



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LENIO CESAR MORAES DE CAMARGO

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DE  
INSETOS PRAGA E FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA  
DA SOJA**

---

Londrina  
2018

**LENIO CESAR MORAES DE CAMARGO**

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DE  
INSETOS PRAGA E FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA  
DA SOJA**

Tese do Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia - Doutorado da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab.

Londrina  
2018

Camargo, Lenio Cesar Moraes de Camargo.

Tecnologia de aplicação no controle de insetos praga e ferrugem asiática na cultura da soja / Lenio Cesar Moraes de Camargo Camargo. - Londrina, 2018.  
112 f. : il.

Orientador: Otavio Jorge Grigoli Abi Saab Abi Saab.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2018.  
Inclui bibliografia.

1. Tecnologia de aplicação - Tese. 2. Fitossanidade - Tese. I. Abi Saab, Otavio Jorge Grigoli Abi Saab. II. Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

LENIO CESAR MORAES DE CAMARGO

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DE INSETOS  
PRAGA E FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA**

Tese do Doutorado apresentada ao Programa de  
Pós-graduação em Agronomia - Doutorado da  
Universidade Estadual de Londrina.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Dr. Amarildo Pasini  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Seiji Igarashi  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Dr. Fábio Maximiano de Andrade Silva  
Du Pont do Brasil S/A

---

Prof. Ricardo Ralisch  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 09 de Fevereiro de 2018.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de evoluir em mais essa etapa; pelo amparo e companheirismo em todos os meus momentos, sempre dando-me poder e força para superar todos os obstáculos de minha caminhada;

Ao Prof. Dr. Otavio J. G. Abi Saab, pela orientação, dedicação, amizade e conselhos profissionais e para vida;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina pelas condições oferecidas para uma formação respeitável, por me acolher e acreditar em meu potencial;

À banca examinadora desta tese, em função da solicitude e dos aspectos pertinentes colocados em suas considerações;

Ao Seiji Igarashi, outro grande amigo que fiz desde o ingresso na Universidade, pelo privilégio de poder interagir com sua pessoa, trazendo assim sempre grandes ensinamentos;

À Du Pont do Brasil S/A, pelo suporte e incentivo, em especial para Orlando Garcia, Claudia Nunes, Fábio M. A. Silva e Samuel Alves pela oportunidade concedida, por acreditarem em meu potencial mesmo na dificuldade para conciliar os dois lados e, principalmente, ao Danilo Garcia Brito por toda parceria e suporte no decorrer de todo trabalho da tese;

À minha família, em especial para minha esposa Amanda Camargo pela consideração, paciência, conselhos e força transmitidos à minha pessoa, a qual serei eternamente agradecido. Aos meus irmãos Tito e Eliseu pelo incentivo e ajuda nos momentos difíceis. Aos meus pais, Paulo e Arlete por toda formação que me deram, pelo suporte, educação, incentivo e aconselhamento em todos os momentos.

CAMARGO Lenio Cesar Moraes de. **Tecnologia de APLICAÇÃO NO CONTROLE de insetos praga e ferrugem asiática na cultura da soja.** 2018. 112 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## RESUMO

O controle de lepidópteros-pragas e da ferrugem asiática da soja estão entre os principais problemas responsáveis por causar grandes prejuízos a essa cultura. Os inseticidas e fungicidas específicos para o controle, que outrora proporcionaram alta performance, hoje têm apresentado menor eficiência no manejo dessas pragas e patógenos. Diante desse cenário, a tecnologia de aplicação assume um papel preponderante no controle fitossanitário. Desse modo, o objetivo do trabalho foi testar diferentes taxas e velocidades de aplicação para o controle de lepidópteros-praga (*Helicoverpa armigera*, *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*) e da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja e correlacionar a distribuição dos produtos com parâmetros de eficácia. As aplicações foram realizadas em condições de campo e avaliados através de papéis hidrossensíveis presos a suportes de PVC junto ao dossel da soja. Os dados de porcentagem de cobertura dos papéis foram obtidos pela digitalização de cada cartão de papel hidrossensível em um scanner de mesa, com 300dpi de resolução, sendo as imagens processadas através do programa Conta-Gotas®. Os parâmetros de eficácia foram obtidos a partir de bioensaios. Para o estudo dos lepidópteros-praga foram realizadas avaliações de mortalidade e injúrias causada nas folhas. Para a ferrugem asiática da soja quantificou-se a severidade da doença nas folhas. Todos os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, para verificar se atendiam aos pressupostos da estatística paramétrica. A partir disso, realizou-se a análise de variância (ANOVA) pelo teste de Tukey para os dados paramétricos e o teste LSD para os não paramétricos. A diferença foi considerada significativa quando  $p \leq 0,05$ . Através dos resultados pode-se concluir que durante a fase vegetativa da soja, o volume de 112 L.ha<sup>-1</sup> foi o mais adequado para o controle de lepidópteros, enquanto no período reprodutivo recomenda-se a taxa de aplicação de 224L.ha<sup>-1</sup>. Levando-se em consideração severidade da ferrugem asiática da soja e danos ocasionados por lepidópteros-praga, o aumento na taxa de aplicação de 108 a 110 para 199 a 216 L ha<sup>-1</sup>, bem como redução na velocidade de aplicação de 16 km h<sup>-1</sup> para 5 km h<sup>-1</sup>, resultaram em melhor penetração no dossel intermediário e baixeiro da soja. A maior cobertura foliar pelos fungicida e inseticidas aplicados foram observadas no terço superior do dossel, independente da taxa e velocidade de aplicação, refletindo em menores severidades da doença e injúrias das pragas. Para os terços médio e inferior a associação da menor velocidade (5km h<sup>-1</sup>) e maior taxa de aplicação (199 L.ha<sup>-1</sup>) apresentaram a melhor performance.

