

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA A *Chrysodeixis includens*  
(WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**EUNICE CLÁUDIA SCHLICK-SOUZA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU – SP

Dezembro - 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA A *Chrysodeixis includens*  
(WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**EUNICE CLÁUDIA SCHLICK-SOUZA**

Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas)

**Orientador:** Prof. Dr. Edson Luiz Lopes Baldin

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU – SP

Dezembro – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S344r Schlick-Souza, Eunice Cláudia, 1981-  
Resistência de genótipos de soja a *Chrysodeixis*  
*includens* (Walker) (Lepdoptera: Noctuidae) / Eunice Cláudia  
Schlick-Souza. - Botucatu : [s.n.], 2013  
xi, 77 f. : tabs., fots. color., grafs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013  
Orientador: Edson Luiz Lopes Baldin  
Inclui bibliografia

1. Soja - Genótipos. 2. Resistência a doenças e pragas - Aspectos genéticos. 3. Antibiose. 4. Antixenose. I. Baldin, Edson Luiz Lopes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU  
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

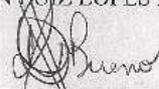
TÍTULO: "RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA A *Chrysodeixis includens*  
(WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)"

ALUNA: EUNICE CLAUDIA SCHLICK SOUZA

ORIENTADOR: PROF. DR. EDSON LUIZ LOPES BALDIN

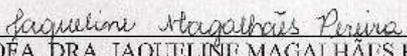
Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. EDSON LUIZ LOPES BALDIN

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. REGIANE CRISTINA OLIVEIRA DE F. BUENO

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. CARLOS FRÉDERICO WILCKEN

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ANDRÉ LUIZ LOURENÇÃO

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. JAQUELINE MAGALHÃES PEREIRA

Data da Realização: 12 de dezembro de 2013.

*Aos meus pais Egon e Ema Schlick, e a minha sogra Eva Alves de Souza.*

*Ofereço*

*Ao meu esposo Genivaldo David de Souza-Schlick.*

*Aos meus filhos Daniel e Ester Schlick Souza.*

*Dedico*

*“Respondeu Jesus: Eu sou o caminho, a verdade e a vida. Ninguém vem ao Pai, a não ser por mim. João 14:*

*6.*

*O temor do SENHOR é o princípio da sabedoria e o conhecimento do santo é entendimento. Provérbios 9: 10”*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente. Amém (Romanos 11:36), agradeço pela vida, saúde e a família.

A minha família Schlick e Souza, pelo amor, carinho, incentivo e auxílio nos momentos difíceis. Agradeço a todos que fazem parte da minha vida, e a tornam mais humana e agradável. Em especial, aos meus pais EGON e EMA, minha sogra EVA, meu esposo GENIVALDO e aos meus filhos DANIEL e ESTER.

Ao Prof. Dr. Edson Luiz Lopes Baldin, pela orientação, confiança e amizade, por compartilhar seu conhecimento, conselhos e respeito pela área da Entomologia. Agradeço também do seu apoio para a realização e conclusão deste trabalho.

À Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Botucatu, pelas condições oferecidas para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Departamento de Proteção Vegetal da FCA/UNESP, a todos os professores, em especial ao Dr. Carlos Frederico Wilcken, Dr. Carlos Gilberto Raetano, Dra. Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno e a Dra. Sílvia Renata S. Wilcken pela amizade, sabedoria, ensinamentos transmitidos e colaboração para a execução deste trabalho. Aos servidores Domingos Paulossi, Maria de Fátima Almeida Silva, Nivaldo Lúcio da Costa, Paulo Roberto Rodrigues e Samuel Thomaz da Silva, pela amizade e auxílio durante a execução da parte experimental e apoio administrativo.

Aos funcionários da Biblioteca “Prof. Paulo de Carvalho Mattos” e do Centro de Convivência Infantil, por toda ajuda disponibilizada.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos, para a realização do curso.

Ao Dr. André Luiz Lourenção, do IAC de Campinas (Setor de Entomologia), pelo fornecimento de sementes de soja utilizadas neste trabalho e pelas sugestões, auxílio e conhecimentos transmitidos durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos Laboratórios de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ-USP e ao Laboratório de Criação

de Insetos da Empresa DuPont Brasil, Paulínia, SP, pelo envio dos ovos de *C. includens*, para a execução deste trabalho.

Aos colegas da pós-graduação, pela amizade, palavras de estímulo, auxílio e sugestões. Quero destacar em especial Elaine, Patrícia, Rafaela, José Paulo, Efraim, Vinícius e o estagiário Roney;

Aos amigos em Cristo, pelo apoio e ajuda para o desenvolvimento deste trabalho, Vitória, Bruno, Lilis, Beto, Luciene, César e Elzi, muito obrigado e que Deus continue os abençoando.

*Muito obrigado!*

*Que Deus abençoe ricamente a vida de cada um de vocês.*

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	IX
LISTA DE FIGURAS .....	X
1 RESUMO .....	01
2 SUMMARY .....	03
3 INTRODUÇÃO.....	05
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	09
4.1 A cultura da soja .....	09
4.2 Importância econômica.....	10
4.3 Características da cultura.....	11
4.4 Aspectos biológicos de <i>Chrysodeixis includens</i> (Walker) .....	12
4.5 Danos de <i>C. includens</i> .....	14
4.6 Métodos de controle para <i>C. includens</i> .....	15
4.6.1 Resistência de plantas a insetos em soja.....	18
5 MATERIAL E MÉTODOS .....	23
5.1 Criação estoque de <i>C. includens</i> .....	23
5.2 Obtenção e multiplicação dos genótipos de soja .....	26
5.3 Ensaio com mariposas .....	28
5.3.1 Atratividade e índice de atratividade com chance de escolha .....	28
5.3.2 Preferência para oviposição com e sem chance de escolha.....	29
5.4 Análises morfológica e física .....	30
5.4.1 Densidade de tricomas.....	30
5.4.2 Determinação da cor.....	31
5.5 Ensaio com lagartas .....	32
5.5.1 Ensaio de antibiose .....	32
5.5.2 Ensaio de preferência alimentar .....	33
5.6 Análise anatômica.....	34
5.7 Análises estatísticas .....	35
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
6.1 Ensaio com mariposas.....	37

6.1.1 Atratividade e índice de atratividade com chance de escolha .....	37
6.1.2 Preferência para oviposição com e sem chance de escolha .....	39
6.2 Análises morfológica e física.....	41
6.2.1 Densidade de tricomas .....	41
6.2.2 Determinação da cor .....	47
6.3 Ensaio com lagartas .....	49
6.3.1 Ensaio de antibiose.....	49
6.3.2 Ensaio de preferência alimentar .....	55
6.4 Análise anatômica .....	58
7 CONCLUSÕES .....	63
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Composição da dieta artificial de <i>C. includens</i> (adaptado de Parra, 2001). Botucatu, SP, 2013 .....	24
<b>Tabela 2.</b> Genótipos de soja utilizados no trabalho, e respectivas genealogias. Botucatu, SP, 2013 .....	27
<b>Tabela 3.</b> Número médio de ovos ( $\pm$ EP) de <i>C. includens</i> sete dias após a liberação das mariposas, em 17 genótipos de soja, em condições de casa de vegetação em testes com e sem chance de escolha. Botucatu, SP, 2013.....	40
<b>Tabela 4.</b> Número médio de tricomas ( $\pm$ EP) obtidos em 16 mm <sup>2</sup> de folhas de genótipos de soja, em condições de casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013.....	43
<b>Tabela 5.</b> Coeficientes de correlação simples (r) obtidos entre a oviposição com e sem chance de escolha e o número médio de tricomas em 16 mm <sup>2</sup> obtidos nos diferentes genótipos de soja, em condições de casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013. ....	44
<b>Tabela 6.</b> Avaliação colorimétrica ( $\pm$ EP) de folhas de genótipos de soja cultivados em casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013.....	48
<b>Tabela 7.</b> Coeficientes de correlação simples (r) obtidos entre a oviposição com e sem chance de escolha e os índices colorimétricos obtidos nos diferentes genótipos de soja, em condições de casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013.....	49
<b>Tabela 8.</b> Período médio larval (dias $\pm$ EP), peso médio de pupas (mg $\pm$ EP) e período de ovo-adulto (dias $\pm$ EP) de <i>C. includens</i> em 17 genótipos de soja (T= 26 $\pm$ 2°C, UR= 65 $\pm$ 10% e fotoperíodo= 14 h). Botucatu, SP, 2013. ....	50
<b>Tabela 9.</b> Consumo médio foliar ( $\pm$ EP) do período larval de <i>C. includens</i> em 17 genótipos de soja em condições de laboratório (T= 26 $\pm$ 2°C, UR= 65 $\pm$ 10% e fotoperíodo= 14 h). Botucatu, SP, 2013 .....	57
<b>Tabela 10.</b> Espessura média de folhas ( $\pm$ EP) obtida em genótipos de soja, em condições de casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013.....	58
<b>Tabela 11.</b> Coeficientes de correlação simples (r) obtidos entre a área foliar consumida durante a fase larval e a espessura foliar obtidos nos diferentes genótipos de soja, em condições de casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013 .....	59

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Criação estoque de <i>C. includens</i> em laboratório (T= 26 ± 2°C, U.R.= 65 ± 10% e fotoperíodo= 14 h). A – recipientes com dieta artificial utilizados para o desenvolvimento das lagartas; B – gaiola de criação de mariposas. Botucatu, SP, 2013 .....	26
<b>Figura 2.</b> Gaiola utilizada em ensaios de atratividade e preferência para oviposição com chance de escolha, para mariposas de <i>C. includens</i> . A - disposição dos genótipos na gaiola e liberação das mariposas; B – avaliação de atratividade quatro dias após a liberação. Botucatu, SP, 2013.....	29
<b>Figura 3.</b> Gaiola utilizada na oviposição sem chance de escolha, para mariposas de <i>C. includens</i> . A – gaiola utilizada no teste; B – avaliação de oviposição sete dias após a liberação. Botucatu, SP, 2013.....	30
<b>Figura 4.</b> Determinação dos índices colorimétricos em 17 genótipos de soja. A – calibração do aparelho Konica Minolta®; B – avaliação dos 17 genótipos de soja. Botucatu, SP, 2013.....	32
<b>Figura 5.</b> Ensaio de antibiose de <i>C. includens</i> com 17 genótipos de soja, sob condições de laboratório (T= 26 ± 2°C, U.R.= 65 ± 10% e fotoperíodo= 14 h). A – inserção de discos foliares nas placas de Petri; B – avaliação diária de aspectos biológicos. Botucatu, SP, 2013.....	33
<b>Figura 6.</b> Classificação de genótipos de soja, de acordo com o índice de atratividade. Botucatu, SP, 2013.....	38
<b>Figura 7.</b> Fotos de microscópio estereoscópio (10x) mostrando a densidade de tricomas de seis genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500 µm. Botucatu, SP, 2013.....	44
<b>Figura 8.</b> Fotos de microscópio estereoscópio (10x) mostrando a densidade de tricomas de seis genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500 µm. Botucatu, SP, 2013.....	45
<b>Figura 9.</b> Fotos de microscópio estereoscópio (10x) mostrando a densidade de tricomas de cinco genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500 µm. Botucatu, SP, 2013.....	46

	Página
<b>Figura 10.</b> Viabilidade larval (%) de <i>C. includens</i> em 17 genótipos de soja obtida em laboratório (T= 26 ± 2°C, U.R.= 65 ± 10% e fotoperíodo= 14 h). Botucatu, SP, 2013 .....	52
<b>Figura 11.</b> Anomalia na formação de pupa de <i>C. includens</i> confinada ao genótipos ‘IAC 17’ (T= 26 ± 2°C, U.R.= 65 ± 10% e fotoperíodo= 14 h). Botucatu, SP, 2013.....	53
<b>Figura 12.</b> Viabilidade pupal (%) de <i>C. includens</i> em 17 genótipos de soja obtida em laboratório (T= 26 ± 2°C, U.R.= 65 ± 10% e fotoperíodo= 14 h). Botucatu, SP, 2013.....	54
<b>Figura 13.</b> Emergência total (%) de <i>C. includens</i> em 17 genótipos de soja obtida em laboratório (T= 26 ± 2°C, U.R.= 65 ± 10% e fotoperíodo= 14 h). Botucatu, SP, 2013.....	55
<b>Figura 14.</b> Fotos de microscópio estereoscópico (10x) mostrando a espessura das folhas de seis genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500 µm. Botucatu, SP, 2013.....	60
<b>Figura 15.</b> Fotos de microscópio estereoscópico (10x) mostrando a espessura de folhas de seis genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500 µm. Botucatu, SP, 2013.....	61
<b>Figura 16.</b> Fotos de microscópio estereoscópico (10x) mostrando a espessura de folhas de cinco genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500 µm. Botucatu, SP, 2013.....	62

## 1 RESUMO

No Brasil a soja, *Glycine max* (Linnaeus) Merrill, é a principal oleaginosa, responsável pela geração de divisas, além de ser a principal cultura produtora de óleo vegetal e representar importante fonte de proteínas. Durante o desenvolvimento, a cultura é atacada por inúmeros insetos-praga, com destaque para a lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), que tem causado danos às plantas durante a fase vegetativa e reprodutiva. Os sojicultores têm como a base para o controle dessa praga a aplicação de produtos químicos, os quais têm elevado o custo de produção. Considerando-se a importância desse inseto para a cultura da soja, aliado aos efeitos indesejáveis decorrentes da aplicação intensiva de inseticidas químicos para o controle, este trabalho teve como objetivo avaliar genótipos de soja frente ao ataque de *C. includens*, visando verificar a expressão de resistência. Foram realizados ensaios com mariposas (atratividade e preferência para oviposição) em casa de vegetação e com lagartas (antibiose) em condições de laboratório ( $T = 26 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $UR = 65 \pm 10\%$  e fotoperíodo = 14 h), além de análises morfológica, física e anatômica das folhas de soja. Foram avaliados os genótipos: 'IAC 17', 'IAC 18', 'IAC 19', 'IAC 23', 'IAC 24', 'IAC 100', IAC 74-2832, IAC 78-2318, PI 171451, PI 229358, PI 227687, PI 274453, PI 274454, D 75-10169, L 1-1-01, 'Coodetec-208' e 'Conquista'. A preferência para oviposição foi avaliada em testes com e sem chance de escolha no interior de casa de vegetação. A antibiose foi avaliada em laboratório ( $T = 26 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $UR = 65 \pm 10\%$  e fotoperíodo = 14 h) confinando-se lagartas de *C. includens* nos diferentes genótipos e avaliando-se a duração total da fase larval; a viabilidade larval (%); a viabilidade

pupal (%); o peso de pupas (24 h); o período de ovo-adulto e a viabilidade total (%). Nos testes com e sem chance de escolha, os genótipos 'IAC 23' e o PI 171451 apresentaram baixa oviposição, portanto expressam resistência do tipo não-preferência para oviposição. Os parâmetros densidade de tricomas e cor não estão correlacionados à oviposição de *C. includens* nos genótipos de soja avaliados. Os genótipos 'IAC 17' e o 'IAC 24' expressam resistência do tipo antibiose sobre *C. includens*. Os genótipos 'IAC 100', D 75-10169, PI 171451, 'IAC 17', 'IAC 23' e 'IAC 24' apresentam resistência do tipo não-preferência para alimentação. Os genótipos PI 274453 e D 75-10169 apresentam as maiores espessuras de folhas e este fator não está correlacionado com o consumo das lagartas de *C. includens*.

Palavras-chave: resistência de plantas a insetos, lagarta-falsa-medideira, antibiose, antixenose, *Glycine max*.

RESISTANCE OF SOYBEAN GENOTYPES TO *Chrysodeixis includens* (WALKER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE). Botucatu, 2013. 77p.

Thesis (Doctorate in Agronomy / Plant Protection) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: EUNICE CLÁUDIA SCHLICK-SOUZA

Adviser: EDSON LUIZ LOPES BALDIN

## 2 SUMMARY

In Brazil, soybean, *Glycine max* (Linnaeus) Merrill, is the main oilseed, responsible for the generation of foreign exchange, besides being the main producing culture of vegetable oil and represent an important source of protein. During development, the crops are attacked by numerous insect pests, especially the soybean looper, *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), which has caused damage to plants during the vegetative and reproductive stage. Soybean farmers have as the basis for control of this pest the application of chemicals, which have high production costs. Considering the importance of this insect for the soybean crop, coupled with the undesirable effects of intensive application of chemical insecticides for control, this study aimed to evaluate soybean genotypes against attack *C. includens*, to check the expression of resistance. Trials with moths (attractiveness and preference for oviposition) under greenhouse and larvae (antibiosis) under laboratory conditions ( $T = 26 \pm 2$  ° C, UR =  $65 \pm 10\%$  and photoperiod = 14 h) were performed, and the analysis morphological, physics and anatomy of soybean leaves. Genotypes were evaluated: 'IAC 17', 'IAC 18', 'IAC 19', 'IAC 23', 'IAC 24', 'IAC 100', IAC 74-2832, IAC 78-2318, PI 171451, PI 229358, PI 227687, PI 274453, PI 274454, D 75-10169, L 1-1-01, 'Coodetec-208' and 'Conquista'. The oviposition preference was evaluated in tests with and without choice inside the greenhouse. The antibiosis was evaluated under laboratory conditions ( $T = 26 \pm 2$  ° C, UR =  $65 \pm 10\%$  and photoperiod = 14 h) confining larvae of *C. includens* in different genotypes and evaluating the total duration of the larval

stage, larval viability (%), pupal viability (%), pupal weight (24 h), the period of egg-adult and the total viability (%). In tests with and without choice, the genotypes 'IAC 23' and PI 171451 showed low oviposition thus expressing resistance of non-preference for oviposition type. The parameters trichome density and color are not correlated to oviposition of *C. includens* in soybean genotypes evaluated. The genotypes 'IAC 17' and 'IAC 24' express resistance antibiosis type against *C. includens*. The genotypes 'IAC 100', D 75-10169, PI 171451, 'IAC 17', 'IAC 23' and 'IAC 24' exhibit resistance no preference for food type. The PI 274453 and D 75-10169 genotypes have larger thickness sheets and this factor is not correlated with the consumption of *C. includens* larvae.

---

Keywords: host plants resistance, soybean looper, antibiosis, antixenosis, *Glycine max*.

### 3 INTRODUÇÃO

No Brasil, as primeiras referências à soja datam de 1882, na Bahia, e posteriormente, de 1901, em São Paulo. A expansão dessa cultura no Brasil teve início no final da década de 60, tornando-se, em curto período de tempo, um dos principais produtos agrícolas (MEDINA, 1981), e atualmente, representa o carro-chefe do agronegócio (AGRIANUAL, 2013).

Entre as oleaginosas responsáveis pela geração de divisas, a soja destaca-se como principal cultura, pela grande produção de óleo vegetal e fonte de proteína. Recentemente, a soja vem crescendo também como fonte alternativa de combustível. Em função do potencial produtivo, a soja ocupa posição de destaque na economia brasileira, justificando a necessidade de pesquisas, visando aperfeiçoar o cultivo e reduzir os riscos de prejuízos (CONAB, 2010). Na última safra (2012/13), registrou-se crescimento de 10,7% (2,68 milhões de hectares) da área semeada em relação à safra 2011/12. O rendimento médio obteve recorde de crescimento, elevando a média nacional para 2.938 kg/ha. A produção também foi recorde, com um incremento de 22,7%, superando os índices dos anos anteriores, principalmente devido ao aumento da área cultivada (CONAB, 2013).

Com o elevado nível das cotações dessa oleaginosa no mercado internacional, as repercussões no mercado interno, além de um bom desempenho na comercialização antecipada, elevou a importância da soja em muitos estados do Brasil, com destaque para o Estado de São Paulo, que obteve um aumento na área plantada da ordem de

9,4%. Essa expansão corresponde a um incremento na produção de 28,4% e conseqüentemente um aumento na produtividade de 17,3% na safra 2012/13 (CONAB, 2013).

A soja está sujeita ao ataque de insetos desde a germinação até a colheita. Logo após a germinação, vários insetos podem danificar a cultura. Com o desenvolvimento das plantas passam a atacá-la o bicudo-da-soja (*Sternechus subsignatus* Boh), a lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller), os corós (Scarabaeoidea) e os percevejos-castanhos-da-raiz (*Scaptocoris castanea* Perty e *Atarsocoris brachiariae* Becker) danificam a cultura. Mais adiante, as lagartas começam o ataque a cultura com destaque para a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis* Hübner), a lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens* Walker), a lagarta-enroladeira (*Omiodes indicata* Fabricius), as lagartas do gênero *Spodoptera* (*S. cosmioides* Walker, *S. eridania* Cramer, *S. frugiperda* J. E. Smith) (MOSCARDI et al, 2012), e as lagartas da subfamília Heliothinae (a lagarta-das-maçãs-do-algodoeiro *Heliothis virescens* Fabricius, a lagarta-da-espiga-do-milho *Helicoverpa zea* Boddie, e mais recentemente a espécie *Helicoverpa armigera* Hubner) (AVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013) entre outros desfolhadores, com maior intensidade nas fases vegetativa. No início da fase reprodutiva, surgem os percevejos sugadores de vagens e sementes (*Nezara viridula* Linnaeus, *Piezodorus guildinii* Westwood e *Euschistus heros* Fabricius), dentre outras espécies, que causam danos desde a formação das vagens até o final do enchimento dos grãos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; MOSCARDI et al, 2012).

A espécie *C. includens* é considerada praga secundária da soja no Brasil, por ser controlada naturalmente por parasitóides e fungos entomopatogênicos. Contudo, as populações começaram a aumentar no campo quando práticas agrícolas inadequadas passaram a se generalizar entre os sojicultores, dentre as quais o uso de mistura de inseticidas de amplo espectro (geralmente piretróides) com herbicidas no momento da dessecação de plantas invasoras antes e logo após a semeadura da soja. Essas misturas, quando empregadas no início do desenvolvimento da cultura, têm favorecido à incidência de surtos da lagarta-falsa-medideira em várias regiões do Brasil, principalmente pela eliminação dos inimigos naturais, fazendo com que os produtores realizem várias aplicações de inseticidas de amplo espectro (MOSCARDI, 2008, EMBRAPA, 2009).

Outra prática agrícola utilizada com frequência pelos sojicultores é a aplicação de fungicidas para controle da ferrugem asiática e outros fitopatógenos. Isso tem

também contribuído para a redução de fungos entomopatógenos, importantes para o controle natural da *C. includens* e outros Plusiinae (SOSA-GÓMEZ, 2006). O conjunto dessas práticas agrícolas, tem provocado surtos frequentes dessa praga em todas as regiões produtoras do país, especialmente nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Maranhão, Piauí e Rondônia, fazendo com que esta seja considerada praga-chave para a cultura na atualidade (EMBRAPA, 2011).

