CARDOSO, J.E. Recomendações para o controle das principais doenças que afetam a cultura do melão na Região. Nordeste **Circular Técnica 12**. Fortaleza: Embrapa. 2001.

WANG, X.; KHAKAME, S. K.; YE, C.; YANG, Y.; WU, Y. Characterisation of field-evolved resistance to chlorantraniliprole in the diamondback moth, *Plutella xylostella*, from China. **Pest Management Science**, v. 69, n. 5, p. 661–665, 2013.

WANG, X.; LI, X.; SHEN, A.; WU, Y. Baseline Susceptibility of the Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae) to Chlorantraniliprole in China. **Journal of Economic Entomology**, v. 103, n. 3, p. 843–848, 2010.

WAQUIL, J.M. **Manejo integrado de pragas: revisão histórica e perspectivas**, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014.

WAY, M.J.; VAN EMDEN, H.F. Integrated pest management in practice — pathways towards successful application. **Crop Protection**, v. 19, n.1, p. 81-103, 2000.

WERMELINGER, E. D.; FERREIRA, A. P. Métodos de controle de insetos vetores: um estudo das classificações. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 4, n. 3, p. 49–54, 2013.

WIEST, A.; BARRETO, M. R. Evolução dos insetos-praga na cultura da soja no Mato Grosso. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 2, p. 84–87, 2012.

YORINORI, J.T. e LAZZAROTTO, J.J. Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul. **Documentos 236**. Londrina: Embrapa Soja, 2004, 27p.

ZAHIRI, R.; KITCHING, I.J.; LAFONTAINE, J.D.; MUTANEN, M.; KAILA, L.; HOLLOWAY, J.D.; WAHLBERG, N. A new molecular phylogeny offers hope for a stable family level classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). **Zoologica Scripta**, v.40, n.2, p.158-173, 2011.

ZANELLA, R. Resíduos em alimentos: pesticidas e metais, **III Curso de Qualidade na Indústria de Alimentos**, UFSM, 2007.

ZHAO, G.; ROSE, R. L.; HODGSON, E.; ROE, R. M.  
Biochemical Mechanisms and Diagnostic Microassays for  
Pyrethroid, Carbamate, and Organophosphate Insecticide  
Resistance/Cross-Resistance in the Tobacco Budworm,  
*Heliothis virescens*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**,  
v. 56, n. 3, p. 183–195, 1996.

## ANEXOS

ANEXO A – Estádios vegetativos e reprodutivos da soja (*Glycine max*).

<b>Estádios vegetativos</b>	<b>Estádios reprodutivos</b>
VE – Emergência	R1 - Início do florescimento
VC – Cotilédone	R2 - Pleno florescimento
V1 - Primeiro nó	R3 - Início da formação das vagens
V2 - Segundo nó	R4 - Plena formação das vagens
V3 - Terceiro nó	R5 - Início do enchimento das sementes
*	R6 - Pleno enchimento das vagens
*	R7 - Início da maturação
V(n) - enésimo nó	R8 - Maturação plena

Fonte: Adaptado de Fehr; Caviness (1977).

## ANEXO B – Subprodutos processados a partir da soja.

<b>Óleo Refinado</b>	
<b>Uso Comestível</b>	<b>Uso Técnico</b>
Manufatura	Ingredientes para Calefação
Antibióticos	Óleo Refugado
Óleo de Cozinha	Desinfetantes
Margarina	Isolação Elétrica
Produtos Farmacêuticos	Inseticidas
Temperos para Salada	Fundos de Linóleo
Óleo para Salada	Tecidos para Impressão
Pasta para Sanduíche	Tintas para Impressão
Gordura Vegetal	Revestimentos
Produtos Medicinais	Plastificadores
	Cimento à Prova de Água
	Massa para Vidraceiro
	Sabão
<b>Lectina</b>	
Agente Emulsificante	Agente Antiespumante
Produtos de Padaria	Fabricação de Escuma
Produção de Balas	Fabricação de Álcool
Agente Ativo de Superfície	Agente Dispersante
Revestimento de Chocolate	Fabricação de Tintas
Produtos Farmacêuticos	Inseticidas
Nutrição	Fabricação Umidificante
Uso Médico	Cosméticos
Uso Doméstico	Pigmentos
Agente Contra Salpiqueiro	Substituto do Leite para
Fabricação de Margarina	Bezerros
Agente Estabilizador	Metais em Pó
Gorduras	
	Têxteis
	Produtos Químicos
	Agente Estabilizante
	Emulsões
	Agente Anti-Derrapante
	Gasolina

Fonte: Adaptado de Embrapa Soja (2014).