**Palavras-chaves:** Tecnologia de aplicação. Lagartas da soja. *Phakopsora pachyrhizi*. Controle químico.

CAMARGO Lenio Cesar Moraes de. **Application Technology in the Control of insects pest and Asian soybean rust in soybean crop.** 2018. 112 p. Thesis (Doctoral Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## ABSTRACT

The control of lepidopteran pests and the Asian soybean rust are among the main problems responsible for causing great damage to this crop. The insecticides and fungicides specific to the control that once provided high performance, today have presented less efficiency in the management of these pests and pathogens. In this scenario, the application technology assumes a preponderant role in phytosanitary control. The objective of the present work was to test different rates and speeds of application for the control of Pest Control (*Helicoverpa armígera*, *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*) and Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in the soybean crop and to correlate the distribution of products with parameters of effectiveness. The applications were performed under field conditions and evaluated through hydrosensitive papers attached to PVC supports next to the soybean canopy. Percentage coverage data of the papers were obtained by digitizing each water-sensitive paperboard in a 300dpi flatbed scanner, the images being processed through the Conta-Drops® software. The efficacy parameters were obtained from bioassays. For the study of the lepidopteran pest were carried out evaluations of mortality and damages caused in the leaves. For Asian soybean rust the severity of disease in the leaves was quantified. All data were initially submitted to normality and homogeneity tests, to verify if they met the assumptions of parametric statistics. From this, the analysis of variance (ANOVA) was performed by the Tukey test for the parametric data and the LSD test for the non-parametric ones. The difference was considered significant when  $p \leq 0.05$ . It can be concluded from the results that during the vegetative stage of soybean, the volume of 112 L.ha<sup>-1</sup> was the most adequate, while in the reproductive period the application rate of 224L.ha<sup>-1</sup> is recommended. For the severity of asian soybean rust and damage caused by lepidopteran pests, the increase in application rate from 108 to 110 to 199 to 216 L ha<sup>-1</sup>, and the reduction of the application speed of 16 km h<sup>-1</sup> to 5 km h<sup>-1</sup>, resulted in better penetration in the middle and lower canopy of soybean. The highest leaf cover by the fungicide and inseticides were observed in the upper part of the canopy, independent of the rate and speed of application, reflecting lower disease severity and pest damage. For the middle and lower parts, the association of the lowest velocity (5km h<sup>-1</sup>) and the highest application rate (199 L.ha<sup>-1</sup>) presented the best performance.

**Keywords:** Application technology. Soybean caterpillars. *Phakopsora pachyrhizi*. Chemical control.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Classificação em categoria das taxas de aplicação ( $L\ ha^{-1}$ ) em função do tipo de cultura (Mathews, 1979)..... 16
- Tabela 2.** Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, aplicados em dois momentos distintos (estádios fenológicos V8 e R5.1). ..... 40
- Tabela 3.** Estimativa de cobertura foliar (%) de Clorantraniliprole (20%SC) com uso de papéis hidrossensíveis em diferentes estratos de um suporte PVC e em dois estádios fenológicos da soja. Capão Bonito/SP, 2015. .... 43
- Tabela 4.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Eribidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas de aplicação de Clorantraniliprole. (Área foliar ofertada =  $19,25\ cm^2$ ). Capão Bonito/SP, 2015..... 45
- Tabela 5.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas de aplicação de Clorantraniliprole. (Área foliar ofertada =  $19,25\ cm^2$ ). Capão Bonito/SP, 2015..... 46
- Tabela 6.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas de aplicação de Clorantraniliprole. (Área foliar ofertada =  $19,25\ cm^2$ ). Capão Bonito/SP, 2015..... 47
- Tabela 7.** Injúrias em vagens verdes de soja (%) ocasionadas por *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta com diferentes taxas de aplicação de Clorantraniliprole. Capão Bonito/SP, 2015. .... 49
- Tabela 8.** Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, com o produto Indoxacarbe (150 EC) aplicado no estágio fenológico R4 na cultura da soja. Paulínia/SP, 2016. .... 56
- Tabela 9.** Estimativa de cobertura foliar (%) de Indoxacarbe (15% EC) com uso de papéis hidrossensíveis em diferentes terços de um suporte PVC no estágio fenológico R4 da soja. Paulínia/SP, 2016. .... 59
- Tabela 10.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar

	ofertada = 19,25 cm <sup>2</sup> ) de folhas coletadas 1DAA. Paulinia/SP, 2016. ....	63
<b>Tabela 11.</b>	Injúrias foliares (%) ocasionadas por <i>Chrysodeixis includens</i> (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm <sup>2</sup> ) de folhas coletadas 1DAA. Paulinia/SP, 2016. ....	64
<b>Tabela 12.</b>	Injúrias foliares (%) ocasionadas por <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm <sup>2</sup> ) de folhas coletadas 7DAA. Paulinia/SP, 2016. ....	69
<b>Tabela 13.</b>	Injúrias foliares (%) ocasionadas por <i>Chrysodeixis includens</i> (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm <sup>2</sup> ) de folhas coletadas 7DAA. Paulinia/SP, 2016. ....	71
<b>Tabela 14.</b>	Mortalidade (%) de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm <sup>2</sup> ) de folhas coletadas 1DAA. Paulinia/SP, 2016. ....	73
<b>Tabela 15.</b>	Mortalidade (%) de <i>Chrysodeixis includens</i> (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm <sup>2</sup> ) de folhas coletadas 1DAA. Paulinia/SP, 2016. ....	75
<b>Tabela 16.</b>	Mortalidade (%) de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm <sup>2</sup> ) de folhas coletadas 7DAA. Paulinia/SP, 2016. ....	76
<b>Tabela 17.</b>	Mortalidade (%) de <i>Chrysodeixis includens</i> (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm <sup>2</sup> ) de folhas coletadas 7DAA. Paulinia/SP, 2016. ....	77
<b>Tabela 18.</b>	Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, com o produto Protioconazole+Trifloxistrobina (17,5+15% SC) aplicado no estágio fenológico R4 na cultura da soja. Paulinia/SP, 2016. ....	83
<b>Tabela 19.</b>	Estimativa de cobertura foliar (%) de Protioconazole+Trifloxistrobina (17,5+15% SC) com uso de papéis hidrossensíveis em diferentes estratos	

de um suporte PVC no estágio fenológico R4 da soja. Paulinia/SP, 2016.....	86
<b>Tabela 20.</b> Severidade da ferrugem asiática (%) ocasionada por <i>Phakopsora pachyrhizi</i> em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina em folhas coletadas 1DAA. Paulinia/SP, 2016. ....	90
<b>Tabela 21.</b> Severidade da ferrugem asiática (%) ocasionada por <i>Phakopsora pachyrhizi</i> em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina em folhas coletadas 7DAA. Paulinia/SP, 2016. ....	93