Até meados da última década, o controle da lagarta-falsa-medideira era feito naturalmente por entomopatógenos, pois epizootias naturais mantinham a praga em equilíbrio. Entre os microrganismos, destacam-se o fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) (causador da doença-branca) e também aqueles pertencentes ao grupo dos Entomophthorales, além de predadores e parasitóides (SOSA-GÓMEZ; LÓPEZ LASTRA; HUMBER, 2010). Com base nas práticas agrícolas atualmente adotadas pelos sojicultores, esse método não tem sido suficiente e eficiente nas lavouras comerciais e o controle químico tem sido o método mais utilizado. Todavia, nos últimos anos, devido ao uso excessivo desses produtos, o controle deste e de outros lepidópteros com inseticidas tem sido insatisfatórios (MOLINA, 2007) e sendo questionado pelos efeitos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde do homem no campo (SAMWAYS, 1989; QUINTELA et al., 2006; EMBRAPA, 2009).

Diante desse cenário, surge a necessidade de adoção de medidas menos agressivas e que favoreçam a sustentabilidade ambiental e econômica das lavouras. O uso de genótipos resistentes tem recebido atenção de alguns pesquisadores da área de entomologia agrícola, uma vez que, em alguns casos, este método de controle tem mostrado eficiência, reduzindo as populações das pragas a níveis inferiores aos de dano econômico e consequentemente os custos de produção. Além desses aspectos, a resistência varietal se mostra compatível com outros métodos de controle do Manejo Integrado de Pragas (MIP), podendo ser facilmente incorporada pelo produtor. Essa resistência expressa-se por meio de diferentes mecanismos como a antixenose (não-preferência), tolerância e antibiose, sendo que o último costuma ser o mecanismo mais eficiente para a maioria das pragas (MAXWELL; JENNINGS, 1980).

Com base na busca por métodos complementares ao controle químico para o manejo de *C. includens* em soja, este trabalho teve como objetivo avaliar genótipos de soja frente ao ataque de *C. includens* visando verificar a expressão de resistência.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 A cultura da soja

A soja foi domesticada no século XI a.C. na região da Manchúria (HYMOWITZ, 1970), onde é o provável centro de origem secundário (XU et al., 1989). Após a domesticação, foi disseminada para a Europa, América do Norte e América do Sul. A introdução no ocidente ocorreu a partir do século XVIII, quando em 1739 foi plantada, experimentalmente, na Europa. No continente americano, atualmente o maior produtor mundial de soja, o primeiro relato sobre a exploração data de 1804. A soja foi introduzida no Brasil em 1882, na Bahia. No entanto, o cultivo comercial da cultura passou a ter maior relevância econômica no início da década de 1940, no Rio Grande do Sul, com o plantio de cultivares desenvolvidos no sul dos Estados Unidos (VERNETTI, 1983; ALMEIDA; KIIHL, 1998).

A espécie *Glycine max* (Linnaeus) Merrill pertence à classe Dicotyledoneae, ordem Rosales, família Leguminosae, subfamília Papilionaceae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* (Moench) (DONG et al., 2004). A soja cultivada (*G. max*) e a soja selvagem (*G. soja*) são facilmente cruzadas, constituindo-se efetivamente em uma espécie simples (PROBST; JUDD; ORIGIN 1973; SINGH; HYMOWITZ, 1988), apresentando alto grau de autopolinização e sendo assim considerada como linhagens endogâmicas. Outras 22 espécies perenes são reconhecidas dentro do gênero *Glycine*, estando armazenadas em bancos

de germoplasma para utilização no melhoramento genético, como possível fonte de resistência a pragas e doenças (HYMOWITZ, 2004).

#### **4.2 Importância econômica**

A cultura da soja ocupa lugar de destaque nos cenários nacional e mundial, sendo maciçamente cultivada por todo o território brasileiro e adaptando-se a diversas técnicas de cultivo. A importância econômica é de extrema relevância, uma vez que produz e/ou participa da elaboração de uma infinidade de produtos industriais ou “in natura” (comestíveis ou não). O uso da soja como alimento garante ao trato de animais e à alimentação humana, uma rica e saudável dieta em proteínas (LÉLIS, 2007).

Além de ser considerada uma “commodity” mundial, a importância econômica também está associada a uma diversidade de subprodutos, para os mais variados fins. A planta pode ser empregada como adubo verde, forragem (silagem, feno e “in natura”) e servir como pastagens. Das sementes se obtêm: a torta (materiais adesivos, tintas, alimentação animal, cola, plásticos, leite, etc.), o óleo (desinfetantes, celulose, glicerina, produtos alimentares, lubrificantes, sabões, tintas, verniz, combustíveis, etc.) e grãos secos (farinha, alimentos para animais, molho, torrada, leite, etc.) (SEDIYAMA et al., 1996).

Na composição química da soja são encontrados altos teores de óleo e de proteína, correspondendo em média a 20 e 40%, respectivamente. O óleo de soja é utilizado em larga escala, principalmente na indústria alimentícia, como margarinas, óleo para saladas e frituras e na fabricação de sabões, tintas, verniz, desinfetantes, celulose etc (SEDIYAMA et al., 1996).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, sendo esta a principal cultura de exportação do país, cultivada em 17 estados. Nas últimas décadas, tanto em nível nacional quanto estadual a área cultivada com soja sofreu uma expansão considerável, passando de 1,3 milhões de hectares na década de 70 para os atuais 27,7 milhões de hectares, com uma produção de 81,4 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2006; CONAB, 2013). Nos Estados Unidos, maior produtor mundial do grão, a produção na safra de 2012/13 foi de 82,05 milhões de toneladas (USDA, 2013a).

Dentre as leguminosas cultivadas em nível mundial, a soja destaca-se com participação de aproximadamente 58,0% da produção total, correspondendo a mais de 285 milhões de toneladas. Nesse quadro, destacam-se os Estados Unidos, Brasil, Argentina e China, os quais são responsáveis por 85,4% da produção mundial (USDA, 2013a).

A média de produtividade da soja brasileira nesta safra foi de 2.938 kg/ha, sendo as maiores produtividades obtidas nos estados do Mato Grosso (3.010 kg/ha) e Paraná (3.348 kg/ha) (CONAB, 2013). Esse valor supera a média de produtividade dos Estados Unidos na safra 2012, que foi de 44,4 sacas/ha, ou seja, 2.663 kg/ha (USDA, 2013b). Os dois maiores estados produtores brasileiros de soja foram: Mato Grosso e Paraná, uma produção de 23,5 e 15,9 milhões de toneladas, respectivamente (CONAB, 2013).

### **4.3 Características da cultura**

A soja é uma planta anual, herbácea, ereta, que apresente variabilidade para características morfológicas, as quais podem ser fortemente influenciadas pelo ambiente (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA et al., 1996). Os cultivares de soja possuem ciclo que pode variar de 75 a 210 dias, dependendo das condições locais como umidade, temperatura, latitude, altitude, dentre outras (SEDIYAMA; TEIXEIRA; REIS, 2005). Os cultivares são classificados em grupos de maturação e são denominados, em geral, como precoces, semiprecoces, médios, semitardios e tardios (EMBRAPA, 2006).

Quanto ao crescimento, as cultivares são classificadas como: de hábito determinado (em que, logo após o início do florescimento, a planta praticamente paralisa o crescimento, podendo crescer somente 10 % da altura final); semideterminado (quando, após o início do florescimento, a planta cresce ainda cerca de 30 % da altura final) e indeterminado (em que as plantas, após o florescimento, dobram de tamanho). As cultivares de hábito determinado e semideterminado predominam no Brasil devido à maior resistência ao acamamento (SEDIYAMA; TEIXEIRA; REIS, 2005).

Uma das limitações ao potencial produtivo da soja são as pragas e doenças. Apesar de somente nesses últimos anos a lagarta *C. includens* ter assumido importância na cultura da soja no Brasil, nos EUA o inseto é considerado praga-chave da cultura há muito tempo, uma vez que os danos são expressivos, exigindo medidas de controle em várias épocas durante todo o ciclo da planta (KOGAN; TURNPSEED, 1987).

#### 4.4 Aspectos biológicos de *Chrysodeixis includens* (Walker)

A subfamília Plusiinae compreende espécies que são importantes pragas agrícolas, sendo que das lagartas que atacam a soja, *C. includens* é a espécie mais abundante. A distribuição é restrita ao hemisfério ocidental, ocorrendo desde o norte dos EUA até o sul da América do Sul (ALFORD; HAMMOND JUNIOR, 1982). Essa espécie pode ser encontrada em diversas regiões produtoras de soja desde o Rio Grande do Sul até Roraima (MARSARO JUNIOR et al., 2010), podendo ocorrer simultaneamente ou mais tardiamente em relação às populações da lagarta-da-soja, *A. gemmatalis* (MORAES et al., 1991; PAPA; CELOTO, 2007).

A importância é ressaltada pelo grande número de hospedeiros, que pode chegar a 73 espécies de plantas, pertencentes a 29 famílias (BERNARDI, 2012). Dentre as plantas estão culturas de importância econômica, como soja, algodoeiro, feijoeiro, fumo, girassol e hortaliças (HERZOG, 1980). Martin, Lingren e Greene (1976) testaram uma série de culturas quanto à preferência da lagarta-falsa-medideira, incluindo o feijão, ervilha, amendoim, soja, couve, pimentão e tomate, com base na abundância dos indivíduos observaram como hospedeiro preferencial plantas de soja seguido por plantas de amendoim. Apesar dessa grande gama de hospedeiros, a lagarta-falsa-medideira é um inseto com preferência e melhor adaptação à soja, em relação a outras 17 culturas estudadas (BERNARDI, 2012).

Apesar de haver publicações onde *C. includens* tem sido referida como *Pseudoplusia includens* (Walker), Goater; Ronkay e Fibiger (2003) reavaliaram o gênero *Pseudoplusia* e o reclassificaram para *Chrysodeixis*, o que de acordo com os sistematistas deste grupo é a classificação válida atualmente (Vitor Becker, comunicação pessoal). Portanto, neste trabalho foi adotado o nome de *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) como sendo a forma correta.

Em trabalhos realizados na Geórgia, EUA, *C. includens* apresentou duração do período de desenvolvimento lagarta-adulto de 26,5 dias, quando alimentada com folhas de soja (MITCHEL, 1967). Em outro trabalho realizado em laboratório na Carolina do Norte, EUA, constatou-se em média cinco instares larvais dessa lagarta tanto em folhas de soja

com em dieta artificial, obtendo-se duração da fase larval de 13,0 a 14,2 dias, respectivamente (KIDD, 2002).

O período de desenvolvimento, peso das pupas e consumo de área foliar de soja por *C. includens* foram estudados na Flórida, EUA, por Reid e Greene (1973). Em laboratório (T= 29°C e fotoperíodo= 14 h), a duração da fase larval foi de 13,7 dias, com total de seis ínstaes larvais. O peso das pupas com 24 h de idade foi de 193,4 mg, próximo ao obtido quando os insetos foram criados em dieta artificial (183,3 mg); porém, ambos menores do que aquele obtido quando as pupas eram coletadas no campo (214 mg). Esse peso foi superior em trabalhos da Carolina do Norte, tanto em folhas de soja (248,9 mg) quanto em dieta artificial (240,2 mg), com um consumo foliar de soja de 276,8 mg de peso seco (KIDD, 2002).

No Brasil, em criações de laboratório, foi observado que o ovo de *C. includens* é depositado de forma isolada, com diâmetro de 0,52 mm a 0,53 mm, cor amarelo brilhante, com 31 a 33 costas radiais e distintas costas transversais, sendo que a dieta pode alterar a coloração dos ovos. O período de incubação, a 25°C, foi relatado como sendo de três dias (PETERSON, 1964). A viabilidade dos ovos pode variar de 39,7 a 100%, sendo estas diferenças, relacionadas principalmente às metodologias utilizadas nas pesquisas (YOUNG; YEARIAN, 1982; JENSEN; NEWSOM; GIBBENS, 1974; MITCHEL, 1967; BEACH; TOOD, 1985).

As lagartas de *C. includens* apresentam coloração verde-claro, com uma série de listras brancas longitudinais e pontuações pretas sobre o dorso. Tipicamente, apresentam apenas três pares de falsas pernas na região abdominal, fazendo com que, no seu deslocamento, ocorra intenso movimento do corpo, parecendo medir palmos. Daí o nome comum “lagarta mede-palmo” (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). O início para transformação em pré-pupa é reconhecido visualmente por uma acentuada mudança de coloração. Essa transformação envolve alterações no sistema hormonal que se traduzem em parada na alimentação, mudança de coloração para um verde-amarelado uniforme, liberação do último “pellet” fecal de coloração amarelo-brilhante, início da construção do casulo, perda de mobilidade e por fim transformação em pupa (VÁZQUEZ, 1988). Empupam nas folhas, enrolando-se nas mesmas e tecendo um fino casulo de seda (SHOREY; ANDRES; HALE, 1962). A pupa tem coloração que varia do marrom ao verde; inicialmente é verde-clara

brilhante, mantendo esta coloração até 48 horas antes da emergência, quando adquire a coloração marrom-escuro, sendo possível ver por transparência as estruturas do adulto (VÁZQUEZ, 1988; SOSA-GÓMEZ et al., 2010). O período pupal dura de 7 a 9 dias até a emergência dos adultos (VÁZQUEZ, 1988).

A mariposa atinge 35 mm de envergadura e apresenta asas dispostas na forma de uma quilha quando em repouso possui cor marrom ou cinza, com brilho cúprico, com duas manchas prateadas em cada uma das asas do primeiro par. As asas posteriores também são marrons. A diferenciação das espécies *C. includens*, *Trichoplusia ni* (Hübner) e *Rachiplusia nu* (Guenée) é feita através do exame das mariposas (HERZOG, 1980; GALLO et al., 2002, SOSA-GÓMEZ et al., 2010).

A longevidade dos adultos também é muito variável, podendo ser de 9,8 a 18,2 dias (MASON; MACK, 1984). O número de ovos pode variar de 144 a 1.953, sendo que 80 a 90% destes totais são depositados até o sétimo dia (VÁZQUEZ, 1988). Trabalhando com soja e kudzu, Kidd (2002) constatou em teste sem chance de escolha uma média de 570,9 ovos por fêmea. É sabido que este inseto pode produzir até quatro gerações por época de cultivo (BURLEIGH, 1972).

#### **4.5 Danos de *C. includens***

Em soja e algodão *C. includens* é um inseto que se alimenta de folhas localizadas no terço inferior das plantas (PAPA; CELOTO, 2007; SANTOS et al., 2012). As lagartas, nos primeiros instares, selecionam as folhas mais tenras, se alimentando daquelas com pequena quantidade de fibra (KOGAN; COPE, 1974), tornando-se menos exigentes à medida que vão se desenvolvendo. Até o terceiro instar, as lagartas deixam intactas as regiões da epiderme. Entretanto, a partir do quarto instar, consomem grandes áreas, mantendo, porém, íntegras as nervuras principais, o que confere um aspecto rendilhado característico às folhas atacadas, diferente do dano causado por outros desfolhadores (HERZOG, 1980).

As lagartas não consomem os pecíolos, mas podem consumir de 80 a 180 cm<sup>2</sup> de folhas durante a fase jovem. Tipicamente, essa espécie é favorecida por condições de seca, ou estiagens (BUENO et al., 2011). Lavouras biologicamente desequilibradas, com

ausência de inimigos naturais, como fungos entomopatogênicos, são mais atacadas pela praga (EMBRAPA, 2009;).

#### 4.6 Métodos de controle para *C. includens*

O cultivo moderno da soja deve ser uma combinação de lucros e com sustentabilidade ecológica e o controle das principais pragas deve ser feito com base nos princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Seu conceito consiste na tomada de decisão de controle baseada no nível de ataque, no número e tamanho dos insetos-praga e no estágio de desenvolvimento da soja. Essas informações são obtidas durante inspeções regulares nas lavouras (EMBRAPA, 2011).

O nível de ação para as lagartas desfolhadoras da soja incluindo *A. gemmatilis*, *C. includens* e três espécies do gênero *Spodoptera* é de 20 lagartas grandes (> 1,5 cm) por pano de batida em 1m (uma fileira de plantas), ou com menor número se a desfolha atingir 30 %, antes da floração, e 15 % tão logo surja as primeiras flores (EMBRAPA, 2011).

Paralelamente à infestação das lagartas, um grande número de inimigos naturais está normalmente presente em lavouras de soja, sendo responsável muitas vezes, pela manutenção das populações destes desfolhadores em níveis reduzidos, sem que haja a necessidade de adoção de medidas de controle na cultura (ROA, 1989; HOFFMANN-CAMPO, 2000). Diversos são os agentes de controle biológico associados a *C. includens*. Entre os dípteros, destacam-se os taquinídeos *Patelloa similis* (Townsend), *Voria ruralis* (Fallen) e *Lespesia* sp.; entre os himenópteros, são comuns os icneumonídeos *Microcharops bimaculata* (Ashmead) e *Campoletis grioti* (Blanchard), os braconídeos *Meteorus* sp., *Apanteles arginiventris* (Cresson), o encirtídeo *Litomastix* sp. (MORAES; LOECK; BELARMINO, 1991) e o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* (Riley) (BUENO; PARRA; BUENO, 2009).

Além de predadores e parasitóides, a incidência de fungos entomopatogênicos, como *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson (doença-branca) e daqueles pertencentes ao grupo dos Entomophthorales, tais como *Pandora* sp. e *Zoophthora* sp. (doença-marrom) mantinha a população de *C. includens* em equilíbrio por meio de epizootias.

Contudo, esses fungos estão sendo afetados pelos fungicidas utilizados no manejo da ferrugem (IGNOFFO et al., 1976; 1981).

Quando o nível de controle é alcançado, o método de controle mais utilizado no controle a *C. includens* é o químico. Porém, esta espécie é, em geral, mais tolerante às dosagens usuais dos pesticidas quando comparada a *A. gemmatalis*, além de possuir o hábito de ficar no baixeiro do dossel das plantas. Isso dificulta a aplicação do produto e à torna mais protegida dos inseticidas, especialmente quando a cultura está na fase reprodutiva e as folhas do topo oferecem uma barreira às gotas de pulverização (HERZOG, 1980; GALLO et al., 2002).

Atualmente, algumas práticas utilizadas pelos sojicultores, como o uso de inseticidas de amplo espectro de ação em mistura com herbicidas para dessecação de plantas daninhas, ou em pós-emergência, ou ainda, por ocasião das aplicações de fungicidas (“aproveitamento de operações”) tem gerado a áreas muito desequilibradas, com sérios problemas relacionados a insetos. Nessas áreas, as pragas principais vêm ocorrendo em níveis populacionais cada vez mais elevados, causando danos que justificam medidas de controle mais eficazes (EMBRAPA, 2011).

Essas práticas abusivas de aplicação de inseticidas desencadeiam três mecanismos que causam um efeito oposto ao desejado, ou seja, o aumento da população de pragas e são eles: ressurgência, explosão de pragas secundárias e resistência aos inseticidas (SAMWAYS, 1989). Além do impacto ambiental causado pela destruição de predadores e parasitóides benéficos, ocorre também a seleção de populações de pragas resistentes aos inseticidas utilizados, contaminação da água da superfície e do subsolo, contaminação de pássaros, mamíferos (selvagens e domesticados) e impacto sobre polinizadores (QUINTELA et al., 2006).

Um exemplo desse desequilíbrio ambiental em lavouras de soja são os surtos frequentes da lagarta-falsa-medideira, que vem se tornando mais frequentes e abundantes desde a safra 2002/03. Além disso, inseticidas sistêmicos e nematicidas, pulverizados em plantações de soja, provocam reaparecimento de populações de *C. includens* e *Helicoverpa zea* (Boddie) (TODD; MILTON; DUKES, 1972). Nos EUA, Felland et al. (1990) e Leonard et al. (1990) relataram casos de resistência de *C. includens* a piretróides, fato também observado posteriormente por Thomas e Boethel (1994). De acordo com a base de

dados da Universidade de Michigan, a resistência dessa praga foi detectada a outros inseticidas como acefato, cipermetrina, deltametrina, permetrina, teflutrim, fenvalerato, metomil, paratiom metílico e tiodicarbe (SOSA-GÓMES; OMOTO, 2012).

No Brasil, populações ressurgentes de *A. gemmatalis* e *Plusia* spp, também foram observadas em pesquisa feita por Panizzi et al. (1977), 29 dias após a aplicação com inseticidas. No Rio Grande do Sul, tem sido frequentes os relatos de agricultores em relação a falhas de controle de *C. includens* com piretróides, mas ainda não existem registros de monitoramento da suscetibilidade realizados no Brasil. Na safra 2011/12, essa espécie foi particularmente importante em diversos locais do território nacional e inclusive na Argentina, pelas dificuldades de controle (SOSA-GÓMES; OMOTO, 2012).

Uma tecnologia que vem crescendo no Brasil é a utilização de plantas modificadas geneticamente com a expressão dos genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Berliner) em plantas de soja. Considerando a estreita associação das populações de *A. gemmatalis* e de *C. includens* com a cultura da soja e a exposição das plantas transformadas com expressão das toxinas de Bt em grandes áreas, os riscos de seleção das populações são preocupantes, principalmente para *C. includens*, pois a soja Bt que expressa proteína Cry1Ac de *B. thuringiensis* não atende ao conceito de alta dose para essa praga (BERNARDI, 2012). Essa espécie apresenta maior tolerância a toxinas de Bt que a lagarta-da-soja. Em bioensaios comparativos com as duas espécies de insetos, constatou-se que, dependendo das cepas da bactéria, *C. includens* é entre 1,5 e cinco vezes menos suscetível que *A. gemmatalis* (MORALES et al., 1995).

Dentro dessa tecnologia existem pontos questionáveis tais como evolução da resistência de *C. includens*, *R. nu* e *A. gemmatalis*; rápido desenvolvimento de resistência de *A. gemmatalis* às toxinas de Bt (Dipel) em poucos ciclos de seleção; é variável e desconhecida a suscetibilidade inerente de cada uma das espécies e são desconhecidos aspectos genéticos úteis no caso das pragas da soja. Além do que, a vida útil da tecnologia Bt está relacionada a um aspecto cultural, que é a conscientização dos produtores em utilizar áreas de refúgio (SOSA-GÓMES; OMOTO, 2012).