ANEXO C – Diversidade de parasitoides das ordens Hymenoptera e Diptera catalogados sobre lagartas da soja na região neotropical.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Hospedeiro</b>
<b>HYMENOPTERA</b>		
Aphelinidae	<i>Encarsia porteri</i> (Mercet, 1928)	<i>A. gemmatalis</i>
Braconidae	<i>Apanteles</i> sp.	<i>C. includens</i>
	<i>Cotesia grenadensis</i> (Ashmead, 1900)	
	<i>Apanteles marginiventris</i> (Cresson, 1865)	
	<i>Meteorus leviventris</i> (Wesmael, 1835)	<i>A. gemmatalis</i>
	<i>Meteorus deltae</i> Blanchard, 1936	<i>C. includens</i> <i>C. includens</i>
	<i>Meteorus</i> sp.	
	<i>Agathis</i> sp.	<i>Crosidosema aporema</i>
	<i>Chelonus</i> sp.	
	<i>Macrocentrus</i> sp.	<i>Omiodes indicata</i>
		<i>Bracon hellulus</i> (Costa Lima)
Chalcididae	<i>Agathis</i> sp.	
	<i>Brachymeria mnestor</i> (Walker, 1841)	
Eulophidae	<i>Spilochalcis</i> sp.	
	<i>Euplectrus platypenae</i> (Howard, 1885)	<i>Agrotis ipsilon</i>
Ichneumonidae	<i>Campoletis sonorensis</i> (Cameron, 1886)	<i>A. gemmatalis</i> <i>C. includens</i>
	<i>Ophium flavidus</i> Brullé	<i>A. gemmatalis</i>
	<i>Campoletis grioti</i> (Blanchard, 1946)	<i>C. includens</i>

Continua...

## ANEXO C – Conclusão.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Hospedeiro</b>	
<b>HYMENOPTERA</b>			
Ichneumonidae	<i>Pimpla golbachii</i> (Porter, 1970)	<i>Omiodes indicata</i>	
	<i>Eiphosoma minense</i> Costa Lima, 1953		
	<i>Colpotrochia lineolata</i> (Brullé)	<i>S. eridania</i>	
	<i>Casinaria plusiae</i> (Blanchard, 1947)	<i>C. includens</i>	
	<i>Mesochorus discitergus</i> (Say, 1836)	<i>C. includes</i>	
	Platygastridae	<i>Telenomus cyamophylax</i> Polaszek, 1997	<i>A. gemmatalis</i>
		Trichogrammatidae	<i>Trichogramma rojasi</i> Nagaraja & Nagarkatti, 1973
<i>T. atopovirilia</i> Oatmann & Platner, 1983			
<b>DIPTERA</b>			
Tachinidae	<i>Patelloa rusti</i> (Aldrich)		
	<i>Patelloa similis</i> (Townsend, 1927)	<i>C. includens</i> <i>O. indicata</i> <i>S. cosmioides</i> <i>Semiothisa</i> sp.	
	<i>Jurinella salla</i> Curran, 1947	<i>A. gemmatalis</i>	
	<i>Euphorocera</i> sp.		
	<i>Voria ruralis</i> (Fallén)	<i>C. includens</i>	
	<i>Lespesia</i> sp.	(L)	
	<i>Nemorilla ruficornis</i> (Townsend, 1869)	<i>C. aporema</i>	
	<i>Lespesia</i> sp.	<i>Urbanus</i>	
	<i>Euphorocera</i> sp.	<i>proteus</i> (L)	

Fonte: Adaptado Bueno et al. (2012).