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Superfície de Porcentagem de Cobertura x Altura no dossel x Taxa de aplicação de Clorantraniliprole (20%SC) com uso de papéis hidrossensíveis em diferentes estratos e em dois estádios fenológicos da soja. Capão Bonito/SP, 2015..... 44
- Figura 2.** Superfície de Porcentagem de Cobertura x Altura no dossel x Velocidade de aplicação de Indoxacarbe com uso de papéis hidrossensíveis em soja. Paulinia/SP, 2016. .... 61
- Figura 3.** Gráfico da Porcentagem de Cobertura x Taxa/Velocidade – Terço Inferior em aplicação de Indoxacarbe com uso de papéis hidrossensíveis em soja. Paulinia/SP, 2016. .... 62
- Figura 4.** Gráficos de Intervalo do dano (%) 7DAI ocasionado por *Helicoverpa armigera* em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. Folhas coletadas 1DAA. Paulinia/SP, 2016. .... 64
- Figura 5.** Gráficos de Intervalo do dano (%) 7DAI ocasionado por *Chrysodeixis includens* em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. Folhas coletadas 1DAA. Paulinia/SP, 2016. .... 66
- Figura 6.** Gráficos de Intervalo do dano (%) aos 7DAI ocasionado por *Helicoverpa armigera* em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. Folhas coletadas 7DAA. Paulinia/SP, 2016. .... 70
- Figura 7.** Gráficos de Intervalo do dano (%) 7DAI ocasionado por *Chrysodeixis includens* em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. Folhas coletadas 7DAA. Paulinia/SP, 2016. .... 72
- Figura 8.** Superfície de Porcentagem de Cobertura x Altura no dossel x Velocidade de aplicação de Protiocanazole+Trifloxistrobina (17,5+15% SC) com uso de papéis hidrossensíveis em soja. Paulinia/SP, 2016. .... 87
- Figura 9.** Gráfico da Porcentagem de Cobertura x Taxa/Velocidade – Terço Inferior em aplicação de Protiocanazole+Trifloxistrobina (17,5+15% SC) com uso de papéis hidrossensíveis em soja. Paulinia/SP, 2016..... 88

<b>Figura 10.</b> Gráfico de Intervalos da Severidade da ferrugem asiática (%) aos 17DAI ocasionada por <i>Phakopsora pachyrhizi</i> em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina em folhas coletadas 1DAA. Paulinia/SP, 2016.....	91
<b>Figura 11.</b> Gráfico de Intervalos da Severidade da ferrugem asiática (%) aos 17DAI ocasionada por <i>Phakopsora pachyrhizi</i> em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina em folhas coletadas 7DAA. Paulinia/SP, 2016.....	94

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1	TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO.....	16
2.1.1	PARÂMETROS AVALIADOS EM TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO.....	18
2.1.2	VELOCIDADE DO VENTO E DERIVA .....	20
2.1.3	VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DA APLICAÇÃO .....	21
2.2	MOMENTO BIOLÓGICO DE CONTROLE .....	22
2.2.1	ALVO BIOLÓGICO.....	24
2.3	A CULTURA DA SOJA NO BRASIL .....	26
2.4	LEPIDÓPTEROS-PRAGA DA SOJA .....	27
2.5	FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (PHAKOPSORA PACHYRHIZI) .....	28
2.6	MANEJO INTEGRADO .....	30
2.7	CONTROLE QUÍMICO .....	30
2.8	CLORANTRANILIPROLE (20% SC) (PREMIO®).....	31
2.9	INDOXACARBE (15% EC) (AVATAR®).....	32
2.10	PROTIOCONAZOLE+TRIFLOXITROBINA (17,5+15% SC) (FOX®).....	32
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES</b> .....	34
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	35
<b>5</b>	<b>ARTIGO A: ALTAS TAXAS DE APLICAÇÃO DE CLORANTRANILIPROLE NÃO REDUZEM AS INJÚRIAS OCACIONADAS POR LEPIDÓPTEROS-PRAGA DA SOJA</b> .....	36
5.1	RESUMO.....	36
5.2	ABSTRACT .....	37
5.3	INTRODUÇÃO .....	38
5.4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	39
5.4.1	LOCAL DO EXPERIMENTO.....	39
5.4.2	SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS.....	39
5.4.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	39

5.4.4	APLICAÇÃO DO INSETICIDA.....	40
5.4.5	AVALIAÇÃO DA COBERTURA FOLIAR DAS GOTAS PULVERIZADAS .....	41
5.4.6	CRIAÇÃO DOS LEPIDÓPTEROS PRAGA .....	41
5.4.7	COLETA DO MATERIAL (FOLHAS) E CONSUMO.....	42
5.4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	42
5.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
5.6	CONCLUSÃO .....	50
<b>6.</b>	<b>ARTIGO B: VELOCIDADE DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DE LEPIDÓPTEROS</b>	
	<b>PRAGA NA SOJA .....</b>	<b>51</b>
6.1	RESUMO.....	51
6.2	ABSTRACT .....	52
6.3	INTRODUÇÃO .....	53
6.4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
6.4.1	LOCAL DO EXPERIMENTO E CLIMA .....	54
6.4.2	SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS.....	54
6.4.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	55
6.4.4	APLICAÇÃO DO INSETICIDA.....	55
6.4.5	AVALIAÇÃO DA COBERTURA FOLIAR DAS GOTAS PULVERIZADAS .....	56
6.4.6	CRIAÇÃO DOS LEPIDÓPTEROS PRAGA .....	57
6.4.7	COLETA DO MATERIAL (FOLHAS) E CONSUMO.....	57
6.4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	57
6.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	58
6.6	CONCLUSÃO .....	78
<b>7</b>	<b>ARTIGO C: VOLUME DE CALDA E VELOCIDADE DE APLICAÇÃO NO</b>	
	<b>CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA .....</b>	<b>79</b>
7.1	RESUMO.....	79
7.2	ABSTRACT .....	80
7.3	INTRODUÇÃO .....	81
7.4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	82
7.4.1	LOCAL DO EXPERIMENTO E CLIMA.....	82
7.4.2	SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS.....	82
7.4.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	82

7.4.4	APLICAÇÃO DO FUNGICIDA .....	83
7.4.5	AVALIAÇÃO DA COBERTURA FOLIAR DAS GOTAS PULVERIZADAS .....	84
7.4.6	COLETA DO MATERIAL (FOLHAS) E INOCULAÇÃO.....	84
7.4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	84
7.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
7.6	CONCLUSÃO .....	96
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>97</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>99</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O grande incremento na produção mundial de soja é devido ao expressivo aumento da oferta de tecnologias de produção, que permitiram ampliar significativamente a área cultivada e a produtividade dessa oleaginosa. Entretanto, há ainda vários fatores que limitam a produção e a produtividade desta cultura no mundo. Dentre esses pode-se destacar as adversidades climáticas, a ocorrência de vários insetos nocivos, plantas daninhas e doenças.

O uso de agrotóxicos é uma das práticas mais utilizadas nos ambientes agrícolas para o controle de pragas e patógenos, pois reduzem a ocorrência de dano econômico e representam uma das ferramentas do Manejo Integrado de Pragas. Apesar da redução significativa dos preços da maioria dos agrotóxicos, o custo do controle tem aumentado, devido ao crescente número de aplicações.