#### 4.6.1 Resistência de plantas a insetos em soja

Em decorrência dos crescentes surtos populacionais e da resistência a produtos químicos no manejo de *C. includens*, é necessário o estudo de métodos complementares para o manejo dessa praga. O uso de genótipos resistentes apresenta potencial de controle de insetos e é apontado como método desejável em sistemas de manejo integrado (TURNIPSEED, KOGAN, 1976). Esse método de controle possui inúmeras vantagens, dentre as quais destacam-se: reduz as populações de insetos-praga a níveis que não causam danos econômicos, não altera o equilíbrio do agroecossistema, não acumula resíduos nos alimentos e no meio-ambiente, é de fácil utilização, é compatível com os demais métodos controle, não exige conhecimentos específicos do agricultor, não interfere em outras práticas agrícolas como a colheita (sem período de carência), além de não onerar o custo de produção (LARA, 1991; VENDRAMIM, 1990).

A resistência de plantas é constatada quando na relação inseto-planta, há a ocorrência de uma ou mais das três categorias: não-preferência (antixenose), antibiose ou tolerância, sendo que esses fenômenos podem envolver alterações comportamentais ou biológicas do inseto e, em outros casos, uma reação da própria planta que em nada afeta o inseto (LARA, 1991; VENDRAMIM; GUZZO, 2009). A expressão da resistência por não-preferência ocorre quando há uma alteração no comportamento do inseto durante a seleção do hospedeiro, causada pela produção de aleloquímicos ou pelas características morfológicas da planta (arquitetura da planta, pêlos ou tricomas, coloração da planta), fazendo com que esta seja menos utilizada para alimentação, abrigo e/ou oviposição dos insetos. A não-preferência para alimentação pode ser caracterizada através da menor alimentação ou menor número de insetos colonizando o genótipo para se alimentar, enquanto que a não-preferência para oviposição está relacionada ao menor número de ovos depositados sobre a planta (METCALF; LUCKMANN, 1975; PANDA, 1979; LARA, 1991; VENDRAMIM e GUZZO, 2009).

A resistência por antibiose é expressa por um conjunto de caracteres da planta que afetam negativamente a biologia dos insetos, que tendem a utilizar a planta normalmente como alimento. Ao se alimentarem dessas plantas, o insetos são afetados em relação ao potencial reprodutivo, devido à mortalidade da fase imatura, baixa emergência de adultos, redução no tamanho e peso dos indivíduos, além de alterações na longevidade, oviposição, mortalidade, fecundidade e alongamento do ciclo. As causas da antibiose estão

relacionadas à presença de aleloquímicos por parte das plantas (METCALF; LUCKMANN, 1975; PANDA, 1979; AUCLAIR, 1989; LARA, 1991).

A expressão da resistência dos tipos não-preferência, antibiose ou tolerância a uma espécie de inseto por uma determinada cultivar, ocorre devido aos mecanismos de defesa da planta que interferem na utilização da mesma pelos insetos. Esses fatores são selecionados durante o processo evolutivo e denominados “causas de resistência”, os quais são normalmente divididos em três grupos: químicos, físicos e morfológicos (METCALF; LUCKMANN, 1975; PANDA, 1979).

A manifestação de resistência por tolerância ocorre quando um genótipo é menos danificado que os demais, não causando perdas significativas na quantidade e qualidade da produção, mesmo sob condições iguais de infestação dos insetos e sem que haja efeito no comportamento ou na biologia desses. Para tanto, o genótipo tolerante pode apresentar a capacidade de regenerar as áreas atacadas pelos insetos herbívoros (METCALF; LUCKMANN, 1975; PANDA, 1979; LARA, 1991).

As causas de resistência por fatores químicos que atuam negativamente no comportamento ou no metabolismo do inseto devem-se à presença de substâncias (metabólitos tóxicos, inibidores enzimáticos, inibidores reprodutivos) bem como a deficiência qualitativa ou quantitativa de nutrientes. Essa alteração no metabolismo deve-se principalmente à ingestão resultando na resistência por antibiose (LARA, 1991; SMITH, 2005; VENDRAMIM; GUZZO, 2009).

A resistência a insetos pode ocorrer principalmente devido a agentes químicos como as substâncias químicas (aleloquímicos) presentes nas plantas hospedeiras, tais como alcalóides, flavonóides, terpenóides, esteróis etc. (KUBO; HANKE, 1986). Apesar da importância dessas substâncias químicas ter sido reconhecida desde o início dos anos cinquenta, sua utilização pelos melhoristas tem sido pouco considerada (KOGAN, 1986). A identificação dessas substâncias e seu papel nas interações inseto-planta pode ajudar os geneticistas para mantê-las no descendente de gerações, para fazer parte do arsenal de defesa da planta (HOFFMANN-CAMPO, 1995).

As causas físicas de resistência são relacionadas principalmente com a cor do substrato, determinando a seleção pelo hospedeiro ou não, e afetando indiretamente a alimentação e oviposição do inseto. A variação na sensibilidade do homem e do inseto na

percepção das cores dificulta os trabalhos dessa natureza (VENDRAMIM; GUZZO, 2009), embora já tenham sido citados casos de repelência causada pela cor vermelha de estruturas vegetais (LARA, 1991; SMITH, 2005).

As causas morfológicas são geralmente associadas aos fatores estruturais relacionados à dimensão e à disposição das estruturas vegetais e aos fatores da epiderme, que se refere à espessura, a dureza, a textura, a cerosidade e a pilosidade. Essas características da planta podem afetar a locomoção, o acasalamento, a seleção hospedeira para a alimentação e a oviposição, além da ingestão e a digestão do alimento pelos insetos (LARA, 1991; VENDRAMIM; GUZZO, 2009).

Muitos genótipos de soja, foram avaliados para resistência a insetos. Entre eles, tem obtido destaque três introduções de plantas (PI 171451, PI 227687 e PI 229358) advindas do Japão, que foram usadas desde o início da década de 1970 como fontes de resistência a insetos desfolhadores como *Epilachna varivestis* (Mulsant) (VAN DUYN; TURNIPSEED; MAXWELL, 1971, 1972), *Cerotoma trifurcata* (Forster) e *Epicauta vittata* (Fabricius), *Helicoverpa zea* (Boddie) (CLARK et al., 1972), *Helicoverpa zea*, *H. virescens* (Fabricius) (HATCHETT; BELAND; HARTWIG, 1976; BELAND; HATCHETT, 1976), *T. ni* (LUEDDERS; DICKERSON, 1977), *Diabrotica speciosa* (Germar), *Colaspis* sp. (REZENDE; de MIRANDA, 1980), *C. includens* (KILLEN; HATCHETT; HARTWIG, 1977; BEACH; TODD, 1988), *Spodoptera* spp. (BEACH; TODD, 1987) e *A. gemmatalis* (BEACH; TODD, 1988; LAMBERT; KILLEN, 1984; OLIVEIRA et al, 1993).

O desenvolvimento e liberação de linhagens de soja com níveis de resistência a insetos e com características agrônômicas superiores as dos pais resistentes (PIs) foi conseguido nos EUA, com a liberação de duas cultivares resistentes a insetos: a ‘Crockett’ que possui em sua genealogia a PI 171451 (BOWERS, 1990), e ‘Lamar’, proveniente de cruzamentos envolvendo PI 229358 (HARTWIG et al., 1990). Também no Brasil ocorreu a liberação da cultivar ‘IAC 100’ (ROSSETTO, 1989) e a ‘IAC 17’, com resistência moderada a insetos, tendo ambos ancestrais derivados das introduções (PIs) resistentes a insetos (LOURENÇÃO et al, 1997). Além destas, foram liberadas as cultivares ‘IAC 19’ (resistente a *B. tabaci*), ‘IAC 23’ e ‘IAC 24’ (resistentes a percevejos e desfolhadores) (MIRANDA et al., 2003a e b).

Desde 1976, o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) mantém um programa de melhoramento de soja, visando a obtenção de cultivares resistentes a insetos que causam desfolha e a insetos sugadores, com resultados satisfatórios (MIRANDA; LOURENÇÃO, 2002). Nesse programa, os melhoristas utilizam como genitores resistentes as linhagens PI 171451, PI 227687, PI 229358, PI 274453 e PI 274454, com resistência múltipla a insetos (KOGAN, 1989; MIRANDA; LOURENÇÃO, 2002), porém algumas de suas características agronômicas são indesejáveis. Os pesquisadores também utilizam características de resistência de algumas linhagens avançadas, derivadas das PIs, como a IAC 73-228, IAC 78-2318 (esta possui resistência múltipla a insetos) (MIRANDA et al., 1979; LOURENÇÃO; MIRANDA, 1987) e D72-9601 (REZENDE et al., 1980). Estas fontes de resistência tem sido estudadas e utilizadas em programas de melhoramento e em projetos de pesquisas nas universidades, focando a obtenção de germoplasma resistente a várias espécies de insetos.

Beach; Todd e Baker (1985) relataram diferentes níveis de antibiose a *C. includens* em quatro genótipos de soja. Os autores observaram redução na alimentação larval, alta mortalidade, baixo peso de pupas e menor número de ovos depositados. O genótipo com o maior nível de antibiose foi GATIR 81-327, mas, níveis de resistência inferiores também foram observados em GATIR 81-306, 81-26 e GATIR PI 423968.

A ocorrência de níveis de antibiose também foi verificada sobre *H. virescens* e *C. includens* confinadas aos genótipos de soja T83-5408, G81-296, e N85-214. Nesses materiais a média de desenvolvimento larval foi de 16,9 dias (PORTILLO; PITRE, 1992).

Com a necessidade de obtenção de cultivares produtivos e com resistência a pragas, os programas de melhoramento têm usado as características agronômicas superiores aos dos pais resistentes (PIs) como fonte de resistência, e outras linhagens como fontes de produtividade, desenvolvendo cultivares que mantenham essas características. Um exemplo é a linhagem D 72-9601-1, descendente de PI 229358, que foi selecionada nos EUA para resistência a *C. includens* e, em condições brasileiras, apresentou pouco desfolhamento causado por *A. gemmatilis* (REZENDE; MIRANDA; MASCARENHAS, 1980). As introduções PI 227687 e PI 229358 também foram relatadas por apresentarem resistência múltipla a insetos no Brasil (KOGAN, 1989).

Em trabalho visando verificar a preferência alimentar de *A. gemmatalis*, os genótipos BR 82-12547, IAC 74-2832, PI 227687, PI 229358, PI 274454 foram rejeitados pelas lagartas (HOFFMANN-CAMPO; MAZZARIN; LUSTOSA, 1994). O efeito de genótipos de soja sobre a biologia, consumo e utilização dos alimentos por *A. gemmatalis* foi avaliado por Oliveira et al. (1993), os quais verificaram que as lagartas alimentadas com folhas da cultivar resistente IAC-100 apresentaram tempo maior de desenvolvimento larval e menor peso em relação àquelas alimentadas com outros materiais.

Recentemente, em trabalhos a campo, focando resistência a insetos sugadores e desfolhadores, outras linhagens descendentes das PIs foram desenvolvidas pelo IAC, como a IAC 99-3123, IAC 99-2211, IAC 98-4360, IAC 98-4140 e IAC 98-2731 apresentando-se pouco danificadas por *A. gemmatalis* (LOURENÇÃO et al., 2010).

Com relação às causas de resistência, foram identificados sete glicosídeos flavonóides em folhas de soja PI 227687 (HOFFMANN-CAMPO, 1995), genótipo amplamente utilizado em programas de melhoramento como fonte de resistência a insetos. Um desses flavonóides é a rutina (quercetina 3-O rutinoside), que demonstrou efeito antibiótico e/ou de inibição alimentar em várias lagartas desfolhadoras, como *Manduca sexta* (Linnaeus) (STAMP; SKROBOLA, 1993), *H. virescens* (HOFFMANN-CAMPO, 1995) e *T. ni* (HOFFMANN-CAMPO; HARBORNE; McCAFFERY, 2001).

Os compostos fenólicos, como a rutina e o ácido clorogênico, são modelos considerados em estudos de defesa de plantas a herbívoros (BI et al., 1997). No entanto, os efeitos de flavonóides podem variar dependendo do inseto e, frequentemente, o inseto pode usá-lo para reconhecer suas plantas hospedeiras (HARBORNE; GRAYER, 1993).

Foi verificado um aumento na mortalidade e no período larval de *A. gemmatalis*, quando em contato com glicosídeos da soja como a rutina (GAZZONI; HÜLSMEYER; HOFFMANN-CAMPO, 1997). O efeito de dieta contendo rutina proveniente de folhas de soja PI 227687 afetou o comportamento e a nutrição de *A. gemmatalis*. A rutina afetou negativamente o crescimento do inseto, não somente pela inibição alimentar, mas também em efeitos pré-ingestivos, indicados pela redução no consumo, e pós-ingestivos, indicados por baixas conversões do alimento ingerido em biomassa e assimilação de alimentos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2006).

## 5 MATERIAL E METÓDOS

A presente pesquisa foi conduzida nos Laboratórios de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas (LARESPI) e casas de vegetação do Departamento de Proteção Vegetal FCA/UNESP, Campus de Botucatu-SP, entre os anos de 2010 e 2013. Foram realizados ensaios com mariposas (atratividade e preferência para oviposição) em casa de vegetação e com lagartas (antibiose) sob condições de laboratório ( $T= 26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{UR}= 65 \pm 10\%$  e fotoperíodo= 14 h), além de análises morfológica, física e anatômica das folhas de soja.

### 5.1 Criação estoque de *C. includens*

Para a condução dos experimentos foi mantida uma criação de *C. includens* em sala climatizada ( $T= 26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{UR}= 65 \pm 10\%$  e fotoperíodo= 14 h) do LARESPI. A criação foi iniciada a partir de ovos provenientes de populações mantidas em dietas artificiais, do laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ-USP e do Laboratório de Criação da empresa DuPont Brasil, situado em Paulínia, SP. Os ovos foram levados ao LARESPI para a criação do inseto também em dieta artificial. Os insetos utilizados em todos os experimentos foram provenientes da criação de laboratório e os adultos obtidos a partir da dieta artificial proposta por Greene et al. (1976), com algumas adaptações.

A elaboração dessa dieta foi feita de acordo com a composição descrita na Tabela 1, sendo transferida logo após o preparo para dois tipos de recipientes plásticos transparentes com tampa: um com volume de 500 mL para o acondicionamento dos ovos provenientes da gaiola de adultos, e outro de 50 mL (5 cm de comprimento x 7 cm de largura), para o acondicionamento das lagartas provenientes da criação. Todos os recipientes seguiram para resfriamento e esterilização em câmara germicida por duas horas.

**Tabela 1.** Composição da dieta artificial de *C. includens* (adaptado de Parra, 2001). Botucatu, SP, 2013.

Componente	Quantidade
Feijão tipo branco	37,5 g
Germe-de-trigo	30,0 g
Proteína-de-soja	15,0 g
Leite em pó	15,0 g
Levedura	18,75 g
Ácido Ascórbico	1,8 g
Ácido Sórbico	0,9 g
Metil parahidroxibenzoato (nipagin)	1,5 g
Tetraciclina	56,5 mg
Formaldeído	1,8 ml
Solução vitamínica*	4,5 ml
Agar	11,5 g
Água destilada	500,0 ml

\* Composição da solução vitamínica: Parra (2001)

Após a emergência, os adultos foram mantidos em gaiolas confeccionadas em tubos de PVC (20 cm de diâmetro x 30 cm de altura), para obtenção das posturas (Figura 1B). Essas gaiolas foram mantidas cobertas na parte superior com tecido branco e fino (“voile”) e revestidas internamente com folhas de papel sulfite para a oviposição e na parte inferior os tubos foram colocados sobre pratos plásticos pretos. Para alimentação dos adultos, foi oferecida solução de mel a 30%, disposta em porções de algodão sobre o

tecido “voile” e que permitia a alimentação. Além disso, foram também colocadas porções de algodão umedecido em água destilada para suprir as necessidades hídricas dos insetos. Essas gaiolas de adultos foram mantidas sob iluminação artificial com lâmpadas dos tipos fluorescente “super luz do dia” (20W) e fluorescente “plant light” (grolux F 20 W T12), ligadas a um timer para obter um fotoperíodo de 14 horas, a fim de induzir o estímulo da cópula e oviposição das mariposas, simulando as condições encontradas em campo. As folhas de sulfite, bem como o “voile” contendo as posturas foram removidos diariamente e acondicionados nos potes plásticos de 500 mL para a manutenção da criação. Outra parte dos ovos foi separada individualmente em placas de Petri (8 x 2 cm) contendo papel filtro levemente umedecido e mantida em sala climatizada para utilização no experimento de antibiose.

As lagartas eclodidas nos recipientes da criação (500 mL) contendo aproximadamente 200 g da dieta permaneceram nestes até atingirem o segundo ínstar. Nessa fase foram transferidas em pares com auxílio de um pincel (nº 0) para os recipientes plásticos de 50 mL, com aproximadamente 10 g da dieta (Figura 1A). Esses recipientes foram fechados com as tampas e mantidos em sala climatizada sob as condições ambientais já descritas até a formação das pupas.

As pupas recém-formadas foram coletadas dos recipientes posteriormente separadas por sexo sob estereomicroscópio (Nikon SMZ-685) e, em seguida, agrupadas em casais (aproximadamente 40) no interior de recipientes plásticos com tampa (10 cm de diâmetro x 7 cm de altura), contendo na base 1 cm de vermiculita umedecida com água destilada, sendo os mesmos posteriormente acondicionados nas gaiolas de adultos.

Outra parte das pupas separadas em casais foi mantida individualizada em gaiolas confeccionadas com cartolina e fechadas por placas de Petri, contendo papel filtro umedecido na parte inferior. A parte superior foi coberta por “voile” e a alimentação suprida por um chumaço de algodão sobre o “voile” (WILCKEN, 1996; FIRMINO-WINCKLER, 2009). Essas gaiolas foram mantidas em sala climatizada em condições ambientais já descritas anteriormente e sob iluminação artificial regulada para se obter um fotoperíodo de 14 horas. Indivíduos com três dias da emergência foram utilizados nos experimentos de oviposição.



**Figura 1.** Criação estoque de *C. includens* em laboratório ( $T= 26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{U.R.}= 65 \pm 10\%$  e fotoperíodo= 14 h). A – recipientes com dieta artificial utilizados para o desenvolvimento das lagartas; B – gaiola de criação de mariposas. Botucatu, SP, 2013

## 5.2 Obtenção e multiplicação dos genótipos de soja

Para a execução do trabalho, foram utilizados 17 genótipos de soja (Tabela 2). As sementes desses genótipos foram multiplicadas em campo em área experimental da Fazenda Lageado, visando à obtenção de quantidades de sementes suficientes para os testes propostos.

Inicialmente, as sementes foram colocadas em bandejas de isopor contendo uma parte de substrato e outra parte de terra até a formação de mudas, que ao emergir o primeiro trifólio foram transplantadas para vasos plásticos. O solo utilizado nos vasos foi composto por uma mistura de terra, areia, esterco e substrato, na proporção de 4:1:1:1 respectivamente, a qual foi previamente autoclavada. Para os ensaios, foram semeados vasos de 2,5 e 5 L, deixando-se após a emergência duas plantas ou apenas uma em cada vaso, conforme a necessidade para a obtenção de plantas destinadas ao uso nos testes de preferência para oviposição e biologia e também para as análises morfológicas e anatômicas.

**Tabela 2.** Genótipos de soja utilizados no trabalho, e respectivas genealogias. Botucatu, SP, 2013.

Quantidade	Genótipo	Genealogia
1	'IAC 17'	D 72-9601-1 x 'IAC 8'
2	'IAC 18'	D 72-9601 x 'IAC 8'
3	'IAC 19'	D 72-9601-1 x 'IAC 8'
4	'IAC 23'	BR-6 x IAC 83-23
5	'IAC 24'	IAC 80-1177 x IAC 83-288
6	'IAC 100'	'IAC 12' x IAC 78-2318
7	IAC 74-2832	'Hill' x PI 274454
8	IAC 78-2318	D 72-9601-1 x IAC 73-227
9	PI 171451	Japão
10	PI 227687	Okinawa, Japão
11	PI 229358	Tóquio, Japão
12	PI 274453	Okinawa, Japão
13	PI 274454	Okinawa, Japão
14	D 75-10169	'Govan' x (F4 'Bragg' x PI 229358)
15	L 1-1-01	'BR-6' x 'IAC 100'
16	'Coodetec-208'	'OC-4' x 'Williams 20'
17	'Conquista'	Lo76-4484 <sup>2</sup> x 'Numbaíra'

Esses vasos foram mantidos em casa de vegetação (5,0 m de comprimento x 2,5 m de largura x 2 m de altura), fechada lateralmente com vidros e telado anti-afídeo, do Departamento de Proteção Vegetal da FCA/UNESP, Campus de Botucatu, SP. Os materiais receberam a adubação normalmente recomendada para a cultura (MASCARENHAS; TANAKA, 1997), calculado em função da análise de solo, além dos demais tratamentos culturais necessários (irrigação, desbaste, limpeza, etc).

### 5.3 Experimentos com mariposas

#### 5.3.1 Atratividade e índice de preferência com chance de escolha

A atratividade foi avaliada em testes com chance de escolha no interior de casas de vegetação (3 m de comprimento x 2 m de largura x 2 m de altura) revestidas com tela anti-afídeo nas laterais, contendo plástico e sombrite na parte superior, onde foram acondicionados, em círculo, e de forma equidistante ao centro, vasos contendo plantas, com aproximadamente 55 dias após a emergência [V6 - R2 (FEHR; CAVINESS, 1977)], dos diferentes genótipos de soja (Figura 2A). No centro da gaiola, e ao chão, foram liberados 34 casais de mariposas de *C. includens* dois casais por genótipo (três dias após a emergência dos adultos em laboratório), avaliando-se o número de indivíduos atraídos para os diferentes genótipos após quatro dias da liberação (CAMPOS et al., 2010), ao final da tarde (Figura 2B). Ao término do teste de atratividade foi calculado o índice de atratividade (LIN et al., 1990; BALDIN; LARA, 2001; BALDIN; VENDRAMIM; LOURENÇÃO, 2005; SCHLICK-SOUZA; BALDIN; LOURENÇÃO, 2011), através da fórmula:  $IA = 2T/(T+P)$ , onde IA = índice de atratividade; T = nº de insetos atraídos para o genótipo avaliado e P = nº de insetos atraídos para o genótipo padrão suscetível ‘Conquista’ (genótipo comercial utilizado como padrão de suscetibilidade por Silva, 2013). Os valores de IA variam entre zero e dois, sendo que IA = 1 indica atração semelhante entre o genótipo avaliado e o padrão suscetível, IA < 1 corresponde a menor atração pelo genótipo e IA > 1 indica maior atração pelo genótipo avaliado em relação ao padrão. Os genótipos foram classificados comparando-se o índice obtido no genótipo avaliado com o do padrão, adotando-se o erro padrão (EP) da média do ensaio para diferenciação (SCHLICK-SOUZA; BALDIN; LOURENÇÃO, 2011).

Foram efetuadas cinco repetições para cada tipo de teste, seguindo delineamento em blocos ao acaso.



**Figura 2.** Gaiola utilizada em ensaios de atratividade e preferência para oviposição com chance de escolha, para mariposas de *C. includens*. A - disposição dos genótipos na gaiola e liberação das mariposas; B – avaliação de atratividade quatro dias após a liberação. Botucatu, SP, 2013.

### 5.3.2 Preferência para oviposição com e sem chance de escolha

A preferência para oviposição em teste com chance de escolha foi avaliada contando-se o número de ovos/planta nos genótipos, com auxílio de uma lupa de bancada (Hansor), após três dias da avaliação de atratividade do item 5.3.1 (CAMPOS et al., 2010).

No interior de gaiolas individuais (30 cm de diâmetro x 70 cm de altura) revestidas com “voile”, a preferência para oviposição também foi avaliada em testes sem chance de escolha. Utilizando vasos contendo plantas, com aproximadamente 45 dias após a emergência [V5 – R2 (FEHR; CAVINESS, 1977)], dos diferentes genótipos de soja (Figura 3A). Em cada gaiola foram liberados dois casais de mariposas de *C. includens* por genótipo (após três dias da emergência dos adultos em laboratório), avaliando-se o número de ovos por genótipo após sete dias da liberação das mariposas (Figura 3B) (CAMPOS et al., 2010).

Foram efetuadas cinco repetições por genótipo, seguindo delineamento inteiramente casualizado.



**Figura 3.** Gaiola utilizada na oviposição sem chance de escolha, para mariposas de *C. includens*. A – gaiola utilizada no teste; B – avaliação de oviposição sete dias após a liberação. Botucatu, SP, 2013.

## 5.4 Análise Morfológica e física

### 5.4.1 Densidade de tricomas

Para a análise morfológica foi feita a quantificação do número de tricomas por superfície foliar. Os genótipos de soja foram semeados em vasos plásticos (2,5 L), dispostos em casa de vegetação. Quando observado o estágio fenológico V5 (FEHR; CAVINESS, 1977) na maioria dos genótipos, coletou-se folhas do estrato médio de quatro plantas de cada genótipo. As avaliações dos caracteres anatômicos quantitativos foram realizadas por meio de impressões epidérmicas da face inferior em lâminas com a utilização de cola instantânea, padronizando a região mediana da folha. A partir de desenhos das delimitações dos tecidos feitos em microscópio de projeção, os resultados obtidos foram registrados digitalmente, utilizando-se câmera Olympus acoplada a microscópio de luz Olympus. Os tricomas foram medidos com auxílio de mesa digitalizadora, acoplada ao software Cell<sup>^</sup>B Olympus, conforme metodologia descrita por Souza et al. (2005).

Em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições (cada repetição representou uma média de 10 avaliações).

#### 5.4.2 Determinação da cor

Para a determinação de cor foi feita a medição dos índices colorimétricos dos genótipos de soja semeados em vasos plásticos (2,5 L), no interior de casa de vegetação. Quando atingido o estágio fenológico V5 (FEHR; CAVINESS, 1977) para a maioria dos genótipos, coletaram-se folhas do estrato médio de quatro plantas de cada genótipo.

O espaço de cor é um método para expressar a cor de um objeto ou fonte de luz, utilizando um mesmo tipo de notação ou critério. O espaço de cor  $L^*a^*b^*$  (também conhecido como CIE LAB) adotado pela Commission Internationale d'Eclairage (CIE) em 1976 é um dos espaços de cores mais populares. Seus parâmetros são indicados por  $L^*$ , que indica luminosidade, enquanto que o  $a^*$  e  $b^*$ , representam as coordenadas cromáticas. Nessas coordenadas o  $a^*$  e  $b^*$  indicam as direções das cores: sendo +  $a^*$  em direção ao vermelho, -  $a^*$  em direção ao verde, + $b^*$  em direção ao amarelo e -  $b^*$  em direção ao azul. O centro é acromático. Com o aumento de  $a^*$  e  $b^*$  o ponto de distância do centro e a cor aumenta.

A determinação de cor foi realizada em colorímetro, marca Konica Minolta®, Japão, modelo Chroma meter CR-400, espaço de cor  $L^*a^*b^*$ , por refletância. A calibração foi realizada com placa branca padrão, seguindo as instruções do fabricante (Figura 4A). Foi utilizada uma folha, avaliando-se a parte central dos dois lados da nervura central do lado adaxial (Figura 4B). Os parâmetros medidos de cor foram: luminosidade ( $L^*$ ) = (0 = cor preta a 100 = cor branco);  $a^*$  = variando da cor verde (-60) a vermelha (+60);  $b^*$  = variando da cor azul (-60) a amarela (+ 60). Em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições (ambos os lados da nervura central de cada folha representou uma repetição).



**Figura 4.** Determinação dos índices colorimétricos em 17 genótipos de soja. A – calibração do aparelho Konica Minolta®; B – avaliação dos 17 genótipos de soja. Botucatu, SP, 2013.

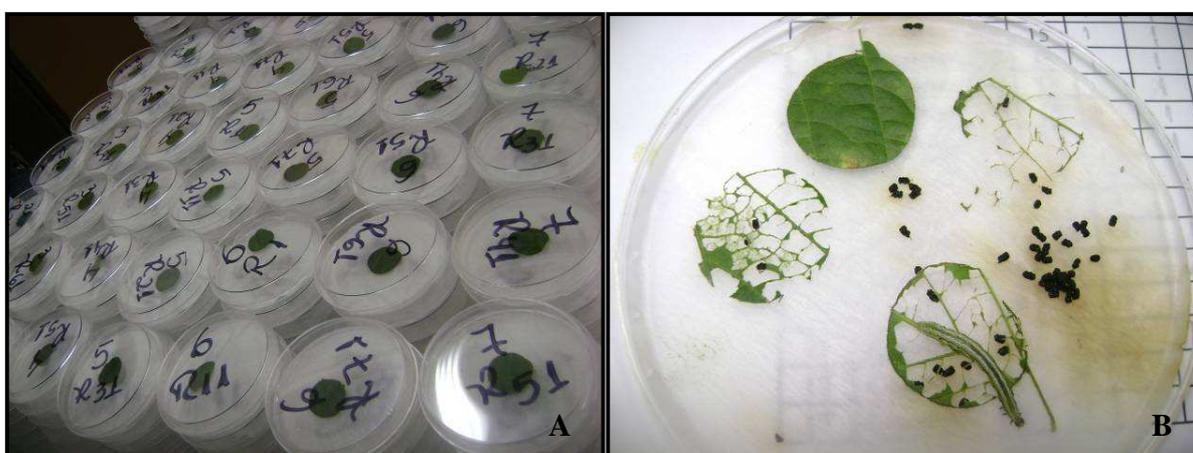
## 5.5 Experimento com lagartas

### 5.5.1 Experimento de antibiose

Para observar os possíveis efeitos antibióticos dos genótipos de soja em *C. includens*, ovos recém depositados foram retirados da criação e acondicionados isoladamente em placas de Petri (8 x 2 cm) em sala climatizada ( $T= 26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{UR}= 65 \pm 10\%$  e fotoperíodo= 14 h). Ao fundo da placa foi acondicionado papel germiteste umedecido, e um ovo por placa. Cada placa foi considerada uma repetição, utilizando-se 80 placas por genótipo em um delineamento inteiramente casualizado.

Após serem colocados nas placas, os ovos foram observados diariamente, sempre no mesmo horário, visando determinar-se o período de incubação. Após a eclosão, discos foliares de cada um dos genótipos avaliados passaram a ser inseridos nas placas (Figura 5A), a quantidade de discos foliares variou de acordo com a fase larval, no primeiro ínstar foi inserido um disco para cada placa por dia, no segundo ínstar foram inseridos três discos foliares em cada placa por dia, no terceiro ínstar foram inseridos quatro discos foliares por placa por dia, no quarto ínstar foram inseridos cinco discos foliares por placa por dia, no quinto ínstar foram inseridos seis discos foliares por placa por dia, e no sexto ínstar foram inseridos sete discos foliares por placa por dia, até a fase de pré pupa quando não

foi mais oferecidos discos foliares. Avaliou-se diariamente os seguintes parâmetros: duração total da fase jovem; viabilidade larval (%); viabilidade pupal (%); peso de pupas (24 h de idade), obtido em balança analítica Marte AY 220 (0,0001g); período de ovo a adulto e emergência total (%). Durante as avaliações foram removidos os excrementos e os discos foliares consumidos ou não de cada dia foram armazenados em sacos de papel para posterior avaliação de consumo. Em seguida, novos discos foliares recentemente cortados das plantas foram introduzidos nas placas. O papel germiteste também foi umedecido e trocado diariamente (Figura 5B).



**Figura 5.** Ensaio de antibiose de *C. includens* com 17 genótipos de soja, sob condições de laboratório ( $T= 26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , U.R.=  $65 \pm 10\%$  e fotoperíodo= 14 h). A – inserção de discos foliares nas placas de Petri; B – avaliação diária de aspectos biológicos. Botucatu, SP, 2013.

### 5.5.2 Experimento de preferência alimentar

Para avaliar o consumo da fase larval, discos foliares ( $3,90 \text{ cm}^2$ ) dos diferentes genótipos foram obtidos diariamente com um vazador de 2,2 cm de diâmetro. Os discos foram imersos em água destilada por 3 minutos e secos em papel toalha, sendo, posteriormente, oferecidos às lagartas nas placas de Petri. Os discos foram substituídos diariamente, anotando-se a quantidade de discos oferecida no dia pois os mesmos foram oferecidos de acordo com a fase larval, no primeiro ínstar foi inserido um disco para cada placa por dia, no segundo ínstar foram inseridos três discos foliares para cada placa por dia, no terceiro ínstar foram inseridos quatro discos foliares por placa por dia, no quarto ínstar foram

inseridos cinco discos foliares por placa por dia, no quinto ínstar foram inseridos seis discos foliares por placa por dia, e no sexto ínstar foram inseridos sete discos foliares por placa por dia, até a fase de pré pupa quando não foi mais oferecidos discos foliares. Os discos ou restos dos mesmos consumidos ou não do dia anterior foram recolhidos em sacos de papel, isso durante todo o período larval. Os sacos de papel juntamente com as sobras foram levado à estufa a 40 °C, até que atingissem peso seco constante. Juntamente com o alimento não consumido foram secos outros 20 discos, que serviram como alíquota, para a determinação do peso seco de um disco intacto.

O consumo obtido em peso seco foi transformado em área (cm<sup>2</sup>) pela diferença entre a área do alimento oferecido e a área das sobras, pela fórmula a seguir (CASTRO; SLIVA; PÁDUA, 2008):

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

onde,

QT= quantidade de discos oferecidos;

AF= área de um disco;

PA= peso seco médio de um disco e,

PS= peso seco das sobras.

## 5.6 Análise anatômica

A análise anatômica foi realizada no Laboratório de Morfologia e Anatomia Vegetal, do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, com a supervisão da Profa. Dra. Silvia Rodrigues Machado.

Para tanto, os 17 genótipos de soja foram semeados em vasos plásticos (2,5 L) dispostos em casa de vegetação. Quando observado o estágio fenológico V5 (FEHR; CAVINESS, 1977) na maioria dos genótipos, coletou-se o quarto folíolo totalmente expandido de quatro plantas de cada genótipo. Os folíolos foram levados ao laboratório para a extração das amostras, retirando a parte apical e basal dos folíolos permanecendo a região mediana do

limbo foliar. Em seguida, as amostras foram fixadas em FAA 50 (formaldeído + ácido acético + álcool 50 %) por aproximadamente 48 horas e posteriormente conservadas em álcool 70%, de acordo com a metodologia de Johansen (1940).

Posteriormente, as amostras foram infiltradas em historresina (resina glicol-metacrilato), seguindo a técnica de Gerrits (1991), cortadas transversalmente em micrótomo rotatório com 8 a 10  $\mu\text{m}$  de espessura, coradas com azul de toluidina 0,05 % (O'BRIEN; FEDER; McCULLY, 1964) e, em seguida, montadas em resina sintética "Permout".

As avaliações dos caracteres anatômicos quantitativos foram realizadas a partir de desenhos das delimitações dos tecidos feitos em microscópio de projeção. Os resultados obtidos foram registrados digitalmente, utilizando-se câmera Olympus acoplada a microscópio de luz Olympus. As medições foram feitas com auxílio de mesa digitalizadora, acoplada ao software Cell<sup>^</sup>B Olympus, determinando-se as espessuras dos tecidos (epiderme, parênquima, esclerênquima e feixe vascular) presentes na região do limbo foliar (SOUZA et al., 2005). O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições (cada repetição representou uma média de cinco avaliações).

### **5.7 Análise estatística**

Os dados obtidos em todos os ensaios foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar se apresentavam distribuição normal. Quando isso ocorreu, foi utilizado o teste de Snedcor (F); já quando não apresentaram normalidade, os dados foram previamente transformados em  $(x + 1,0)^{1/2}$  e arco seno de  $(x + 0,5)^{1/2}$  para normalizá-los.

Determinou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson entre as avaliações: densidade de tricomas e a oviposição obtida no teste com e sem chance de escolha, entre os índices colorimétricos e a oviposição com e sem chance de escolha, entre a espessura foliar e o consumo larval.

Quando existiu diferença entre os genótipos avaliados, foi realizado o teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) para a comparação das médias, e as correlações pelo teste F ( $P < 0,05$ ) utilizando-se o programa estatístico Proc Mixed – Sas 9.2 (SAS INSTITUTE, 2001).

Para a análise de variância da densidade de tricomas, os dados obtidos foram transformados para uma área de  $16 \text{ mm}^2$ , sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) (PIMENTEL-GOMES, 1976).

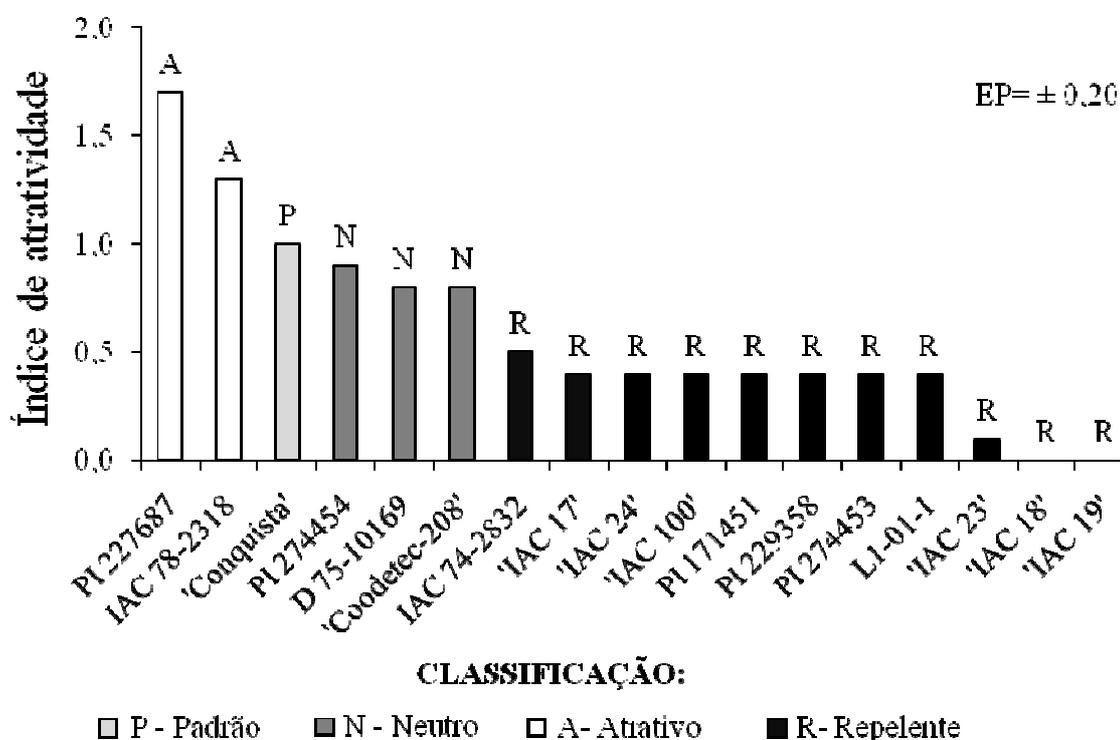
## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Experimentos com mariposas

#### 6.1.1 Atratividade e índice de atratividade com chance de escolha

Quanto ao índice de atratividade que variou de 0,00 a 1,70 (Figura 6). Os genótipos ‘IAC 18’, ‘IAC 19’, L1-1-01, PI 274453, ‘IAC 23’, ‘IAC 24’, PI 229358 e IAC 74-2832 foram classificados como repelentes (Figura 6), sugerindo a ocorrência de não-preferência sobre as mariposas de *C. includens*. Isso se deve, provavelmente, a volatilização de compostos repelentes ou inibidores às mariposas ou por fatores relacionados às cores do substrato, cuja importância na seleção hospedeira foi relatada por Vendramim e Guzzo (2009) e Baldin et al. (2009).

Valle et al. (2012) avaliaram 20 genótipos de soja, com relação à atratividade para adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B e verificaram que os genótipos ‘IAC 17’ e ‘IAC 19’ foram menos infestados. Em outro estudo, confirmou-se que o genótipo ‘IAC 17’ possui resistência tanto para insetos desfolhadores como para percevejos da soja (LOURENÇÃO et al., 2002).



**Figura 6.** Classificação de genótipos de soja, de acordo com o índice de atratividade. Botucatu, SP, 2013.

Silva (2013) avaliou o mesmo germoplasma de soja desta pesquisa sobre o percevejo *Piezodorus guildinii* e observou que os genótipos D 75-10169, PI 171451, PI 229358, PI 227687, 'IAC 100', PI 274454, PI 274453 e 'IAC 19' apresentaram resistência do tipo não-preferência para os adultos do inseto.

O genótipo 'IAC 100' na presente pesquisa foi classificado como repelente à visitação das mariposas de *C. includens* (Figura 6); porém, nos testes de oviposição com e sem chance de escolha, este material comportou-se de forma intermediária (Tabela 3). Em outras pesquisas 'IAC 100' também foi relatado como repelente a desfolhadores e percevejos em soja (HOFFMANN-CAMPO; MAZZARIN; LUSTOSA, 1994; VALLE; LOURENÇÃO, 2002). Essa variação nos resultados demonstram a necessidades de mais pesquisas com relação a esse material, pois, em estudo recente demonstra que a cultivar 'IAC-

100' se destaca como bom genitor para o melhoramento genético visando gerar linhagens promissoras com características de tolerância a insetos e produtividade (MAIA et al., 2009).

Com relação ao genótipo PI 227687, algumas pesquisas demonstraram que este material apresenta resistência do tipo não-preferência a lagartas de *A. gemmatalis* (HOFFMANN-CAMPO; MAZZARIN; LUSTOSA, 1994), e que voláteis derivados das folhas repelem as lagartas de *T. ni* e adultos de *E. varivestis* (LIU et al., 1989). Em via oposta, outros trabalhos revelam que esse genótipo demonstra-se atrativo aos adultos de *B. tabaci* biótipo B, sendo também o mais ovipositado por este inseto (VALLE; LOURENÇÃO, 2002). Isso também foi observado na presente pesquisa, onde este genótipo foi o mais visitado, com índice de atratividade igual a 1,70 (Figura 6), além de elevada oviposição em teste com chance de escolha (105,20) (Tabela 3).

### **6.1.2 Preferência para oviposição com e sem chance de escolha**

Quanto à oviposição de mariposas de *C. includens* em teste com chance de escolha (Tabela 3), observa-se que houve diferença entre os genótipos, destacando-se como os menos ovipositados PI 229358, 'IAC 24', 'IAC 23', PI 171451, D75-10169 e IAC 74-2832. Em contrapartida, os mais ovipositados foram os genótipos 'IAC 18', PI 227687, PI 274454 e IAC 78-2318.

Com relação ao teste sem chance de escolha (Tabela 3), também houve diferença entre os genótipos, com destaque para PI 171451, PI 274453, 'IAC 18', 'IAC 23' e L1-1-01, os menos ovipositados.

Os genótipos 'IAC 24' e o PI 229358 apresentaram-se pouco visitados pelas mariposas de *C. includens*, com índices de atratividades iguais a 0,4 (Figura 6) e, em consequência, pouco ovipositados nesse teste com chance de escolha (36,0 e 26,0 ovos), sugerindo resistência do tipo não-preferência. Porém, isso não foi confirmado quando os genótipos foram avaliados individualmente quanto à oviposição, sendo os mesmos bastantes ovipositados, com 161,60 e 171,80 ovos, respectivamente (Tabela 3).

**Tabela 3.** Número médio de ovos ( $\pm$  EP) de *C. includens* sete dias após a liberação das mariposas, em 17 genótipos de soja, em condições de casa de vegetação em testes com e sem chance de escolha. Botucatu, SP, 2013.

Genótipo	Teste com chance <sup>1</sup>	Teste sem chance <sup>1</sup>
‘IAC 18’	131,8 $\pm$ 10,11 a	87,2 $\pm$ 06,50 e
PI 227687	105,2 $\pm$ 09,28 ab	112,0 $\pm$ 07,79 cde
PI 274454	87,6 $\pm$ 10,55 abc	138,0 $\pm$ 12,12 abc
IAC 78-2318	86,4 $\pm$ 06,84 abc	173,4 $\pm$ 11,28 ab
‘IAC 17’	82,2 $\pm$ 07,73 bcd	99,8 $\pm$ 05,03 cde
L1-1-01	78,2 $\pm$ 06,27 bcd	92,0 $\pm$ 06,16 de
‘IAC 19’	76,8 $\pm$ 07,88 bcd	130,6 $\pm$ 04,29 bcd
‘Conquista’	70,6 $\pm$ 06,40 bcde	182,4 $\pm$ 11,80 a
‘Coodetec-208’	70,0 $\pm$ 08,62 bcdef	98,4 $\pm$ 09,67 cde
‘IAC 100’	65,2 $\pm$ 10,40 bcdefg	101,8 $\pm$ 07,57 cde
PI 274453	63,4 $\pm$ 08,68 cdefg	76,8 $\pm$ 06,98 e
IAC 74-2832	47,0 $\pm$ 06,35 defgh	101,6 $\pm$ 07,06 cde
D 75-10169	43,0 $\pm$ 07,65 efgh	96,8 $\pm$ 03,91 cde
PI 171451	37,6 $\pm$ 06,72 fgh	22,8 $\pm$ 03,44 f
‘IAC 23’	36,6 $\pm$ 04,01 gh	89,8 $\pm$ 09,53 de
‘IAC 24’	36,0 $\pm$ 06,48 gh	161,6 $\pm$ 11,61 ab
PI 229358	26,0 $\pm$ 03,70 h	171,8 $\pm$ 13,73 ab
P	< 0,01	< 0,01

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05). Dados originais. Para análise os dados foram transformados em  $(x + 1)^{1/2}$ .