Para a obtenção de sucesso em uma aplicação é necessário que ocorra a deposição das gotas da calda sobre o alvo desejado. Na prática, o usuário utiliza um mesmo volume e velocidade para uma grande variedade de pragas e doenças, e ainda para os vários estádios de crescimento da cultura. Atualmente a diminuição no custo da aplicação e aumento da capacidade operacional dos equipamentos, têm direcionado os rumos que determinam as estratégias na tecnologia de aplicação de agrotóxicos. A tendência de redução do volume de calda, e ainda aumento na velocidade dos pulverizadores, põem em risco quantitativa e qualitativamente a deposição das gotas.

Como a água é o veículo de transporte que leva o produto fitossanitário ao alvo, tornam-se necessários estudos para determinar a quantidade mínima que não afetaria a qualidade da pulverização e não comprometeria a eficiência dos tratamentos. O controle de lepidópteros-pragas e da ferrugem asiática da soja estão entre os principais problemas responsáveis por causar grandes prejuízos a essa cultura. Os inseticidas e fungicidas específicos para o controle de pragas e doenças necessitam de distribuição uniforme por todo dossel das plantas para proporcionarem eficácia em sua performance. Diante desse cenário, a tecnologia de aplicação assume um papel preponderante no controle fitossanitário.

Dentre as pragas desfolhadoras destacam-se as espécies da família Noctuidae: *Helicoverpa armigera*, *Chrysodeixis includens* e *Anticarsia gemmatalis*. Quando não manejadas adequadamente, esses lepidópteros-praga podem ser responsáveis pelo desfolhamento total das plantas, reduzindo a produtividade de grãos.

A ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) é o principal problema para a cultura. Na ausência de cultivares resistentes à doença, atualmente, a principal forma de controle da ferrugem asiática é a aplicação de fungicidas.

No cenário atual, devido ao custo ambiental, energético, econômico e operacional ligado ao seu uso, as aplicações na forma líquida tendem a utilizar cada vez menos volume de água por área nas aplicações. Desse modo, em razão dos escassos estudos que correlacionam a eficácia de controle em função das taxas e velocidades de aplicação de agrotóxicos na cultura da soja, o presente trabalho objetiva investigar as injúrias foliares ocasionadas por lepidópteros-praga e a severidade da ferrugem asiática da soja submetidas a diferentes formas de aplicação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

Conjuntamente com as primeiras descobertas das atividades fitossanitárias dos produtos químicos, houve o desenvolvimento dos equipamentos de aplicação, em razão do interesse dos agricultores em maximizar a operacionalidade das aplicações e da revolução industrial em que se encontrava o mundo na época (CHAIM et al., 1999). Todavia, o princípio relativo à aplicação preconizado naquele período não difere do conceito da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários existente nos dias atuais, com exceção da parte relacionada ao meio ambiente, que é “o emprego de todos os conhecimentos técnico-científicos que proporcionem a melhor colocação do produto biologicamente ativo no alvo, na quantidade necessária, de forma econômica e com mínimo de contaminação ambiental (MATUO et al., 2006)”.

A taxa de aplicação refere-se ao volume de calda aplicado por área. Devido à quantidade de calda pulverizada na agricultura, convencionou-se utilizar este índice na forma de litros por hectare ( $L\ ha^{-1}$ ). As taxas de aplicação são variáveis dependendo da cultura e do agente nocivo que se deseja controlar, variando desde 5 a mais de  $1000\ L\ ha^{-1}$ . Mathews (1979) classifica as taxas e aplicação em diferentes categorias (Tabela 1).

**Tabela 1.** Classificação, em categorias, das taxas de aplicação ( $L\ ha^{-1}$ ) em função do tipo de cultura (Mathews, 1979).

Categoria	Culturas anuais	Culturas perenes
Alto	> 600	> 1000
Médio	200 - 600	500 – 1000
Baixo	50 - 200	200 – 500
Muito baixo	5 - 50	50 – 200
Ultra baixo	< 5	< 50

Quanto maior a taxa de aplicação, maior é a tendência de penetração das gotas no dossel das culturas e aumento no percentual de cobertura sobre o alvo aplicado. Este fato baseia-se simplesmente no maior número de gotas geradas por área e pode ser evidenciado matematicamente pela equação de Courshee, que estabelece a cobertura teórica de uma pulverização (MATUO et al., 2006):

$$C = 15 \cdot \frac{V \cdot R \cdot K^2}{A \cdot D}$$

Em que: C = Porcentagem de cobertura; V = taxa de aplicação (L ha<sup>-1</sup>); R = taxa de recuperação (porcentagem do volume aplicado captado pelo alvo); K = fator de espalhamento de gotas; A = superfície vegetal existente na área; D = diâmetro de gotas.

O maior percentual de cobertura é parâmetro positivo da eficiência da aplicação. Maiores percentuais promovem, por exemplo, melhores níveis de controle por fungicidas de contato e maior absorção de fungicidas sistêmicos (AZEVEDO, 2007; FORSTER et al., 2004). Este mesmo raciocínio vale para o uso de herbicidas e inseticidas, em que o uso de produtos de contato requerem maior número de gotas pulverizadas, com o intuito de promoverem maiores níveis de cobertura sobre o alvo, enquanto que os produtos sistêmicos necessitam de menor número de gotas, uma vez que são translocados no interior das plantas.

Contudo, aumentar a taxa de aplicação sem critério algum, objetivando meramente o aumento na porcentagem de cobertura, encontra alguns obstáculos relevantes: escorrimento das gotas da superfície vegetal para o solo e aumento no consumo de água, custo de aplicação e tempo dispensado no processo de aplicação, o que explica a tendência atual de se reduzir as taxas de aplicação. (MARTIN, SORIANO e PIEDRA., 2000).

Balan, Abi Saab e Silva (2004), avaliando a variação da deposição da calda de pulverização para três pontas de pulverização distintas, em diferentes horários do dia e na ausência de vento, observaram variação na deposição da ordem de 100% entre os horários de maior depósito (0 às 6 hs) e menor depósito (15 às 18 hs), quando se pulverizou com uma ponta de pulverização do tipo cone que proporcionava gotas classificadas como finas. A mesma amplitude de variação não ocorreu quando se pulverizou com maiores tamanhos de gota. Os autores reforçam a idéia da escolha correta da ponta de pulverização para diferentes condições meteorológicas, como temperatura e umidade relativa do ar.

Bauer e Raetano (2000), comparando os níveis de deposição de dois equipamentos de pulverização de barra na cultura da soja, com e sem assistência de ar, não verificaram diferenças nos níveis de depósito entre os equipamentos na parte superior das plantas de soja. Houve apenas diferença nos terços médio e inferior das plantas, com vantagem para o equipamento com assistência de ar. Os autores relatam ainda que a exoderiva

foi consideravelmente maior para o equipamento sem assistência de ar, não apresentando diferenças entre os equipamentos para endoderiva – depósitos nas entre-linhas.

Resultados de Forcelini et al. (2008), Oliveira et al. (2007) e Oliveira (2011) mencionam os efeitos da concentração de fungicida na calda de pulverização, por meio da relação de diferentes doses e taxas de aplicação, no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), ferrugem da aveia (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*), ferrugem da folha (*Puccinia triticina*) e mancha amarela (*Pyrenophora tritici-repentis*) do trigo, respectivamente. Os autores encontraram melhores níveis de controle com o uso de maiores taxas de aplicação, não havendo efeito da concentração dos produtos.

### 2.1.1 PARÂMETROS AVALIADOS EM TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

Diversos são os parâmetros avaliados em estudos relacionados à tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. Eles podem ser divididos em parâmetros inerentes a eficiência da aplicação (cobertura, deposição, penetração, absorção) e eficácia da aplicação (nível de controle de um determinado agente nocivo). Como o objetivo das aplicações é controlar as plantas daninhas, pragas e doenças, existe a tendência natural de testar a eficácia destes produtos diretamente em experimentos de campo. Mas como estes experimentos são demorados e sofrem influência da interface hospedeiro, agente nocivo e ambiente em que estão inseridos, podem apresentar resultados incongruentes devido a gama dos fatores envolvidos (ABI SAAB, 2000).

O parâmetro denominado cobertura refere-se à distribuição das gotas sobre o alvo da aplicação. Ela é uma avaliação qualitativa que expressa a porcentagem de cobertura das gotas pulverizadas sobre a superfície analisada. Este parâmetro sofre influência da taxa de aplicação, tamanho da gota pulverizada, fator de espalhamento das gotas pulverizadas e superfície analisada (MATUO et al., 2006).

A medição da porcentagem de cobertura da pulverização pode ser realizada nas plantas alvo (alvos naturais) ou em alvos simulados (alvos artificiais) (FOX et al., 2001). Para alvos naturais, o uso de traçantes fluorescentes na calda de pulverização é um método bastante utilizado (PALLADINI, RAETANO e VELINI, 2005; ABI SAAB, 1996 e 2000). O uso de traçantes fluorescentes é simples, porém pode sofrer degradação pela radiação solar (SALYANI e FOX, 1999).

Já os alvos artificiais são os mais utilizados, devido sua maior praticidade de manuseio. Eles podem ser dispostos sobre a superfície foliar ou em suporte específico no

interior da cultura. Os alvos artificiais podem ser feitos a partir de papel cartolina (BALAN et al., 2005) ou papel tipo kromekote (PESSOA e CHAIM, 1999), necessitando, contudo de um corante na calda de pulverização para a marcação das gotas sobre o papel. Os cartões de papel hidrossensível são os mais utilizados, por não precisarem de corante na calda de pulverização e apresentarem softwares específicos para avaliação (SALYANI e FOX, 1994). Os papéis hidrossensíveis são papéis semi-rígidos, com uma camada composta de azul de bromofenol, refletindo a cor amarela, que se torna azul ao contato com a água, devido a mudança de pH de 2.8 para 4.6 (TURNER; HUNTINGTON, 1970).

O parâmetro denominado deposição é um parâmetro quantitativo que determina a quantidade depositada da calda de pulverização sobre o alvo. Embora o aumento na quantidade de calda depositada proporcione aumento na porcentagem de cobertura, estes dois parâmetros não têm relação direta, pois uma determinada cobertura não reflete necessariamente em maiores níveis de deposição, e vice versa.

Da mesma forma que para a porcentagem de cobertura, os níveis de deposição podem ser estudados tanto em alvos naturais como em alvos artificiais. A determinação da quantidade de calda depositada pode ser mensurada por diversas técnicas analíticas de determinação de compostos, a partir da “lavagem” dos alvos com água destilada. Os métodos de determinação podem ser espectrofotometria (CUNHA et al., 2005), cromatografia (ABI SAAB, 2000), condutividade elétrica (ABI SAAB, 2000; BALAN et al., 2008), etc.

Outro parâmetro estudado em experimentações de tecnologia de aplicação é a penetração das gotas. Este parâmetro é avaliado pela distribuição da porcentagem de cobertura ou níveis de depósitos da calda de pulverização em diferentes locais do dossel das plantas. É de grande importância, por exemplo, em experimentações inerentes a aplicações de fungicidas e inseticidas, uma vez que cada doença ou praga pode situar em locais específicos das culturas, como por exemplo, folhas baixas e/ou internas do dossel, ou também diferentes faces foliares (abaxial ou adaxial).

A maior parte dos estudos relativos à absorção dos produtos fitossanitários sistêmicos em cultivos está relacionada aos herbicidas, com a finalidade principal de entender quais são os fatores que influenciam na seletividade dos produtos (CARDINALI et al., 2010; PETTER et al., 2007; WEICHEL e NAUEN, 2003; LICHTNER, 1983). No entanto, estudos inerentes a absorção de inseticidas (BYRNE, MORSE e KRIEGER, 2009; BUCHHOLZ, NAUEN, 2001) e fungicidas (BARTLETT, et al., 2002; EASTON, 1985) são também realizados para melhor entendimento da ação dos produtos no controle.

Existem ainda estudos que não determinam a quantidade de produto absorvido, especialmente com fungicidas, mas sim fazem uma estimativa da absorção indiretamente por meio do efeito residual de controle (LENZ et al., 2011; EASTON, 1985). Fazem-se aplicações de fungicidas nas plantas preventivamente e posteriormente inoculam as mesmas plantas com os patógenos a serem estudados. A partir da comparação com plantas que não receberem aplicações estima-se que os produtos foram absorvidos e infere-se as conclusões pertinentes ao objetivo do trabalho. Este tipo de experimento, por exemplo, foi realizado por Lenz et al. (2011) para a ferrugem asiática da soja (agente causal *Phakopsora pachyrhizi*), que observaram que gotas de menor tamanho proporcionam maior velocidade de absorção de fungicidas e que trifólios mais novos absorvem os fungicidas mais rapidamente.

### 2.1.2 VELOCIDADE DO VENTO E DERIVA

Os agrotóxicos podem ser aplicados nas lavouras por meio de pulverizadores terrestres, aeronaves agrícolas, ou ainda por meio da água de irrigação. Essas três formas de aplicação podem representar risco ao ambiente quando mal manejadas. A deriva dos agrotóxicos é considerada um dos maiores problemas da agricultura tradicional. Eliminar completamente o problema é praticamente impossível, no entanto, ele pode ser minimizado empregando-se equipamentos corretos, com tecnologia adequada (HEWITT, 2000). A forma de pulverização do jato e o vento são os fatores que mais influenciam esse processo. Quando a calda é lançada no ar sob a forma de gotas, com determinada velocidade inicial, sua trajetória inevitavelmente será influenciada pelas condições ambientais (MOKEBA et al., 1997). A movimentação dependerá das forças de arraste que atuarão na aceleração ou desaceleração das gotas. Assim que é liberada, a gota é acelerada pela força de gravidade até que esta seja, então, contrabalanceada pelas forças aerodinâmicas de arraste, fazendo com que a queda ocorra a uma velocidade constante, chamada terminal. Essa velocidade terminal depende fundamentalmente do diâmetro e densidade da gota e da viscosidade e densidade do ar, e determinará o tempo em que a gota estará sujeita às forças horizontais e de evaporação (MATTHEWS, 2000).