Outros genótipos se apresentaram pouco visitados o PI 274453, L1-1-01 e ‘IAC 18’ (Figura 6) e pouco ovipositados no teste sem chance de escolha (76,80, 92,00 e 87,20 ovos, respectivamente (Tabela 3), sugerindo ser portadores de resistência do tipo não-preferência para abrigo e oviposição de *C. includens*. Contudo, em outro estudo, L1-1-01 e ‘IAC 18’ foram considerados atrativos ao percevejo verde-pequeno (SILVA, 2013), e PI 274453 foi repelente a esse percevejo, indicando à presença de aleloquímicos, capazes de afetar os insetos, provocando repelência ou inibindo a alimentação destes.

Os genótipos ‘IAC 23’ e PI 171451 foram menos visitados pelas mariposas de *C. includens* (Figura 6) e tiveram pouca oviposição nos testes com e sem chance de escolha (Tabela 3), demonstrando possuir resistência do tipo não-preferência para oviposição. Confirmando o que foi obtido por Silva (2013), que observou a repelência ao adulto do percevejo verde-pequeno ao genótipo PI 171451, isso não foi observado para o genótipo ‘IAC 23’ no mesmo ensaio. Indicando mais uma vez que os insetos ovipositam em substratos que garantem o desenvolvimento das fases imaturas, garantindo a sobrevivência da espécie (VENDRAMIM; GUZZO, 2009).

Em estudo semelhante, mas envolvendo *P. guildinii*, o genótipo IAC 74-2832 comportou-se de forma intermediária em teste de atratividade de adultos com chance de escolha (SILVA, 2013). Esses registros confirmam os resultados obtidos neste estudo com o genótipo IAC 74-2832 por obter pouco visitação (Figura 6), e comportando-se de forma intermediária para a oviposição em teste com e sem chance de escolha (Tabela 3).

A cultivar ‘IAC-19’ foi desenvolvida pelo IAC, a partir do cruzamento envolvendo a linhagem D 72-9601, resistente a lagartas e derivada de PI-229358, visando conferir resistência a outros insetos (VALLE; LOURENÇÃO, 2002). Esse genótipo, avaliado em condições de campo para *A. gemmatilis* foi considerado resistente quanto à porcentagem de área foliar cortada (LOURENÇÃO et al., 1999). Essa resistência também foi reportada, mas envolvendo *B. tabaci* biótipo B, e *P. guildinii* em testes com chance de escolha (VALLE; LOURENÇÃO, 2002; SILVA, 2013).

## **6.2 Análises morfológica e física**

### **6.2.1 Densidade de tricomas**

Quanto à densidade de tricomas na face inferior das folhas dos genótipos de soja (Tabela 4), observa-se que os genótipos PI 227687 e o PI 274453 apresentaram as maiores médias, diferindo de ‘IAC 23’, IAC 74-2832, ‘Coodetec-208’, D 75-10169, ‘Conquista’, ‘IAC 24’, ‘IAC 100’ e ‘IAC 19’, que apresentaram as menores médias de densidade de tricomas. E os genótipos PI 274454, PI 171451, ‘IAC 18’, L 1-1-01, ‘IAC 17’, PI 229358 e o IAC 78-2318 que apresentaram médias intermediárias.

A elevada atratividade (Figura 6) e a alta oviposição de mariposas de *C. includens* verificadas no genótipo PI 227687 em teste com chance de escolha (Tabela 3) e oviposição intermediária em teste sem chance de escolha (Tabela 3), podem estar associadas à alta densidade de tricomas observado neste genótipo (Tabela 4). Pesquisas demonstram que os tricomas são altamente correlacionados com a densidade de insetos. Essa correlação positiva com a oviposição foi observada para *B. tabaci* biótipo B em algodoeiro (BERLINGER, 1986; BUTTER; VIR, 1989), em soja (MC AUSLANE et al., 1995; MC AUSLANE et al., 1996; VALLE; LOURENÇÃO, 2002) e em tomateiro (HEINZ; ZALOM, 1995).

Genótipos que apresentam alta densidade de tricomas, e diferenças nas dimensões presentes nas folhas exercem papel fundamental para a colonização da mosca branca, auxiliando os indivíduos a permanecer sobre a superfície das folhas, sem serem levados pelo vento (VIEIRA et al., 2011). Diferentemente, Butter e Vir (1989) sugerem que genótipos com um grande número de tricomas podem gerar um microclima que é mais favorável para a oviposição de *B. tabaci*. Esses mesmos autores afirmam que este comportamento pode ser uma resposta evolutiva devido à pressão de seleção exercida por predadores e parasitóides, que são mais eficazes em folhas com menor número de tricomas ou glabras (LI et al., 1987).

Para o percevejo verde-pequeno, Silva (2013) observou correlação negativa entre a quantidade de tricomas e a oviposição do inseto em alguns genótipos. Nesta pesquisa a alta densidade de tricomas em PI 227687 pode ter favorecido a oviposição, porém em outros genótipos, como o 'IAC 24' e o 'Conquista' isso não se verifica.

**Tabela 4.** Número médio de tricomas ( $\pm$  EP) obtidos em 16 mm<sup>2</sup> de folhas de genótipos de soja, em condições de casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013.

Genótipo	Número médio de tricomas <sup>1</sup>
PI 227687	246,4 $\pm$ 27,46 a
PI 274453	176,6 $\pm$ 18,99 ab
PI 274454	141,0 $\pm$ 29,46 bc
PI 171451	117,3 $\pm$ 11,53 bc
‘IAC 18’	116,3 $\pm$ 20,82 bc
L 1-1-01	115,4 $\pm$ 14,49 bc
‘IAC 17’	112,1 $\pm$ 22,09 bc
PI 229358	111,6 $\pm$ 13,68 bc
IAC 78-2318	107,8 $\pm$ 12,39 bc
‘IAC 19’	78,3 $\pm$ 09,12c
‘IAC 100’	77,4 $\pm$ 11,92 c
‘IAC 24’	75,5 $\pm$ 04,86 c
‘Conquista’	75,5 $\pm$ 14,11 c
D 75-10169	70,7 $\pm$ 09,08 c
‘Coodetec-208’	69,3 $\pm$ 11,46 c
IAC 74-2832	68,4 $\pm$ 05,53 c
‘IAC 23’	65,5 $\pm$ 07,81 c
P	<0,000

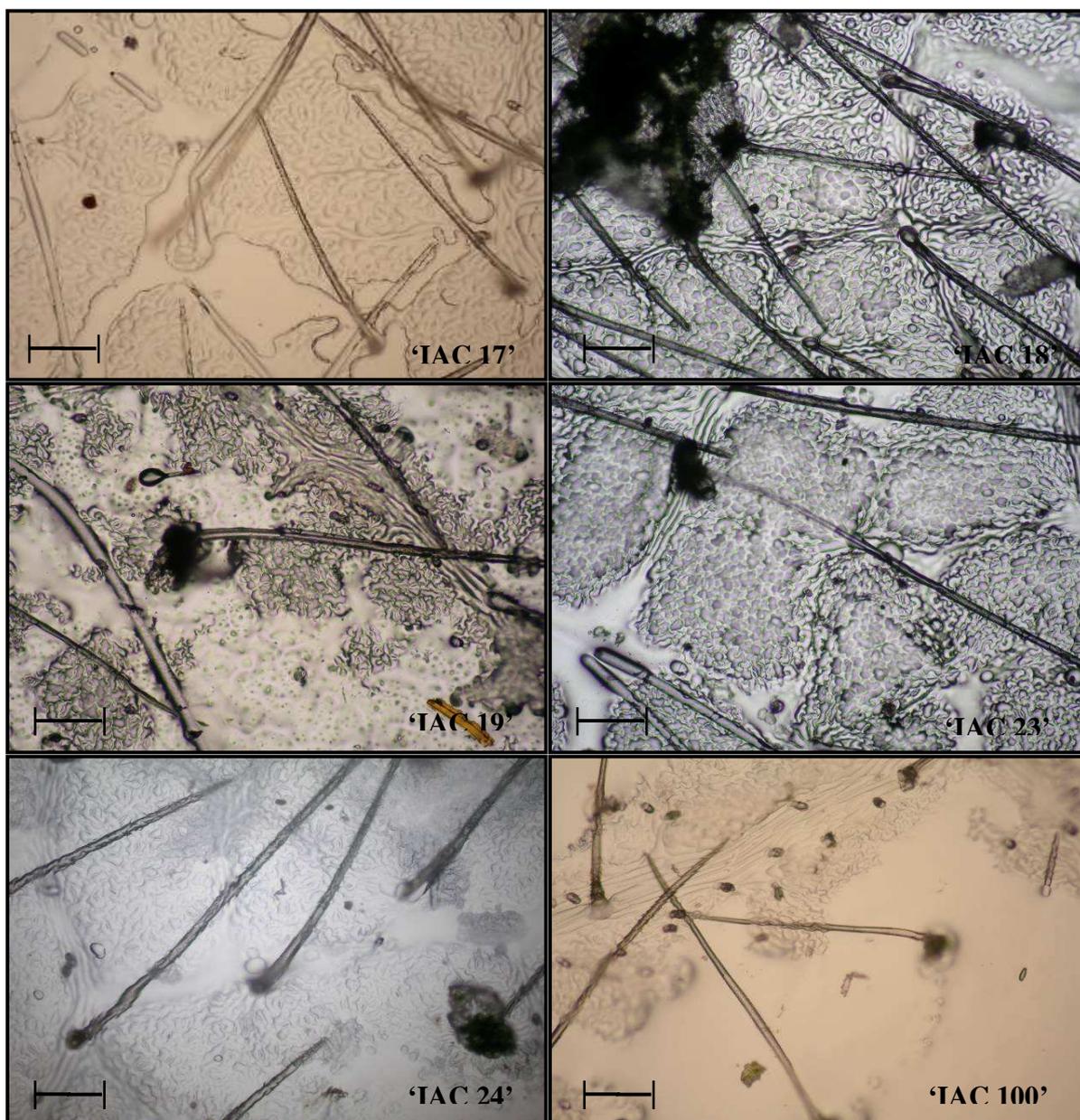
<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Essa divergência existente entre os diferentes genótipos foi confirmada pela análise de correlação da oviposição em cada genótipo com a densidade de tricomas do mesmo (Tabela 5), em teste com e sem chance de escolha, onde os valores dos coeficientes de correlação não foram significativos. As fotos de microscópio estereoscópico (Figuras 7, 8 e 9) ilustram a diferença entre as densidades de tricomas. Desta forma, acredita-se que a escolha do genótipo pela mariposa de *C. includens*, além de ser influenciada pela densidade de tricomas é também governada por outros fatores que podem ser também morfológicos, químicos ou físicos.

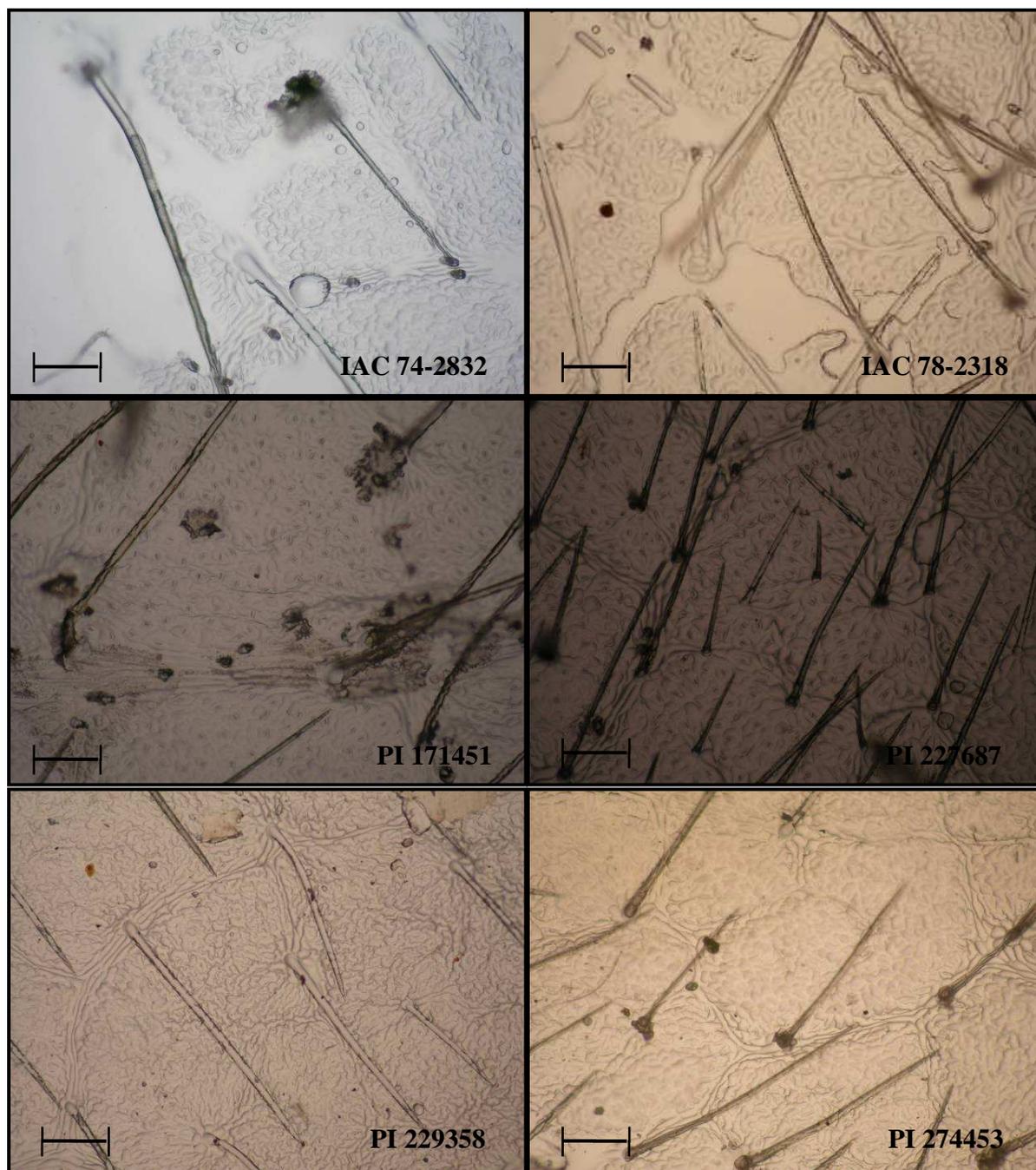
**Tabela 5.** Coeficientes de correlação simples ( $r$ ) obtidos entre a oviposição com e sem chance de escolha e o número médio de tricomas em  $16 \text{ mm}^2$  obtidos nos diferentes genótipos de soja, em condições de casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013.

Variáveis	Coeficientes de correlação <sup>1</sup>
Oviposição com chance x tricomas	0,46 <sup>ns</sup>
Oviposição sem chance x tricomas	- 0,14 <sup>ns</sup>

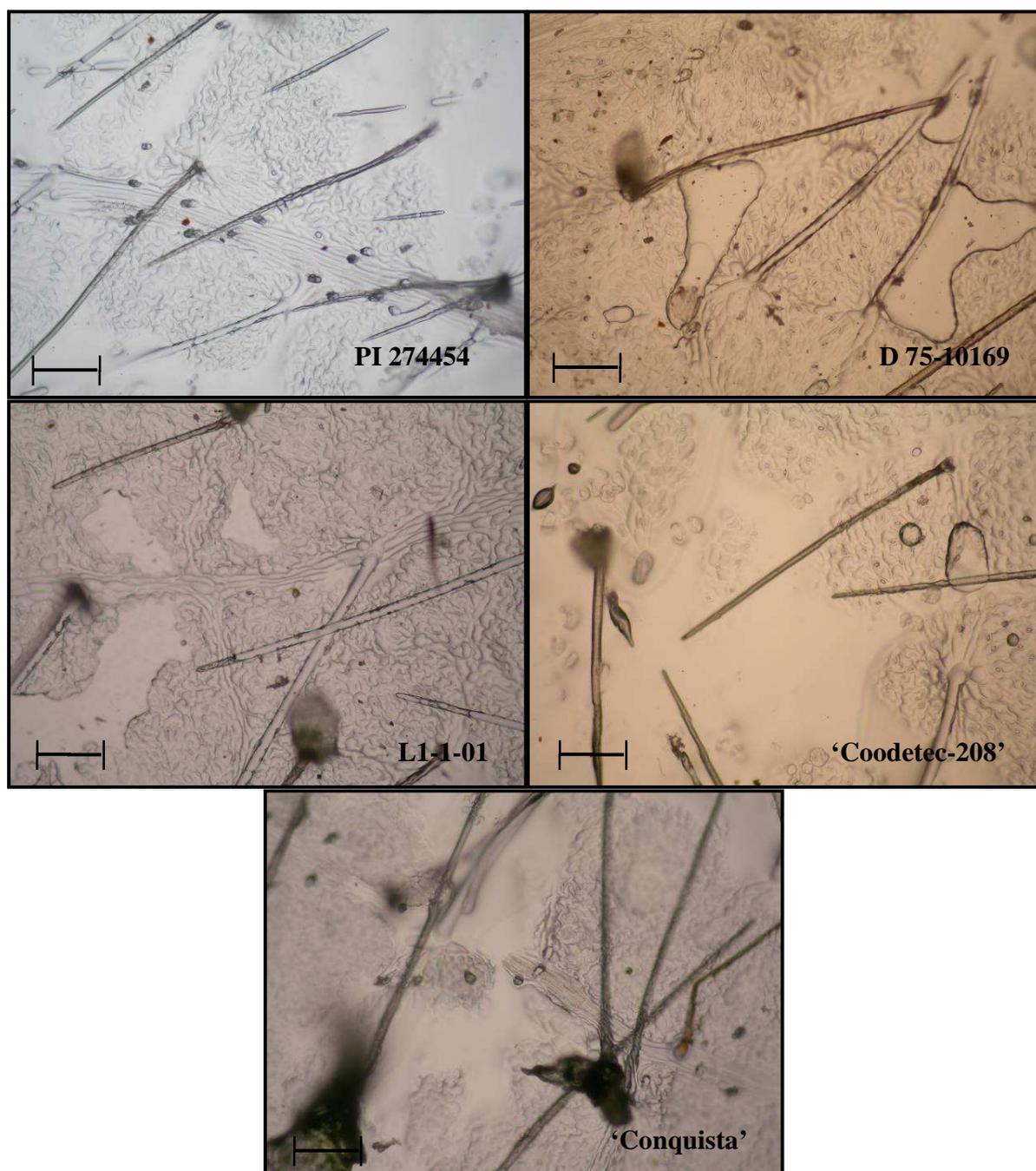
<sup>1</sup> Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.



**Figura 7.** Fotos de microscópio estereoscópio (10x) mostrando a densidade de tricomas de seis genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500  $\mu\text{m}$ . Botucatu, SP, 2013.



**Figura 8.** Fotos de microscópio estereoscópio (10x) mostrando a densidade de tricomas de seis genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500  $\mu$ m. Botucatu, SP, 2013.



**Figura 9.** Fotos de microscópio estereoscópio (10x) mostrando a densidade de tricomas de cinco genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500  $\mu$ m. Botucatu, SP, 2013.

O efeito da densidade de tricomas das folhas do genótipo PI 227687 e Davis foram estudados em relação à resistência à *Tricoplusia ni* (KHAN et al., 1986). Os

autores observaram influência da pilosidade na preferência do inseto pelas folhas dos diferentes genótipos, e também da idade da folha dentro de cada genótipo. Também foram constatados evidências da presença de fatores químicos e de maior densidade de tricomas, como parte do mecanismo envolvido na resistência do genótipo PI 227687.

Porém, em outro estudo com relação à densidade de tricomas no genótipo PI 227687 para a mariposa *C. includens*, Reynolds e Smith (1985) não detectaram densidade significativa de tricomas, indicando que a resistência desse genótipo não pode ser explicada individualmente por esse fator morfológico.

### **6.2.2 Determinação da cor**

Na avaliação colorimétrica, observou-se diferença em todas as escalas para os diferentes genótipos (Tabela 6). Para luminosidade  $L^*$ , o genótipo PI 171451 apresentou-se menos claro (38,00) em relação ao genótipo 'IAC 18', com 45,00. Os demais genótipos obtiveram valores intermediários. O índice  $a^*$  indicou que o verde mais intenso está presente no genótipo PI 171451, diferindo do genótipo L1-1-01 que mostrou-se com um verde com menos intensidade. Os demais genótipos apresentaram médias intermediárias. Com relação ao índice  $b^*$  o genótipo PI 171451 apresentou a cor amarela mais intensa, diferindo de L1-1-01.

Apesar de todas as correlações entre o número de ovos nos testes com e sem chance de escolha e com os índices colorimétricos não apresentarem os valores dos coeficientes de correlação significativos, a cor é considerado um importante fator para a seleção do hospedeiro à distância por moscas-brancas, cujo mecanismo de percepção permite a distinção até mesmo de matizes semelhantes à folhagem das plantas (LENTEREN; NOLDUS, 1990). Coelho et al. (2009) observou que a coloração das folhas dos genótipos de meloeiro tem influência direta na atratividade de *B. tabaci* biótipo B, onde o cultivar Neve considerada menos atrativa apresenta a maior intensidade de verde.

**Tabela 6.** Avaliação colorimétrica ( $\pm$  EP) de folhas de genótipos de soja cultivados em casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013.