Quanto maior a velocidade de vento, maior distância para fora do alvo que uma gota de um determinado tamanho será levada. Quanto maior a gota, menos afetada pelo vento será e mais rápido cairá. Porém, ventos fortes podem desviar gotas maiores para fora do alvo. (OZKAN, 2005).

Vários autores consideram que gotas de 100  $\mu\text{m}$  ou menores são facilmente carregadas pelo vento e se evaporam muito rapidamente, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos. Pesquisadores que trabalham com aplicações aéreas consideram um limite mais rígido de 150  $\mu\text{m}$ , devido à maior distância existente entre a máquina e o alvo e a própria turbulência gerada pela aeronave em vôo. Entretanto, é importante reconhecer que a deriva não começa ou pára nesses limites de 100  $\mu\text{m}$  ou 150  $\mu\text{m}$ . O potencial de deriva aumenta gradativamente à medida que as gotas sejam menores que esses diâmetros e, continuamente, decresce à medida que elas são maiores.

Direção do vento é tão importante quanto a velocidade na redução do dano causado pela deriva. A presença de vegetação sensível ou comunidades próximas ao local de pulverização, particularmente na direção do vento, é um das primeiras coisas que deveriam ser avaliadas, mas é freqüentemente negligenciada ao se iniciar uma pulverização trazendo riscos ao ambiente ou a saúde humana.

Para CHRISTOFOLETTI (1999), o vento é um dos principais fenômenos climáticos que interferem na aplicação, agindo diretamente sobre as gotas, de maneira a alterar o deslocamento destas em direção ao alvo. NUYTENS et al. (2006) constataram, a partir de 27 aplicações simuladas de agrotóxicos realizadas a campo, que o aumento da umidade relativa e a diminuição na velocidade do vento e na temperatura resultaram na redução da deriva.

Tecnicamente e na prática não há restrições quanto a velocidade de aplicação de um pulverizador. Entretanto, esta será definida pelas condições do solo, onde superfícies irregulares limitarão a velocidade, de modo a não permitir oscilações acentuadas e inadequadas das barras de pulverização, principalmente suas extremidades, cujas oscilações prejudicarão a formação e deposição adequada das gotas nas plantas.

### 2.1.3 VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DA APLICAÇÃO

A mudança na velocidade de deslocamento em uma aplicação influencia a capacidade operacional de um trator pulverizador. Com o aumento da velocidade de deslocamento aumenta-se a capacidade operacional, menos recursos serão necessários para a aquisição de máquinas e maiores serão as possibilidades de aproveitamento dos horários quando as condições meteorológicas são mais favoráveis as aplicações. Entretanto, fatores como pressão de trabalho, vazão e o orifício de saída da ponta devem ser ajustados de tal forma a satisfazer a qualidade das aplicações. À medida que estes fatores são alterados,

modifica-se também o espectro de gotas geradas e, conseqüentemente, a qualidade da pulverização (CUNHA, 2007).

Boller (2011) comenta que a consequência imediata do aumento da velocidade de deslocamento é o maior vento relativo entre a barra em deslocamento e a camada de ar existente entre a barra do pulverizador e a cultura alvo exercendo efeito de freio, opondo-se à velocidade de descida das gotas geradas na pulverização. Este processo poderia favorecer a evaporação e a deriva principalmente das gotas mais finas, dificultando a sua chegada no interior do dossel das culturas.

Assim, como constatado por Souza et al. (2007), as variações registradas nos valores dos depósitos (CV%) sobre os alvos fixados na base da planta foram superiores ao ápice da mesma. Na base da planta, além dos valores dos depósitos serem menores, a variabilidade de distribuição é maior, isso é devido à interceptação da pulverização pelas folhas das partes média e do ápice da planta.

Bayat & Bozdogan (2005), avaliando o potencial risco de deriva em pontas de pulverização de energia centrífuga operadas em diferentes velocidades de rotação dos discos, submetidas a condições de vento variando entre 0 a 12,6 km.h<sup>-1</sup>, obtiveram maior deriva à medida do aumento da velocidade do vento, com destaque ao tratamento que utilizou maior velocidade de rotação (5000 rpm), portanto, com menor tamanho de gotas.

Camara (2006), ressalta que o desempenho operacional de máquinas e equipamentos agrícolas é importante para o conhecimento do comportamento destes em condições de trabalho. Quanto maior a velocidade de deslocamento do conjunto trator/pulverizador, maior é a capacidade operacional teórica e menor o volume de calda distribuída.

## 2.2 MOMENTO BIOLÓGICO DE CONTROLE

A importância do momento biológico de controle está atrelada substancialmente à filosofia do manejo integrado, em que a aplicação de produtos fitossanitários deve ser realizada em uma determinada situação, cujo custo de aplicação ou controle seja menor que o dano ocasionado à cultura – limiar de dano econômico (LDE). Comumente chamado de “*timing* de aplicação”, tem em sua denominação o termo biológico, pois considera às relações existentes entre as plantas invasoras, pragas e doenças com as plantas cultivadas e o ambiente em que estes estão inseridos.

Fatores inerentes ao limiar de dano econômico (LDE) de cada respectivo

agente nocivo para com determinada cultura em um espaço-temporal específico, aliado ainda à eficácia de controle esperada por meio da aplicação, é fundamental para alcançar tal objetivo, uma vez que todos estes fatores interagem concomitantemente. No entanto, em decorrência das mesmas interações de todos estes fatores mencionados anteriormente, o cálculo exato deste limiar é praticamente impossível. Contudo, em função da baixa eficácia de controle das aplicações quando efetuadas inoportunamente, estudos relativos aos momentos de aplicação vem sendo realizados.

Em um estudo referente ao controle da lagarta do cartucho no milho (*Spodoptera frugiperda*), maiores eficácias de controle são verificados quando as aplicações são efetuadas logo no início do ataque (100% lagartas pequenas, com menos de 1,5cm de comprimento e sintomas de folhas raspadas) em comparação a aplicação realizada quando existia dano severo (30% lagartas pequenas e 70% lagartas grandes, com mais de 1,5cm de comprimento e sintomas de folhas raspadas e cartuchos destruídos) (SILVA, 1999).

Miranda, Coelho e Ferreira (2004), em um estudo mais complexo com 5 experimentos em locais distintos do Estado de São Paulo, evidenciaram que aplicações antecipadas (meses de novembro e dezembro) de inseticida para o controle da cigarrinha (*Mahanarva fimbriolata*) em cana-de-açúcar proporcionam níveis de controle superiores aos aplicados nos meses seguintes. Os autores consideram que isto se dá principalmente ao tipo de dano provocado por esta praga, muitas vezes irreversível à cultura, demonstrando a necessidade da aplicação no momento correto.

Para algumas culturas existe a relação de nível de dano provocado por uma determinada praga, baseada nos índices populacionais destas, em que atingindo este nível deve-se lançar mão do controle químico por meio de inseticidas. Os níveis de dano estabelecidos para os principais insetos-pragas da soja são (EMBRAPA, 2011): > 20 lagartas grandes (>1,5 cm) por 1 metro linear ou desfolha atingir 30% (antes da floração) e 15% (primeiras flores) para as lagartas desfolhadoras (*A. gemmatalis* e *P. includens*); > 2 percevejos adultos ou ninfas (> 0,5 cm) (*Euschistus heros*, *Piezodorus guildinii*, *Nezara viridula*) por metro linear para campos comerciais e 1 percevejo ou ninfa por metro linear em campos de produção de sementes; > de 1 adulto por metro linear até o estágio fenológico V3 ou 2 adultos para as plantas no estágio V4 a V6 para o tamanduá da soja (*Sternechus subsignatus*); a partir de 10% das vagens atacadas para a lagarta das vagens (*Spodoptera cosmioides*, *S. eridania* e *S. albula*).

Para o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*), a recomendação da Embrapa, a partir do trabalho de Bastos et al. (2005), é que com o surgimento dos primeiros

botões florais deve-se iniciar a amostragem com intervalo de cinco dias entre uma e outra, caminhando-se pela lavoura em zigue e zague, examinando a existência de danos pelo bicudo em um botão floral por planta para um total de 100 plantas. Recomenda-se a aplicação de inseticidas quando atingir 10% de botões com danos. Existe ainda o monitoramento por meio de armadilhas com feromônios, que atraem os insetos, devendo-se utilizar o controle químico (RUMMEL et al., 1995 apud BASTOS et al., 2005) caso exista de 1 até 4 bicudos por armadilha, por semana, quando houve botões florais danificados ou o número de insetos por armadilha, exceda a 10, independentemente de botões danificados.

Contudo, táticas de manejo para pragas consideradas de difícil controle, como o percevejo *Dichelops melacanthus* em milho e trigo são menos elaboradas, devido principalmente ao alto dano provocado na cultura. Brustolin, Bianco e Neves (2011), por exemplo, avaliaram a eficácia de inseticidas aplicados em pré e pós emergência, com e sem tratamento de sementes, no controle deste percevejo em milho. Os autores notaram que a melhor forma de controle é a associação de inseticida aplicado em pós-emergência com o tratamento químico de sementes. Os autores relatam que aplicações em pré-emergência para o controle desta praga promovem pouco ou nenhum efeito residual, e que provavelmente parte do insucesso da aplicação neste momento se deve a presença de ervas daninhas que podem servir de “abrigo” ou “efeito guarda-chuva” para os percevejos, impedindo a ação direta dos inseticidas.

### 2.2.1 ALVO BIOLÓGICO

O termo aplicação, erroneamente utilizado como sinônimo da pulverização, refere-se à devida colocação destas gotas pulverizadas sobre um alvo específico. Portanto, dependendo de onde as plantas daninhas, pragas ou doenças estão localizadas, há a necessidade de maior penetração ou não das gotas no dossel das culturas pelos produtos aplicados (COUTINHO; CORDEIRO, 2003).

A aplicação de produtos fitossanitários tem o objetivo de controlar o organismo nocivo à cultura. Para Martin, Soriano e Piedra (2000), a pulverização tem o intuito de depositar as gotas com os produtos sobre as plantas invasoras (herbicidas), sobre as pragas ou locais de dano no vegetal (inseticidas e acaricidas) e os pontos colonizados ou potenciais de infecção no caso das doenças (fungicidas).

Baseado neste pressuposto, Matthews (2008) cita que os produtos fitossanitários são aplicados em situações diversas, e que para cada situação deve-se

considerar uma aplicação com a máxima precisão e dosagem ótima. Por exemplo, para plantas invasoras, normalmente controláveis por herbicidas quando no estágio inicial do desenvolvimento (tamanho reduzido), deve-se ter maior quantidade de gotas pulverizadas por área, a fim de aumentar a probabilidade de impactos sobre estas. Isto pode ser alcançado por meio da taxa de aplicação ( $L\ ha^{-1}$ ) e tamanho de gotas pulverizadas. Enquanto que para as doenças, que normalmente tem seu desenvolvimento inicial nas folhas baixas e/ou internas das culturas, em função da menor exposição à radiação solar e ao maior número de horas de molhamento, o objetivo é uma maior penetração das gotas sobre todo o dossel das plantas cultivadas, para evitar possíveis infecções primárias ou controlar lesões estabelecidas.

Para as pragas, o objetivo é o mesmo – as gotas devem depositar sobre estes ou sobre os pontos de ataque sobre o vegetal. Porém, estes organismos têm uma característica fundamental, diferente das plantas invasoras e dos patógenos: eles são móveis. Portanto, tais características comportamentais devem ser consideradas no momento da aplicação dos inseticidas, pois elas estão estreitamente ligadas à eficácia de controle, especialmente para as pragas de ciclo caracterizadas como longo e aquelas de ciclo muito curto, com muitas gerações sobrepostas (GUEDES; MAZIERO, 2011).

O percevejo marrom (*Euschistus heros*) da soja, por exemplo, é facilmente encontrado nas lavouras durante as primeiras horas do dia e nos finais de tarde, pois nas horas mais quentes ele se abriga no dossel inferior da cultura. As lagartas, por sua vez, podem ter hábitos alimentares diferentes: a lagarta falsa-medideira (*C. includens*) tem hábito de alimentar-se de folhas mais velhas e abrigar-se nas folhas dos terços médio e inferior da cultura, enquanto que a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*) consome folhas mais novas, situando-se nas faces abaxiais das folhas para se proteger da radiação solar (PAPA; CELOTO, 2007; SANTOS; BARBOSA; PEDROSA, 2010).