Genótipo	L* <sup>1</sup>	a* <sup>1</sup>	b* <sup>1</sup>
'IAC 18'	45,0 $\pm$ 2,33 a	-16,5 $\pm$ 1,68 bc	21,7 $\pm$ 3,12 abc
'IAC 19'	44,5 $\pm$ 0,91 ab	-16,0 $\pm$ 0,56 abc	23,2 $\pm$ 1,45 ab
PI 229358	44,0 $\pm$ 2,65 ab	-16,0 $\pm$ 2,79 abc	20,7 $\pm$ 4,56 abc
PI 274453	44,0 $\pm$ 1,42 ab	-18,0 $\pm$ 1,88 bc	24,0 $\pm$ 2,91 ab
'IAC 23'	44,0 $\pm$ 0,52 ab	-17,0 $\pm$ 0,34 bc	22,5 $\pm$ 0,71 abc
L1-1-01	43,7 $\pm$ 1,96 ab	-20,7 $\pm$ 1,62 c	29,0 $\pm$ 2,35 a
'IAC 100'	43,7 $\pm$ 0,93 ab	-16,2 $\pm$ 0,94 bc	22,5 $\pm$ 1,26 abc
PI 227687	43,5 $\pm$ 0,61 ab	-17,5 $\pm$ 0,64 bc	21,7 $\pm$ 0,73 abc
'IAC 17'	43,2 $\pm$ 1,42 ab	-13,7 $\pm$ 0,96 ab	18,5 $\pm$ 1,63 bc
'IAC 24'	43,0 $\pm$ 0,94 ab	-14,7 $\pm$ 0,71 abc	18,7 $\pm$ 0,95 abc
IAC 74-2832	41,2 $\pm$ 1,84 ab	-14,2 $\pm$ 1,55 ab	19,5 $\pm$ 2,67 abc
'Conquista'	41,2 $\pm$ 0,54 ab	-14,2 $\pm$ 0,35 ab	18,7 $\pm$ 0,74 abc
'Coodetec-208'	41,0 $\pm$ 0,87 ab	-14,0 $\pm$ 0,99 ab	18,0 $\pm$ 1,56 bc
IAC 78-2318	41,0 $\pm$ 0,62 ab	-14,5 $\pm$ 0,36 abc	18,5 $\pm$ 0,95 bc
PI 274454	40,7 $\pm$ 1,08 ab	-16,5 $\pm$ 1,20 bc	19,2 $\pm$ 1,72 abc
D 75-10169	40,2 $\pm$ 0,55 ab	-11,7 $\pm$ 0,45 ab	14,5 $\pm$ 1,00 bc
PI 171451	38,0 $\pm$ 0,76 b	-9,7 $\pm$ 0,64 a	12,5 $\pm$ 0,48 c
P	0,03	<0,0001	<0,0003

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05). L\*= índice de luminosidade, a\*= índice da variação da cor verde a vermelha, b\*= índice da variação da cor azul a amarela.

A correlação da oviposição em cada genótipo com os índices da análise colorimétrica do mesmo (Tabela 7), em teste com e sem chance de escolha, demonstrou que os valores dos coeficientes de correlação não foram significativos. Assim, acredita-se que a coloração, associada a outros fatores também pode afetar a atratividade de *C. includens* na escolha de plantas de soja. Neste trabalho pode ser observado que PI 171451 apresentou a maior intensidade na luminosidade (38,00), na coloração do verde (-9,75) e na coloração do amarelo, sendo esse genótipo pouco ovipositado nos testes com e sem chance de

escolha, com 131,8 e 22,8 ovos respectivamente. Diferentemente, o genótipo ‘IAC 18’ teve menor intensidade de luminosidade, da coloração do verde e do amarelo com 45,0, -16,5 e 21,7 respectivamente e tendo a maior oviposição no teste com chance de escolha (131,8), porém isso não foi confirmado no teste de confinamento.

**Tabela 7.** Coeficientes de correlação simples (r) obtidos entre a oviposição com e sem chance de escolha e os índices colorimétricos obtidos nos diferentes genótipos de soja, em condições de casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013.

Variáveis	Coeficientes de correlação <sup>1</sup>	
	Com chance	Sem chance
Oviposição x índice L*	0,30 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>
Oviposição x índice a*	-0,25 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>
Oviposição x índice b*	0,31 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup> Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. L\*= índice de luminosidade, a\*= índice da variação da cor verde a vermelha, b\*= índice da variação da cor azul a amarela.

## 6.3 Experimentos com lagartas

### 6.3.1 Experimento de antibiose

Analisando os dados de período larval (Tabela 8), verifica-se que os genótipos IAC 74-2832, ‘IAC 100’, ‘IAC 17’, ‘IAC 19’ e IAC 78-2318 prolongaram essa fase, diferindo de PI 171451, PI 274454 e L1-1-01, que aceleraram o desenvolvimento da fase imatura do inseto. O genótipo ‘IAC 17’ foi avaliado por Fugi et al. (2005) para *A. gemmatalis*, sendo também constatado o prolongamento da fase larval dessa lagarta. Os dados obtidos nos genótipos IAC 74-2832 e o ‘IAC 100’ sugerem a expressão de resistência do tipo antibiose sobre a *C. includens*. O genótipo ‘IAC 100’ também foi relatado como portador de antibiose ao percevejo verde-pequeno da soja, com maior ciclo de desenvolvimento (SILVA, 2013). O prolongamento na fase larval ou no ciclo é decorrente de fatores morfológicos, como espessura da epiderme, e/ou bioquímicos, adversos ao inseto e que de alguma maneira afetam o seu desempenho biológico, fazendo com que eles necessitem de um período maior para completar o estágio imaturo, comparativamente a um material suscetível (PANDA, 1979; SMITH, 1985; LARA, 1991). É importante salientar que o prolongamento das fases do inseto, ou de seu ciclo, caracteriza o tipo de resistência por antibiose. No entanto, este fato também pode estar relacionado à não-preferência para alimentação, devido à menor ingestão de alimento pelo inseto (PANDA, 1979).

**Tabela 8.** Período médio larval (dias  $\pm$  EP), peso médio de pupas (mg  $\pm$  EP) e período de ovo-adulto (dias  $\pm$  EP) de *C. includens* em 17 genótipos de soja (T= 26  $\pm$  2°C, UR= 65  $\pm$  10% e fotoperíodo= 14 h). Botucatu, SP, 2013.

Genótipo	Período Larval(dias) <sup>1</sup>	Peso Pupa (mg) <sup>1</sup>	Ovo-adulto (dias) <sup>1</sup>
IAC 74-2832	17,4 $\pm$ 0,37 a (n=51) <sup>2</sup>	0,191 $\pm$ 0,008 ab (n=40)	40,6 $\pm$ 0,73 (n=29)
‘IAC 100’	17,2 $\pm$ 0,29 a (n=66)	0,149 $\pm$ 0,003 de (n=56)	38,3 $\pm$ 0,70 (n=29)
‘IAC 17’	16,8 $\pm$ 0,37 ab (n=32)	0,137 $\pm$ 0,005 de (n=17)	38,5 $\pm$ 0,82 (n=17)
‘IAC 19’	16,8 $\pm$ 0,21 ab (n=63)	0,145 $\pm$ 0,003 de (n=47)	40,1 $\pm$ 0,72 (n=32)
IAC 78-2318	16,6 $\pm$ 0,26 ab (n=58)	0,153 $\pm$ 0,004 de (n=53)	39,3 $\pm$ 0,76 (n=27)
‘IAC 18’	16,4 $\pm$ 0,17 abc (n=57)	0,173 $\pm$ 0,008 bcd (n=50)	37,7 $\pm$ 0,90 (n=34)
PI 229358	16,4 $\pm$ 0,19 abc (n=71)	0,147 $\pm$ 0,004 de (n=49)	37,8 $\pm$ 0,67 (n=28)
PI 274453	16,4 $\pm$ 0,34 abc (n=57)	0,163 $\pm$ 0,008 bcde (n=42)	40,2 $\pm$ 0,65 (n=29)
D 75-10169	16,3 $\pm$ 0,30 abc (n=68)	0,132 $\pm$ 0,004 e (n=53)	39,3 $\pm$ 0,75 (n=32)
PI 227687	16,0 $\pm$ 0,24 bc (n=71)	0,143 $\pm$ 0,004 de (n=54)	38,3 $\pm$ 0,72 (n=34)
‘IAC 23’	15,8 $\pm$ 0,28 bcd (n=52)	0,167 $\pm$ 0,006 bcd (n=45)	38,5 $\pm$ 0,82 (n=30)
‘IAC 24’	15,8 $\pm$ 0,22 bcd (n=41)	0,164 $\pm$ 0,006 bcde (n=29)	37,2 $\pm$ 0,66 (n=24)
‘Conquista’	15,6 $\pm$ 0,20 bcde (n=60)	0,184 $\pm$ 0,010 abc (n=39)	38,4 $\pm$ 0,70 (n=33)
‘Coodetec-208’	15,6 $\pm$ 0,16 bcde (n=61)	0,214 $\pm$ 0,009 a (n=53)	39,3 $\pm$ 0,58 (n=37)
PI 171451	15,3 $\pm$ 0,17 cde (n=59)	0,155 $\pm$ 0,004 cde (n=46)	38,6 $\pm$ 0,95 (n=29)
PI 274454	14,8 $\pm$ 0,13 de (n=70)	0,172 $\pm$ 0,004 bcd (n=49)	38,0 $\pm$ 0,65 (n=42)
L1-1-01	14,5 $\pm$ 0,14 e (n=66)	0,203 $\pm$ 0,006 a (n=51)	38,4 $\pm$ 0,54 (n=41)
P	<0,001	<0,001	0,076

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

<sup>2</sup> n= número de indivíduos analisados.

Observando-se o peso médio das pupas da lagarta-falsa-medideira (Tabela 8), verificou-se que houve diferença entre os genótipos avaliados, sendo que os

genótipos D 75-10169, IAC 17, PI 227687, 'IAC 19', PI 229358, 'IAC 100' e IAC 78-2318 obtiveram as menores médias. De maneira oposta, as maiores médias foram observadas nos genótipos 'Coodetec-208' e o L1-1-01, sendo estes, portanto, mais favoráveis ao desenvolvimento das pupas. Resultados semelhantes de baixo peso de pupa também foram obtidos para PI 229358, 'IAC 17' e 'IAC 24' quando lagartas de *A. gemmatalis* foram criadas em folhas desses genótipos (FUGI et al., 2005).

Em laboratório (REID; GREENE 1973) em observaram o peso das pupas de *C. includens* com 24 h de idade, que foi de 193,4 mg em folhas de soja, similar ao obtido em dieta artificial (183,3 mg), porém, ambos índices foram menores do que aquele obtido quando as pupas foram coletadas em campo (214 mg). Kidd (2002) verificou peso superior, tanto em folhas de soja (248,9 mg) quanto em dieta artificial (240,2 mg) das pupas de *C. includens*.

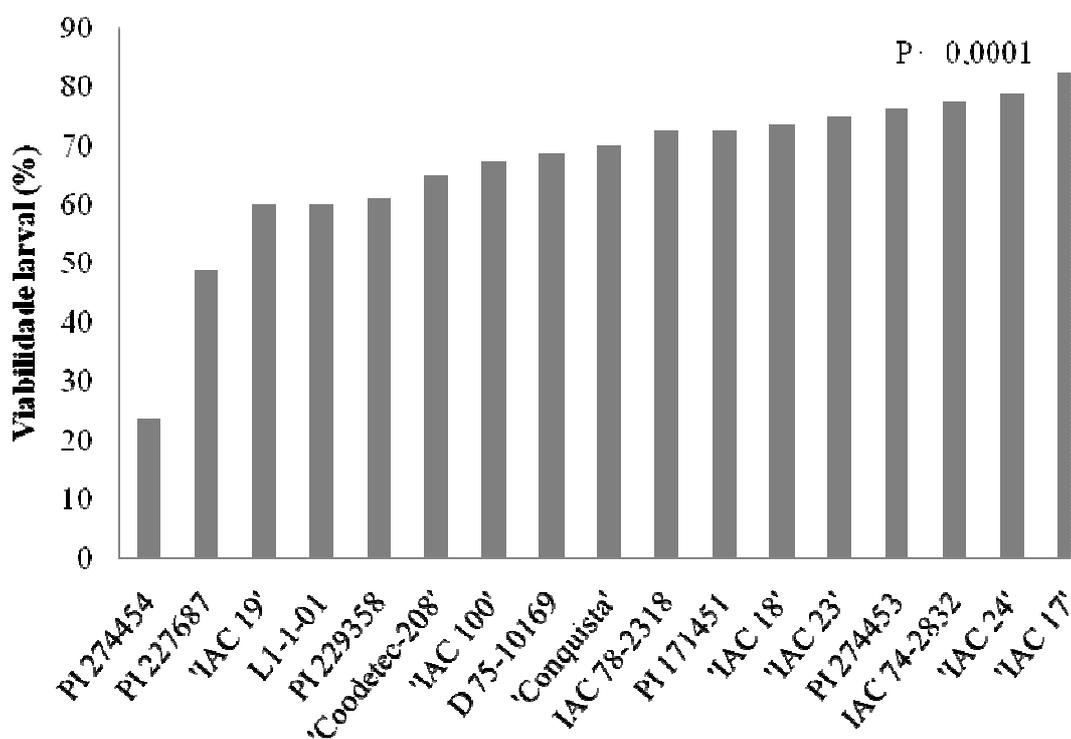
A resistência verificada nos genótipos 'IAC 17', 'IAC 19', IAC 78-2318 e 'IAC 100' indica que esses herdaram grande parte dos genes que conferem antibiose das PIs e da linhagem D 72-9601-1 das quais descendem. A linhagem D 72-9601-1 é descendente de PI 229358, que foi selecionada nos EUA para resistência a *C. includens*, e que no Brasil apresentou pouco desfolhamento causado por *A. gemmatalis* (REZENDE et al. 1980). Para o genótipo D 75-10169, a resistência, provavelmente, foi herdada de parte dos genes que conferem antibiose da PI 229358. Esta, juntamente com a PI 227687, foram relatadas por apresentarem resistência múltipla a insetos (KOGAN, 1989).

Quanto ao ciclo de ovo a adulto, não foi observada diferença entre os genótipos avaliados (Tabela 8). O genótipo IAC 74-2832 continuou, em termos absolutos com a maior média observada. Médias inferiores foram encontradas em trabalhos realizados na Geórgia, EUA, onde *C. includens* apresentou duração do período de desenvolvimento lagarta-adulto de 26,5 dias, quando alimentada com folhas de soja de genótipo suscetível (MITCHEL, 1967). Essa média mais baixa do que o encontrado na presente pesquisa se deve as diferenças de genótipos utilizados nos experimentos (METCALF; LUCKMANN, 1975; PANDA, 1979).

Observando-se a viabilidade larval de *C. includens* alimentada com diferentes genótipos de soja (Figura 10), nota-se grande diferença entre os extremos. PI 274454 mostrou viabilidade larval superior a 80,0%, sugerindo ser o mais favorável a essa fase de desenvolvimento. De maneira oposta, o genótipo 'IAC 17' causou a maior mortalidade

nessa fase, permitindo que apenas 23,7% dos indivíduos se transformassem em pupas e confirmando um elevado nível de antibiose. Apesar de não ter prolongado a fase larval com média de 15,8 dias, o genótipo 'IAC 24' mostrou baixa viabilidade nessa fase (48,8%), indicando também resistência por antibiose.

Vale destacar que nos genótipos 'IAC 17' e 'IAC 24' foram verificadas anomalias nas lagartas, bem como paralisação da formação de pupa (Figura 11) confirmando os efeitos antibióticos. A mortalidade das formas jovens criadas sobre plantas resistentes é considerada um dos fatores mais característicos da ocorrência da antibiose, aliada à redução do tamanho e peso dos indivíduos (SMITH, 2005; VENDRAMIM; GUZZO, 2009).



**Figura 10.** Viabilidade larval (%) de *C. includens* em 17 genótipos de soja obtida em laboratório (T= 26 ± 2°C, U.R.= 65 ± 10% e fotoperíodo= 14 h). Botucatu, SP, 2013.

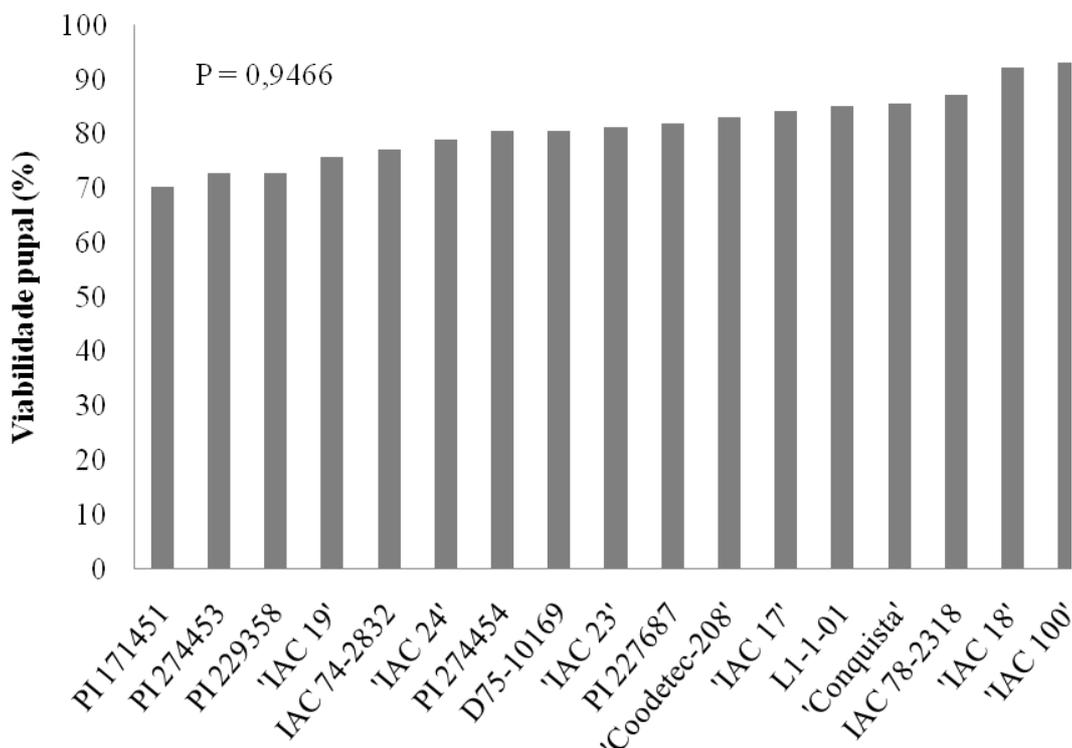
Fugi et al. (2005) também observaram baixa viabilidade larval nos genótipos 'IAC 17' e 'IAC 24' para a lagarta *A. gemmatalis* e também a ocorrência de

anomalias nas lagartas na passagem de ínstaes e também por ocasião da formação da pupa, corroborando com os resultados obtidos na presente pesquisa.



**Figura 11.** Anomalia na formação de pupa de *C. includens* confinada ao genótipos ‘IAC 17’ (T=  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ , U.R.=  $65 \pm 10\%$  e fotoperíodo= 14 h). Botucatu, SP, 2013.

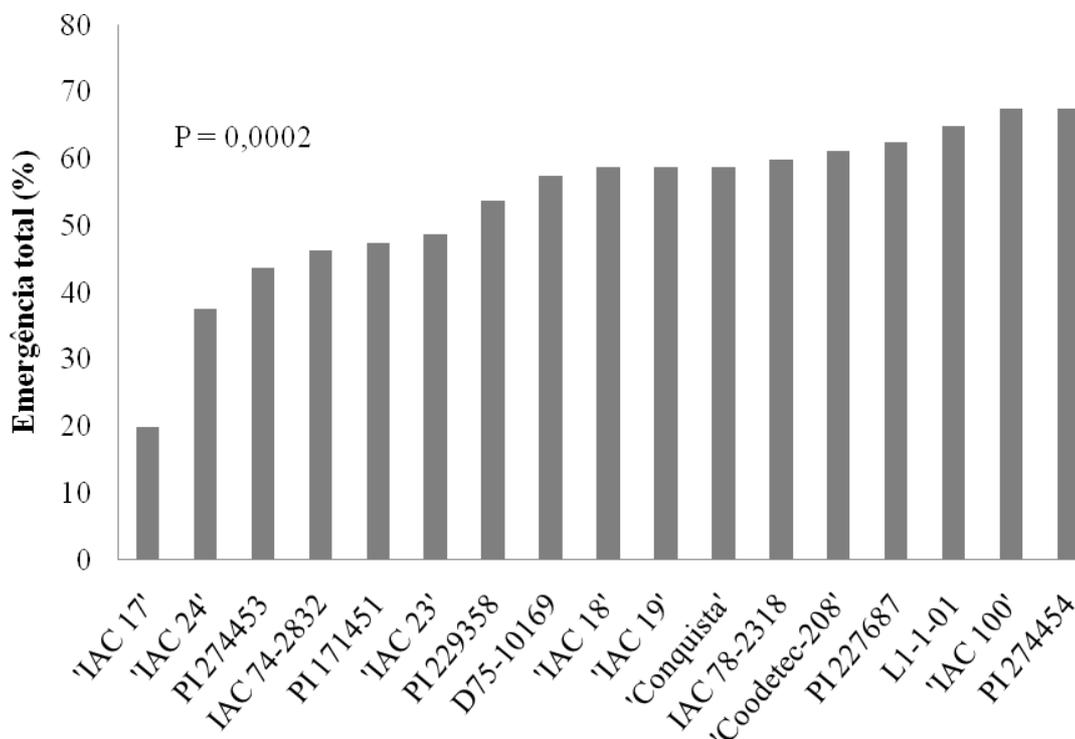
Para a viabilidade pupal, não foram observadas diferenças entre os genótipos avaliados (Figura 12). Essas médias foram muito próximas do obtido por Fugi et al. (2005), com viabilidade pupal variando de 78,2 a 98,7% para a *A. gemmatalis*. No entanto, esses autores observaram diferenças entre os tratamentos, onde os genótipos ‘IAC 17’ e ‘IAC 24’ proporcionaram as menores médias de viabilidade pupal em oposição ao genótipo ‘IAC PL-1’.



**Figura 12.** Viabilidade pupal (%) de *C. includens* em 17 genótipos de soja obtida em laboratório ( $T = 26 \pm 2^\circ\text{C}$ , U.R. =  $65 \pm 10\%$  e fotoperíodo = 14 h). Botucatu, SP, 2013.

Os dados relativos à percentagem de emergência total revelaram diferenças entre os genótipos testados (Figura 13), confirmando os resultados obtidos de viabilidade larval. PI 274454 foi o mais favorável ao desenvolvimento do inseto com 67,5% das lagartas originando mariposas. Os mesmos índices de emergência foram obtidos em 'IAC 17' (20,0%) e 'IAC 24' (37,5%).

Trabalhando com *P. guidinii* em avaliações desse mesmo germoplasma, Silva (2013) observou para a emergência de adultos que o genótipo mais favorável foi o 'Conquista'. PI 274454, 'IAC 19', PI 229358 e L1-1-01 foram os mais resistentes, com emergência nula de adultos do percevejo.



**Figura 13.** Emergência total (%) de *C. includens* em 17 genótipos de soja obtida em laboratório ( $T = 26 \pm 2^\circ\text{C}$ , U.R. =  $65 \pm 10\%$  e fotoperíodo = 14 h). Botucatu, SP, 2013.

### 6.3.2 Experimento de preferência alimentar

O consumo médio foliar da lagarta-falsa-medideira foi afetado pelos diferentes genótipos de soja avaliados (Tabela 9). O maior índice de consumo foi obtido no genótipo PI 229358 ( $161,1 \text{ cm}^2$ ), diferindo principalmente de 'IAC 100', D 75-10169, PI 171451, 'IAC 17', 'IAC 23', 'IAC 24' e IAC 74-2832.

Para a lagarta *A. gemmatalis* os genótipos 'IAC 17', 'IAC 24' e PI 229358 foi verificado baixo consumo foliar (FUGI, 2003). Também a ocorrência de resistência do tipo não-preferência para alimentação de PI 229358 (CASTIGLIONI; VENDRAMIM, 1997). Hoffmann-Campo; Mazzarin e Lustosa (1994) também verificaram baixos índices de preferência para BR 82-12547, IAC 74-2832 e PI 227687 em relação a outros.

O menor consumo pelas lagartas em ‘IAC 100’, D 75-10169, PI 171451, ‘IAC 17’, ‘IAC 23’ e ‘IAC 24’, em média 135,5, 133,5, 132,5, 131,3, 129,5 e 129,2 respectivamente (Tabela 9), indica a resistência do tipo não-preferência para alimentação. Para genótipos menos consumidos, sugere-se a presença de compostos impalatáveis às lagartas de *C. includens*, resultando num comportamento supressante e inibidor da alimentação dos insetos, sendo esse tipo de resistência definida como não-preferência para alimentação (LARA, 1991).

Para ‘IAC 17’, esse comportamento foi constatado em estudos recentes, que apresentou baixas médias para número de picadas e tempo de consumo em relação à espécie de percevejo *N. viridula* (SOUZA, 2010); contudo, estudando outra espécie de percevejo, *P. guildinii*, este material não diferiu dos demais genótipos avaliados (SILVA, 2013). Neste último estudo, os menores valores de consumo total foram verificados para os genótipos PI 227687, ‘IAC 100’ e IAC 78-2318.

Segundo Vendramim e Guzzo (2009), genótipos que apresentam resistência do tipo não-preferência para alimentação podem produzir metabólitos inibidores de alimentação, classificados como “fagodeterrentes”, sendo responsáveis por diminuir o consumo por parte dos herbívoros.

Isso já foi verificado em estudos com lepidópteros, quando se destacou manifestação de antibiose em plantas de PI 227687 sobre lagartas de *A. gemmatalis*, afetando o desenvolvimento do inseto, ao diminuir a conversão e assimilação do alimento ingerido, além de reduzir o consumo alimentar (HOFFMANN-CAMPO et al., 2006). Segundo esses autores, esse efeito prejudicial às lagartas estaria ligado a um dos flavonóides glicosídicos presentes nas folhas dessa linhagem de soja, chamado rutina (quercetina 3-O-rutinosídeo).

Entretanto, neste estudo, o genótipo PI 229358 foi o mais consumido pelas lagartas de *C. includens*, demonstrando que outros fatores como a textura das folhas também pode estar associada à variação alimentar sobre os materiais. Isso deve ser investigado em trabalhos futuros, pois, possíveis resultados destas análises podem auxiliar nos programas de melhoramento de soja, visando à resistência de plantas a lagarta-falsa-medideira e aos demais insetos-praga da soja.

**Tabela 9.** Consumo médio foliar ( $\pm$  EP) do período larval de *C. includens* em 17 genótipos de soja em condições de laboratório (T= 26  $\pm$  2°C, UR= 65  $\pm$  10% e fotoperíodo= 14 h). Botucatu, SP, 2013.

Genótipo	Consumo médio foliar (cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>
PI 229358	161,1 $\pm$ 2,74 a (n=71) <sup>2</sup>
IAC 74-2832	151,9 $\pm$ 3,94 ab (n=51)
IAC 78-2318	147,5 $\pm$ 3,26 bc (n=60)
‘Conquista’	146,2 $\pm$ 3,06 bc (n=60)
PI 227687	144,9 $\pm$ 3,14 bc (n=71)
‘IAC 18’	140,3 $\pm$ 2,47 bcd (n=57)
‘IAC 19’	139,9 $\pm$ 2,00 bcd (n=63)
PI 274454	139,9 $\pm$ 2,19 bcd (n=70)
PI 274453	139,8 $\pm$ 3,33 bcd (n=57)
‘Coodetec-208’	139,5 $\pm$ 2,33 bcd (n=61)
L1-1-01	137,8 $\pm$ 2,15 bcd (n=66)
‘IAC 100’	135,5 $\pm$ 2,24 cd (n=66)
D 75-10169	133,5 $\pm$ 2,60 cd (n=66)
PI 171451	132,5 $\pm$ 1,82 cd (n=59)
‘IAC 17’	131,3 $\pm$ 6,24 cd (n=32)
‘IAC 23’	129,5 $\pm$ 3,45 d (n=52)
‘IAC 24’	129,2 $\pm$ 2,30 d (n=41)
P	<0,001

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

<sup>2</sup> n= número de indivíduos analisados.

#### 6.4 Análise anatômica

Para análise anatômica das folhas dos diferentes genótipos de soja, foi avaliada a espessura foliar (Tabela 10). PI 274453 e D 75-10169 tiveram as maiores espessuras, com 207,7 e 192,5  $\mu\text{m}$ , respectivamente. De forma oposta, os genótipos IAC 74-2832 e ‘Conquista’ apresentaram as menores médias de espessura, com 135,1 e 147,3  $\mu\text{m}$  respectivamente.

**Tabela 10.** Espessura média de folhas ( $\pm$  EP) obtida em genótipos de soja, em condições de casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013.

Genótipo	Espessura média de folha ( $\mu\text{m}^1$ )
IAC 74-2832	135,1 $\pm$ 03,24 a
‘Conquista’	147,3 $\pm$ 02,58 ab
IAC 78-2318	149,8 $\pm$ 02,28 abc
‘IAC 17’	151,8 $\pm$ 07,54 abc
‘IAC 23’	153,3 $\pm$ 03,09 abc
PI-229358	158,1 $\pm$ 04,04 abcd
‘IAC 24’	158,3 $\pm$ 02,59 abcd
L 1-1-01	161,8 $\pm$ 07,34 abcd
‘IAC 100’	163,2 $\pm$ 08,30 abcd
‘IAC 19’	165,1 $\pm$ 02,82 abcd
PI-171451	170,1 $\pm$ 04,79 abcd
‘IAC 18’	175,1 $\pm$ 11,04 bcde
‘Coodetec-208’	179,9 $\pm$ 03,36 bcde
PI 274454	182,6 $\pm$ 05,07 bcde
PI 227687	186,0 $\pm$ 05,45 cde
D 75-10169	192,5 $\pm$ 15,67 de
PI 274453	207,7 $\pm$ 12,76 e
P	<0,000

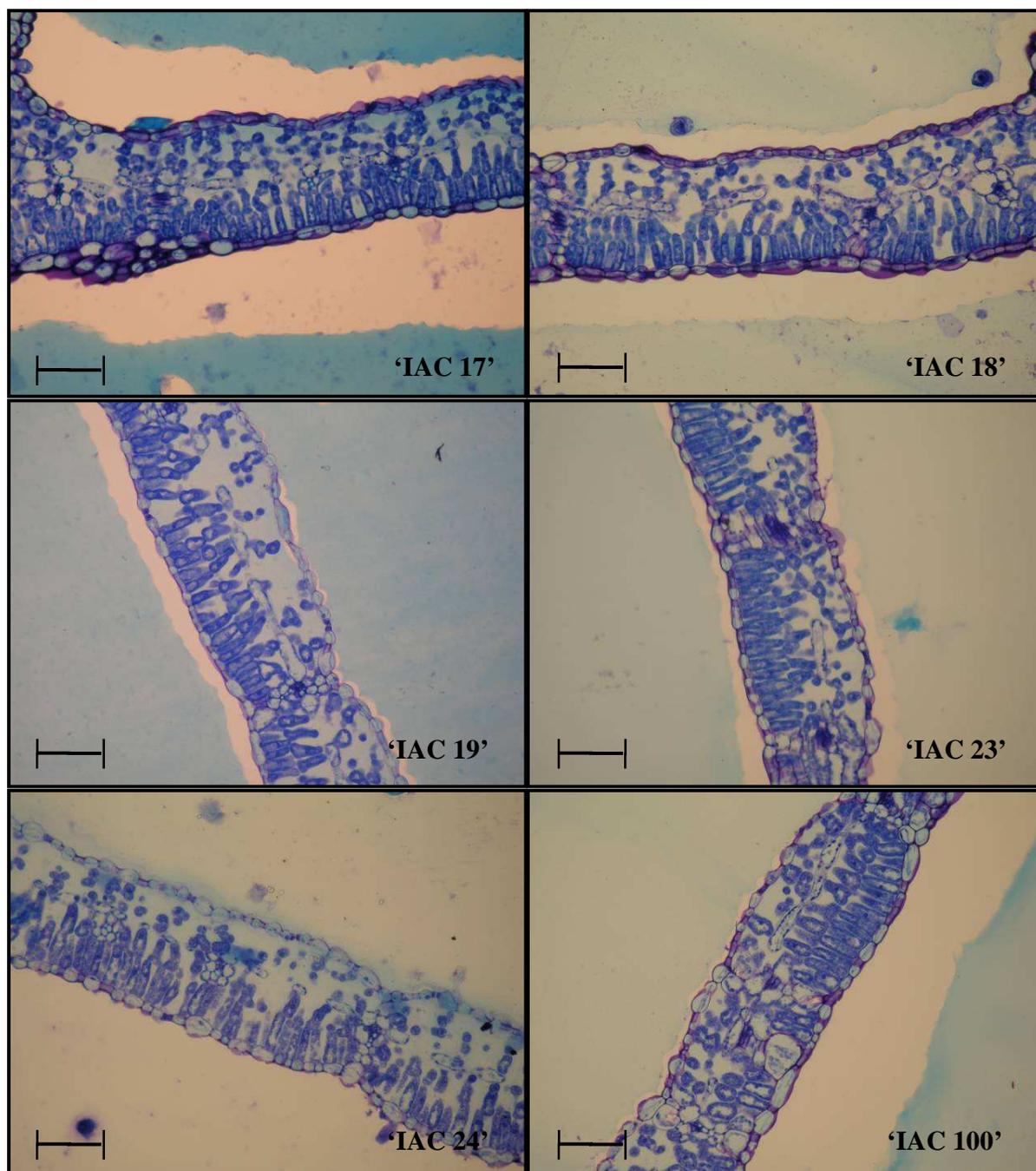
<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

O valor do coeficiente de correlação não foi significativo entre o consumo médio das folhas e as respectivas espessuras. As fotos de microscópio estereoscópio (Figuras 14, 15 e 16) ilustram a diferença entre as espessuras das folhas. Isso indica que a não-preferência para alimentação de lagartas de *C. includens* é governada por outros fatores que podem ser de ordem química.

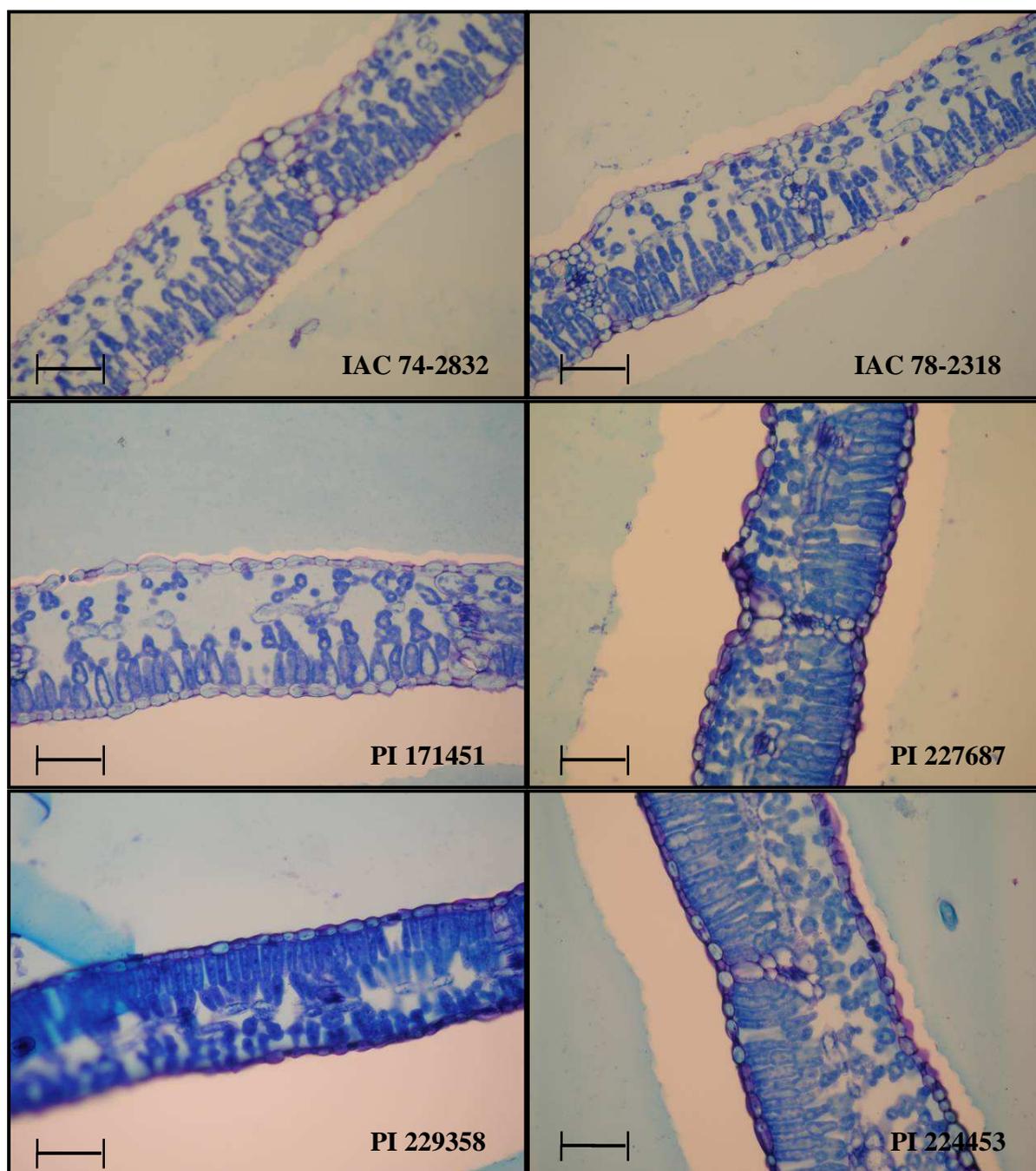
**Tabela 11.** Coeficientes de correlação simples (r) obtidos entre a área foliar consumida durante a fase larval e a espessura foliar obtidos nos diferentes genótipos de soja, em condições de casa de vegetação. Botucatu, SP, 2013.

Variáveis	Coeficientes de correlação <sup>1</sup>
Consumo foliar x espessura	-0,40 <sup>ns</sup>

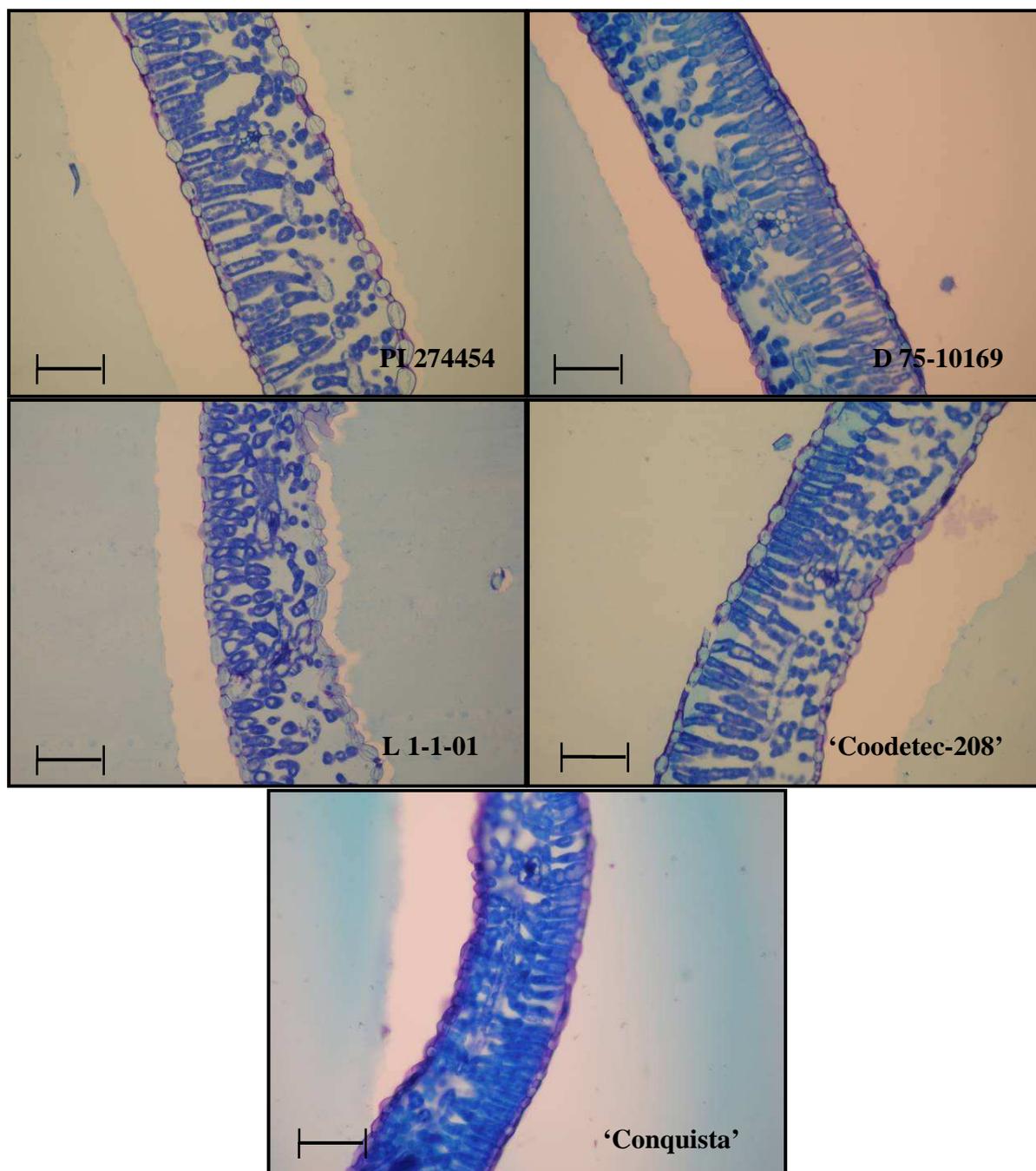
<sup>1</sup> Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.



**Figura 14.** Fotos de microscópio estereoscópico (10x) mostrando a espessura das folhas de seis genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500 µm. Botucatu, SP, 2013.



**Figura 15.** Fotos de microscópio estereoscópico (10x) mostrando a espessura de folhas de seis genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500 μm. Botucatu, SP, 2013.



**Figura 16.** Fotos de microscópio estereoscópico (10x) mostrando a espessura de folhas de cinco genótipos de soja.  na escala cada 1 cm equivale a 500  $\mu\text{m}$ . Botucatu, SP, 2013.

## 7 CONCLUSÕES

- Os genótipos 'IAC 23' e o PI 171451 expressam resistência do tipo não-preferência para oviposição;
- Os parâmetros densidade de tricomas e cor das folhas não estão correlacionados à oviposição de *C. includens* nos genótipos de soja avaliados;
- Os genótipos 'IAC 17' e o 'IAC 24' expressam resistência do tipo antibiose sobre *C. includens*;
- Os genótipos 'IAC 100', D 75-10169, PI 171451, 'IAC 17', 'IAC 23' e 'IAC 24' apresentam resistência do tipo não-preferência para alimentação;
- Os genótipos PI 274453 e D 75-10169 apresentam as maiores espessuras de folhas e este fator não está correlacionado com o consumo das lagartas de *C. includens*.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2013: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2013. 458 p.

ALFORD, A.R.; HAMMOND JUNIOR, A.N. Plusinae (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Louisiana soybeans ecosystems as determined with looplure-baited traps. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, v. 75, n. 4, p. 647-650, 1982.

ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S. Melhoramento de soja no Brasil – desafios e perspectivas. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). **Soja tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique. p. 40-54, 1998.

AUCLAIR, J. L. Host plant resistance. In: MINKS, A. K.; HARREWINJN. **Aphids: Their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, v. 2, 1989. p. 225-265.

AVILA, 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**. Embrapa Agropecuária Oeste –, Dourados, 2013, 12p (Circular Técnica 23).

BALDIN, E. L. L.; BENEDUZZI, R. A.; SOUZA, D. R.; SOUZA, E. S. Resistência de genótipos de abobrinha a *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, p. 526-530, 2009.

BALDIN, E. L. L.; LARA, F. M. Atratividade e consumo foliar por adultos de *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes genótipos de abóbora. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 675-679, 2001.

BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D. ; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 435-441, 2005.

BEACH, R. M.; TODD, J. W. Foliage consumption and development parameters of the soybean looper and velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae) reared on susceptible and resistant soybean genotypes. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, v. 81, p. 310-316, 1988.

BEACH, R. M.; TODD, J. W. Resistance of the soybean breeding lines GATIR 81-296 to foliar feeding by three *Spodoptera* sp. **Journal of Agricultural Entomology**, Ames, v. 4, p.193-199, 1987.

BEACH, R.M.; TODD, J.W.; BAKER, S.H. Antibiosis of four insect resistant soybean genotypes to the soybean looper (Lepidoptera Noctuidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 14, p. 531-534, 1985.

BEACH, R.M.; TODD, J.W. Toxicity of avermectin to larva and adult soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) and influence on larva feeding and adult fertility and fecundity. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, v. 78, n. 5, p. 1125-1128, 1985.

BELAND, G.L.; HATCHETT, J.H. Expression of antibiosis to bollworm in two soybean genotypes. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, v. 69, p. 557-560, 1976.

BERLINGER, M.J. Host plant resistance to *Bemisia tabaci*. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 17, p.69-82, 1986.

BERNARDI, O. **Avaliação do risco de resistência de lepidópteros-praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 x MON 89788 no Brasil**. 2012. 144f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

BI, J.L.; FELTON, G.W.; MURPHY, J.B.; HOWLES, P.A.; DIXON, R.A.; LAMB, J. Do plant phenolics confer resistance to specialist and generalist insect herbivores? **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.45, p.4500-4504, 1997.

BOWERS JR., G.R. Registration of Crockett soybean. **Crop Science**, v. 30, p. 427, 1990.

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, p. 170-174, 2011.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatalis*. **Biological Control**, Amsterdam, v. 51, p. 355–361, 2009.

- BURLEIGH, J. G. Population dynamics and biotic controls of the soybean looper in Louisiana. **Environmental Entomology**, College Park, v. 1, p. 290-294, 1972.
- BUTTER, N.S.; VIR, B.K. Morphological basis of resistance in cotton to the whitefly *Bemisia tabaci*. **Phytoparasitica**, v. 17, n. 4, p. 251-261, 1989.
- CASTIGLIONI, E. A.; VENDRAMIM, J. D. Efeitos de genótipos de soja no desenvolvimento de *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 3, p. 411-116, 1996.
- CAMPOS, A.P.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; RIBEIRO, Z.A. Não-preferência para oviposição e alimentação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) por cultivares de amendoim. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.2, p.251-258, abr./jun., 2010
- 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 Agronômica**, v. 39, n. 3, p. 437-422, 2008.
- CLARK, W. J. et al. Resistance of certain soybean cultivars to bean leaf beetle, striped blister beetle and bollworm. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, v. 6, p. 669-1672, 1972.
- COELHO, S. A. M. P.; LOURENÇÃO, A.L.; MELO, A.M.T.; SCHAMMASS, E.A. Resistência de genótipos de meloeiro a *Bemisia tabaci* biótipo B. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n.4, p. 1025-1035, 2009.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **10º levantamento da safra de grãos 2012/2013**. Brasília: Conab. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_07\\_09\\_09\\_04\\_53\\_boletim\\_graos\\_junho\\_\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_graos_junho__2013.pdf)>. Acesso em: 01 de Ago. de 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **11º levantamento da safra de grãos 2009/2010**. Brasília: Conab. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/8218897d1eb5849906fc53856bdbc894..pdf>>. Acesso em: 06 de Ago. de 2010.
- DONG, Y.S. et al. The genetic diversity of cultivated soybean grown in China. **Theoretical and Applied Genetics**, Germany, v. 108, p. 931-936, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA . Sistemas de Produção 15: **Tecnologias de produção de soja - da região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 264p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Ata da XXX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 350p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema de produção 11: **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2006. 225p.

FEHR, W.R., CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. AMES, Iowa State University - Cooperative Extension Service, 12p. (Special Report, 80). 1977.

FELLAND, C.M. et al. Resistance to pyrethroid insecticides in soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) in Mississippi. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, v. 83, p. 35-40, 1990.

FIRMINO-WINCKLER, D. C. et al. Biologia do psilídeo-de-concha *Glycypis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae) em *Eucalyptus* spp. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 53, n. 1, p. 144-146, mar. 2009.

FUGI, C.G.Q. **Aspectos biológicos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em genótipos de soja com diferentes graus de resistência a insetos**. 2003. 59 f. Dissertação (Mestre em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agronômico, Campinas, 2003.

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

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GAZZONI, D.L.; HÜLSMEYER, A.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. Efeito de diferentes doses de rutina e de quercetina na biologia de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lep., Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.673-681, 1997.

GERRITS, P.O. **The application of glycol metacrylate in histotechnology: some fundamental principle**. Germany: Leica Gmgh, 1991. 80p.

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

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

HARBORNE, J. B.; GRAYER, R. J. Flavonoids and insects, p. 559-618, In: HARBORNE, J. B. (ed.). **The Flavonoids, Advances in Research since 1986**. Chapman and Hall, London. 1993.

HARTWIG, E.E.; LAMBERT, L.; KILLEN, T.C. Registration of “Lamar” soybean. **Crop Science**, v. 30, p. 231, 1990.

HATCHETT, J.H.; BELAND, G.L.; HARTWIG, E.E. Leaf-feeding resistance to bollworm and tobacco budworm in three plant introductions. **Crop Science**, Madison, v. 16, p. 277-280, 1976.

HEINZ, K.M.; ZALOM, F.G. Variation in trichome-based resistance to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition on tomato. **Journal of Economic Entomology**, v. 88, n. 5, p. 1494-1502, 1995.

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

HOFFMANN-CAMPO, C. B., MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GOMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina, Embrapa Soja, (Circular Técnica/Embrapa Soja, ISSN 1516-7860, n.º. 30). 2000, 70p.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MAZZARIN, R. M.; LUSTOSA, P. R. Mecanismos de resistência de genótipos de soja: teste de não-preferência para *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 513-519, 1994.

HOFFMANN-CAMPO, C.B. et al. Detrimental effect of rutin on *Anticarsia gemmatilis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.10, p.1453-1459, 2006.

HOFFMANN-CAMPO, C.B. **Role of the flavonoids in the natural resistance of soybean to *Heliothis virescens* (F.) and *Trichoplusia ni* (Hübner)**. 165f. Dissertation (Ph.D.) - The University of Reading, Reading, 1995.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; HARBORNE, J.B.; McCAFFERY, A.R. Pre-ingestive and post-ingestive effects of soya bean extracts and rutin on *Trichoplusia ni* growth. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.98, p.181-194, 2001.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, New York, v. 24, n.2, p. 408-421, 1970.

HYMOWITZ, T. Speciation and Cytogenetics. In: BOERMA, H. R.; SPECHT, J.E. (eds). Soybeans: improvement, production and uses. 3. ed. Agronomy monograph n.º 16. American Society of Agronomy – **Crop Science Society of América** – soil science Society of América, Madison, WI, p. 97-136, 2004.

IGNOFFO, C.M. et al. The fungus *Nomuraea rileyi* as a microbial insecticide, p. 513-538. In: BURGERS, H.D. (ed.) **Microbial control of pests and plant diseases**. London: Academic Press, 949 p., 1981.

IGNOFFO, C.M.; PUTTLER, B.; HOSTETTER, D.L.; DICKERSON, W.A. Susceptibility of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*, and the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatilis*, to

several isolates of the entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi*. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v. 28, p. 259-262, 1976.

JENSEN, R.L.; NEWSOM, L.D.; GIBBENS, J. The soybean looper: effects of adult nutrition on oviposition, mating frequency, and longevity. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 67, p. 467-470, 1974.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book, 1940. 523p.

KHAN, Z. R.; WARD, J. T.; NORRIS, D. M. Role of trichomes in soybean resistance to cabbage looper, *Trichoplusia ni*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 109-117, 1986.

KIDD, K. A. **Interaction of Kudzu, *Pueraria montana* (Lour.) Merr. var. *lobata* (Willd.) and Arthropods in North Carolina**. 2002. 111f. Dissertation (Doctor of Philosophy). Faculty of North Carolina State University, Raleigh, 2002.

KILLEN, T. C., HATCHET, J. H.; HARTWIG, E. E. Evaluation of early generation soybeans for resistance to soybean looper. **Crop Science**, Madison, v. 17, p. 397-398, 1977.

KOGAN, M. Natural chemicals in plant resistance to insects. **Iowa State Journal Research**, v.60, p.501-527, 1986.

KOGAN, M. Plant resistance in soybean insect control. In: A.J. PASCALE, **World Research Conference IV**. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora, S.R.L., 1989. p. 1519-1525.

KOGAN, M.; COPE, D. Feeding and nutrition of insects associated with soybeans. 3. Food intake, utilization and growth in the soybean looper, *Pseudoplusia includens*. **Annals of the Entomologica Society of America**, Lanham, v. 67, n. 1, p. 66-72, 1974.

KOGAN, M.; TURNIPSEED, S.G. Ecology and management of soybean arthropods. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.32, p.507-538, 1987.

KUBO, I.; HANKE, F.G. Chemical methods for isolating and identifying phytochemicals biologically active in insects. In: MILLER, J.R.; MILLER, T.A. ( Ed.). **Insects-plant interactions**. New York: Spring-Verlag, 1986. p.121-153.

LAMBERT, L.; KILLEN, T. C. Multiple insect resistance in several soybean genotypes. **Crop Science**, Madison, v 24, p.887-890, 1984.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2.ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336p.

LÉLIS, M.M. **Produtividade e teor de óleo para genótipos de soja em três épocas de semeadura**. 2007. 62 p. Dissertação (Mestre em Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

- LEENTEREN, J.C.VAN; NOLDUS, L.P.J.J. Whitefly – plant relationships: behavioral and ecological aspects. In: GERLING, D. (Ed.). **Whiteflies: their bionomics, pest status and management**. Andover, UK: Intercept, 1990. p.47-89.
- LEONARD, B.R. et al. Variations in response of soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) to selected insecticides in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, v. 83, p. 27-34, 1990.
- LI, Z. H., LAMMES, F.; LEENTEREN VAN, J.C.; HUISMAN, P.W.T.; VIANEN van, A.; PONTI de, O.M.B. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera, Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). XXV. Influence of leaf structure on the searching activity of *Encarsia formosa*. **Journal of Applied Entomology**, v.104, p.297-304, 1987.
- LIN, H.; KOGAN, M.; FISCHER, D. Induced resistance in soybean to the mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. **Environmental Entomology**, v. 19, n. 6, p. 1852-1857, 1990.
- LIU, S.H.; NORRIS, D.M.; LYNE, P. Volatiles from the foliage of soybean, *Glycine max*, and lima bean, *Phaseolus lunatus*: their behavioral effects on the insects *Trichoplusia ni* and *Epilachna varivestis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 37, n. 2, p. 496-501, 1989.
- LOURENÇÃO, A. L.; BRAGA, N. R.; MIRANDA, M. A. C.; VALLE, G. E.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; RECO, P. C. Avaliação de danos de percevejos e de desfolhadores em genótipos de soja de ciclos precoce, semiprecoce e médio. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 623-630, 2002.
- LOURENÇÃO, A.L. et al. Danos de percevejos e lagartas em cultivares e linhagens de soja de ciclo médio e semi-tardio. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.157-167, 1999.
- LOURENÇÃO, A.L. et al. Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta-da-soja e de percevejos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 275-281, 2010.
- LOURENÇÃO, A.L. et al. Resistência de soja a insetos : X. Comportamento de cultivares e linhagens em relação a percevejos e desfolhadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.543-550, 1997.
- LOURENÇÃO, A.L.; MIRANDA, M.A.C. Resistência de soja a insetos: VIII. IAC 78-2318, linhagem com resistência múltipla. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 1, p. 65-72. 1987.
- LUEDDERS, V. D.; DICKERSON, W. A. Resistance of selected soybean genotypes and segregating population to cabbage looper feeding. **Crop Science**, Madison, v 1, p. 395-396, 1977.

- MAIA, M.C.C. et al. Seleção de linhagens experimentais de soja para características agronômicas e tolerância a insetos. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.85-97, 2009.
- MARSARO JUNIOR, A.L.; PEREIRA, P.R.V. da S.; SILVA, W.R. da; GRIFFEL, S.C.P. Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no estado de Roraima. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, p. 71-76, 2010.
- MARTIN, P.B.; LINGREN, P.D; GREENE, G.L. Relative abundance and host preferences of cabbage looper, soybean looper, tobacco budworm, and corn earworm on crops grown in Northern Florida. **Environmental Entomology**, College Park, v. 5, p. 878-882, 1976.
- MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T. Leguminosas e oleaginosas: soja. p. 202-203. In: RAIJ, B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico–Fundação IAC, 1997, 285p. (Boletim Técnico, 100).
- 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**, Baltimore, v. 93, p. 897-904, 2000.
- MASON, L.J.; MACK, T.P. Influence of temperature on oviposition and adult female longevity for the soybean looper, *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera Noctuidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 13, n. 2, p. 379-383, 1984.
- MAXWELL, F.G.; JENNINGS, P.R. **Breeding plants resistant to insects**. New York: John Wiley, 1980. 683p.
- McAUSLANE, H.J. Influence of leaf pubescence on ovipositional preference of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on soybean. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 25, p. 834-841, 1996.
- McAUSLANE, H.J., F.A. JOHNSON, D.L. COLVIN; SOJACK, B. Influence of foliar pubescence on abundance and parasitism of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on soybean and peanut. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 24, p. 1135-1143, 1995.
- MEDINA, J.C. Introdução e Evolução da Soja no Brasil: Primeiras Notícias da Soja no Brasil. In: MIYASAKA, J.C.; MEDINA, J.C. **A Soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. Cap. 2, p.17-24.
- METCALF, R. L.; LUCKMANN, W. H. Introduction to insect pest management. In: KOGAN, M. (Ed.). **Plant resistance in pest management**. New York: Wiley Interscience, 1975. Cap. 4, p. 103-146.
- MIRANDA, M.A.C. et al. Resistência de soja a *Nezara viridula* e *Piezodorus guildinii* em condições de campo. **Bragantia**, Campinas, vol. 38, n. 1, p. 181-188, 1979.

MIRANDA, M.A.C.; BRAGA, N.R.; LOURENÇÃO, A.L.; MIRANDA, F.T.S.; UNÊDA, S.H.; ITO, M.F. Descrição, produtividade e estabilidade da cultivar de soja IAC-23, resistente a insetos. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 29-37, 2003a.

MIRANDA, M.A.C.; BRAGA, N.R.; LOURENÇÃO, A.L.; MIRANDA, F.T.S.; UNÊDA, S.H.; ITO, M.F. Descrição, produtividade e estabilidade da cultivar de soja IAC-24, resistente a insetos. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 29-37, 2003b.

MIRANDA, M.A.C.; LOURENÇÃO, A.L. Melhoramento genético da soja para a resistência a insetos: uma realidade para aumentar a eficiência do controle integrado de pragas e viabilizar a soja orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2., 2002, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa-Soja, p. 52-60.

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

MOLINA, A. **Soja: expectativa x frustração**. Disponível em: <[www.embrapa.br/Famasul.htm](http://www.embrapa.br/Famasul.htm)>. Acesso em: 01 de fev. de 2007.

MORAES, R.R.; LOECK, A.E.; BELARMINO, L.C. Inimigos naturais de *Rachiplusia nu* (Grenée, 1852) e de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 57-64, 1991.

MORALES, L et al. Suscetibilidade de *Anticarsia gemmatalis* Hübner e *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) a *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 24, p. 593-598, 1995.

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

MOSCARDI, F.; BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, A.F.; CORSO, I.C.; YANO, S.A.C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Eds). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília - DF: Embrapa, p. 213-334, 2012.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Eds). **A Soja no Brasil**. 1 ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 65-104.

O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; McCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cellular wall by toluidine blue. **Protoplasma**, v.59, p.368-373, 1964.

OLIVEIRA, L.J.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MAZZARIN, R.M. Aspectos biológicos e nutricionais de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em diversos

genótipos de soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.22, p.547-552, 1993.

PANDA, N. **Principles of host-plant resistance to insect pests**. New York: Osmun, 1979. 386 p.

PANIZZI, A. R et al. **Insetos da soja no Brasil**. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1977, 20p. (Boletim Técnico, 1).

PAPA, G.; CELOTO, F.J. **Lagartas na soja**. 2007. Disponível em <<http://www.ilhasolteira.com.br/columas/index.php?acao=verartigo&idartigo=1189090532>>. Acesso em: 2 jun. 2013.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programa de controle biológico**. 6. ed. Piracicaba: FEALQ, 2001. 134 p.

PETERSON, A. Egg types among moths of the Noctuidae. **Florida Entomologist**, v. 47, p. 71-100, 1964.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 6 ed. Piracicaba: Gráfica Binetti, 1976. 430p.

PORTILLO, H.E.; PITRE, H.N. Effect of four soybean genotypes on the development and fecundity of *Heliothis virescens* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 75, n. 3, p. 386-390, 1992.

PROBST, A.H.; JUDD, R.W.; ORIGIN, U.S. History and development and world distribution. In: CALDEWELL, B.E. (Ed.) **Soybeans, improvement, production and uses**. Madison ASA, 1973. 618p.

QUINTELA, et al. Desafios do MIP em soja em grandes propriedades no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: EmbrapaSoja, 2006. p. 127-133.

REID, J.C.; GREENE, G.L. The soybean looper pupal weight, development time and consumption of soybean foliage. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 56, n. 3, p. 203-206, 1973.

REYNOLDS, G. W.; SMITH, C. M. Effects of leaf position, leaf wounding, and plant age of two soybean genotypes on soybean looper (Lepidoptera, Noctuidae) growth. **Environmental Entomology**, College Park, v. 14, n. 4, p. 475-478, 1985.

REZENDE; J. A. M.; DE MIRANDA, M. A. C. Performance of F1 generation of soybean in relation to *Colaspis* sp. and *Diabrotica speciosa*. **Soybean Genetics Newsletter**, Ames, v. 7, p. 21-22, 1980.

- REZENDE; J.A.M., MIRANDA, M.A.C.; MASCARENHAS, H.A.A. Comportamento de cultivares de soja em relação à área foliar comida por lagartas das folhas. **Bragantia**, Campinas, v. 39, p. 161-165, 1980.
- ROA, F.G. Biological and microbiological control of some insect pest of soybeans in the Cauca Valley, p. 1567-1571. In: PASCALE, A.J. (Ed.). **Proceedings World Soybean Research Conference IV**, Orientación Gráfica Editora S.R.L., Buenos Aires, 1989, 2388p.
- ROSSETTO, C.J., O. TISSELIFO, J. CIONE, P.B. GALLO, L.F. RAZERA, J.P.F. TEIXEIRA; BORTOLETTO, N. Soja 'IAC-100'. **Agrônomo**, v. 41, p. 2, 1989.
- SAMWAYS, M. J. **Controle biológico de pragas e ervas daninhas**. Tradução de Regina Célia Mingone Neto. São Paulo: EPU, 1989.
- SANTOS, W.J.; BARBOSA, C.A.S.; PEDROSA, M.B. **Estudo do comportamento da falsa-medideira e ou mede-palmo na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no Oeste da Bahia**. 2010. Disponível em: <[http://circuloverde.com.br/art/safra\\_0809/algodao/relatoriofinalensaiosdeplusia\\_safra0809.pdf](http://circuloverde.com.br/art/safra_0809/algodao/relatoriofinalensaiosdeplusia_safra0809.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2012.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT user's guide, version 8.1. **SAS Institute**, Cary. 2001.
- SCHILICK-SOUZA, E.C.; BALDIN, E.L.L.; LOURENÇÃO, A.L. Variation in the host preferences and responses of *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) to cultivars of collard greens *Brassica oleracea* (L.) var. *acephala*. **Journal of Pest Science**, Heidelberg, v. 84, n. 3, p. 429-436, 2011.
- SEDIYAMA, T. et al. **Cultura da Soja – I Parte**. 3ª Reimpressão. Viçosa: UFV, 1996, 96p.
- SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 553-603.
- SHOREY, H.H.; ANDRES, L.A.; HALE, R.L. The biology of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). I. Life history and behavior. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 55, n. 5, p. 591-597, 1962.
- SILVA, J. P. G. F. da. **Resistência de genótipos de soja *Glycine Max* (L.) A *Piezodorus Guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2013. 114 f. Dissertação (Mestre em Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2013.
- SINGH, R.J.; HYMOWITZ, T. The genomic relationship between *Glycine max* (L.) Merr. and *G. soja* Sieb. and Zucc. as revealed by pachytene chromosome analysis. **Theoretical and Applied Genetics**, Germany, v.76, p.705-711, 1988.
- SMITH, C.M. Expression mechanisms and chemistry of resistance in soybean (*Glycine max* L. Merr.) to soybean looper, *Pseudoplusia includens* (Walker). **Insect Science and its Application**, v. 6, n. 3, p. 243-248, 1985.

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

SOSA-GÓMEZ, D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados a cultura da soja. p. 673-724. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Eds.). **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga.** Brasília: Embrapa, c. 10, 2012. 859p.

SOSA-GÓMEZ, D.R. **Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos.** Disponível em: <[http://cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv\\_fung.pdf](http://cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv_fung.pdf)> Acesso em: 15 de jun. 2006.

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. de F.; HIROSE, E. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja.** Londrina: Embrapa-CNPSo, 2010. 90 p. (Embrapa – CNPSo. Documentos, 269).

SOSA-GÓMEZ, D.R.; LÓPEZ LASTRA, C.; HUMBER, R.A. An Overview of Arthropod-Associated Fungi from Argentina and Brazil. **Mycopathologia**, v. 170, p. 61-76, 2010.

SOUZA, E.S. **Resistência de genótipos de soja *Glycine max* (L.) a *Nezara viridula* (L., 1758) (Hemiptera: Pentatomidae).** 2010. 56 p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo. 2010.

SOUZA, L.A. et al. **Morfología e anatomia vegetal: técnicas e práticas.** Ponta Grossa: UEPG, 2005. 194p.

STAMP, N.E.; SCROBOLA, K L. Failure to avoid rutin diets results in altered food utilization and reduced growth rate of *Manduca sexta* larvae. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 68, p. 127-142, 1993.

THOMAS, J.D.; BOETHEL, D.J. Synergism of insecticides in tests with resistant soybean looper larvae (Lepidoptera: Noctuidae) in the laboratory and field. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, v. 87, p. 1416-1422, 1994.

TODD, J.W.; MILTON, N.A.; DUKES, P.D. Infestations of phytophagous insects on soybean following applications of DuPont 1410 foliar sprays and other insecticides applied to the soil. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, v. 65, p. 295-296. 1972.

TURNIPSEED, S. G.; KOGAN, M. Soybean entomology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 21, p.247-282, 1976.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Crop Production.** Disponível em: <<http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/CropProdSu/CropProdSu-01-11-2013.pdf>>. Acesso em: 06 de Agosto de 2013b.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Production, Supply and Distribuiton Online**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>>. Acesso em: 15 de Agosto 2013a.

VALLE, G.E.; LOURENÇÃO, A.L. Resistência de genótipos de soja a *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.2, p. 285-295, 2002.

VALLE, G.E.; LOURENÇÃO, A.L.; PINHEIRO, J.B. Adult attractiveness and oviposition preference of *Bemisia tabaci* biotype B in soybean genotypes with different trichome density. **Journal Pest Science**, v. 85, p. 431-442, 2012.

VAN DUYN, J. W., TURNIPSEED, S. G.; MAXWELL, J. D. Resistance in soybean to the Mexican bean beetle: II. Reactions of the beetle to resistant plants. **Crop Science**, Madison, v. 12, p. 561-562, 1972.

VAN DUYN, J.W.; TURNIPSEED, S.G.; MAXWELL, J.D. Resistance in soybeans to the Mexican bean beetle. I. Sources of resistance. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 4, p. 572-573, 1971.

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

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. p. 1055-1105. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Londrina: Embrapa Soja, c. 25, 2009. 1164 p.

VENDRAMIM, J.D. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: CROCOMO, W.B. (Org.), **Manejo Integrado de Pragas**. Botucatu: UNESP/CETESB, 1990. p.177-197.

VERNETTI, F.J. Origem da espécie, introdução e disseminação no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras**. Campinas, 1983. p.3-123.

VIEIRA, S.S. et al. Resistance of soybean genotypes to *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 1, p. 117-122, 2011.

WILCKEN, C. F.; **Biologia de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) em espécies de *Eucalyptus* e em dieta artificial**. Piracicaba, 1996. 151 f. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo

XU, B.; ZHEN, H; LU, Q.; ZHAO, S. Three new evidences of the original area of soybean. 1989. In: CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 4, 1989, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires, t.1, p.124-128, 1989.

YOUNG, S.Y.; YEARIAN, W.C. Nuclear polyhedrosis virus infection of *Pseudoplusia includens* (Lep.: Noctuidae) larvae effect on post larval stages and transmission. **Entomophaga**, Paris, v. 27, n. 1, p. 61-66, 1982.