Neste sentido, conhecer o ciclo biológico de cada planta daninha, praga e doença é de substancial importância para alcançar níveis de controle satisfatórios. A característica morfo-anatômica e de crescimento de cada cultura influencia tanto no desenvolvimento de uma determinada planta invasora, praga e doenças, como também no forma de aplicação requerida para o controle destes. Por exemplo, as plantas de soja apresentam arquitetura foliar totalmente diferente das plantas de trigo - maior densidade de folhas (sobrepostas) contra folhas relativamente eretas e finas, respectivamente. Diferentemente também das culturas do milho (maior altura e folhas eretas) e do algodão (maior altura e folhas dispostas de forma espiralada). No caso de culturas perenes, o raciocínio é similar, plantas de citros apresentam densidade de folhas muito maior que plantas

de pessegueiro, e ambas são conduzidas de forma totalmente distinta da cultura da uva (latada ou espaldeira).

Em face disto, é necessário conhecer, portanto, a interface planta-alvo, inerente a arquitetura das plantas, índice de área foliar (IAF), ciclo biológico, comportamento e localização do alvo, em um determinado momento biológico de controle, a fim de alcançar uma aplicação eficaz com relação ao controle pretendido.

### 2.3 A CULTURA DA SOJA NO BRASIL

A soja é uma dicotiledônea, da família Papilionoideae, gênero *Glycine*, e espécie cultivada *Glycine max* (L) Merr. Esta possui característica de produzir grãos ricos em óleo (20%) e proteína (40%) (ALBRECHT et al., 2008).

Originária da Ásia, aonde vem sendo cultivada há centenas de anos graças às suas características nutritivas e industriais e à sua adaptabilidade a diferentes latitudes, solos e condições climáticas, a soja se expandiu por todo mundo, constituindo-se numa das principais culturas (JULIATTI; POLIZEL; JULIATTI, 2004).

A partir do século XX, passou a ser produzida comercialmente nos Estados Unidos, sendo que a primeira menção sobre a soja data de 1804 no país. No início, sua utilização era como forrageira, passando a ser cultivada para produção de grãos devido à sua alta capacidade de rendimento e a facilidade de colheita mecânica (GONÇALVES, 2004).

No Brasil, o primeiro relato sobre o surgimento da soja através de seu cultivo é de 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000). Em seguida, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, e somente em 1914 a soja foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul, sendo este por fim, o local onde as variedades trazidas dos Estados Unidos melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente em relação ao fotoperíodo (BONETTI, 1981).

A implantação de programas de melhoramento de soja no Brasil possibilitou o avanço da cultura para as regiões de baixas latitudes, através do desenvolvimento de cultivares mais adaptados, por meio da incorporação de genes que atrasam o florescimento mesmo em condições de fotoperíodo indutor, conferindo a característica de período juvenil longo (KIIHL; GARCIA, 1989).

Entre as safras de 1987/1988 e 2009/2010, enquanto a área cultivada cresceu 88,6%, a produção mundial foi ampliada em 150,7%. Nesse período, a área passou de 54 milhões de hectares para aproximadamente 102 milhões, já a produção mundial foi de 103,67

milhões para 259,89 milhões de toneladas (LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2010).

O grande incremento na produção mundial de soja pode ser atribuído a diversos fatores, dentre os quais merecem destaque: o elevado teor de óleo (ao redor de 20%) e proteínas (em torno de 40%) de excelente qualidade encontradas no grão; uma *commodity* padronizada e uniforme, podendo, portanto, ser produzida e negociada por produtores de diversos países, apresentando alta liquidez e demanda; e, sobretudo nas últimas décadas, houve expressivo aumento da oferta de tecnologias de produção, que permitiram ampliar significativamente a área cultivada e a produtividade da oleaginosa (LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2010).

#### 2.4 LEPIDÓPTEROS-PRAGA DA SOJA

A cultura da soja está sujeita ao ataque de insetos desde a emergência das plantas até a maturação fisiológica dos grãos (PANIZZI, 2006), destacando o ataque do complexo de lagartas. Neste grupo encontram-se a lagarta-falsa-medideira, *C. includens*; a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Erebididae); a lagarta-enroladeira, *Omiodes indicata* (Fabricius, 1775), as lagartas do gênero *Spodoptera*, *S. cosmioides* (Walker, 1858), *S. eridania* (Stoll, 1782) e *S. frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (MOSCARDI et al., 2012) e as lagartas da subfamília Heliothinae. Três espécies de lagartas desta subfamília têm sido observadas causando danos na soja: *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (lagarta-das-maçãs-do-algodoeiro), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (lagarta-da-espiga-do-milho) e, recentemente introduzida, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809) (Lepidoptera: Noctuidae) (AVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

Segundo Tay et al. (2013), a espécie *H. armigera* é considerada um dos mais importantes insetos-praga no mundo e de grande impacto para os produtores brasileiros de soja. As lagartas desta espécie de inseto podem se alimentar tanto de órgãos vegetativos como reprodutivos de várias espécies de plantas de importância econômica, principalmente da cultura da soja. Podem ocorrer em qualquer fase do ciclo da soja, agindo como pragas iniciais, desfolhadoras típicas ou atacando flores e legumes. No Brasil, a intensidade de dano econômico causado pelas referidas ocorre pelo fato de se alimentarem de folhas, botões florais, frutos, maçãs, espigas e inflorescências, causando deformações ou podridões nestas estruturas, provocando inclusive sua queda (CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013). Essa inerente capacidade de causar danos nas partes reprodutivas das culturas, em associação

à sua habilidade de atacar grande número de hospedeiros, são fatores que elevam o status de importância econômica da praga (CUNNINGHAM et al., 1999).

No Brasil, a espécie *C. includens* tem aumentado sua importância, tornando-se uma praga-chave na cultura da soja (BUENO et al., 2011). Trata-se de uma espécie polífaga com capacidade de se desenvolver em 73 plantas hospedeiras pertencentes a 29 famílias no Brasil (BERNARDI, 2012); característica esta que pode colaborar com a dinâmica populacional do inseto, caracterizando-o como importante praga agrícola. Suas populações podem se desenvolver, simultaneamente, em diferentes plantas hospedeiras dentro de uma região ou podem persistir no ambiente em baixa densidade até a fêmea encontrar um hospedeiro capaz de sustentar o desenvolvimento das lagartas (MOSCARDI et al., 2012). Dentre as plantas hospedeiras, há culturas de grande importância econômica como algodão, feijão, tomate, batata, fumo, amendoim, girassol (HERZOG, 1980; BUENO et al., 2011). Apesar dessa grande gama de hospedeiros é um inseto com preferência e melhor adaptação à cultura da soja (BERNARDI, 2012). As lagartas têm sido frequentemente encontradas no terço mediano e inferior das plantas e de folhas tenras de ramos secundários em plantas de soja e algodão (PAPA; CELOTO, 2007; SANTOS; BARBOSA; PEDROSA, 2010).

A ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow (Uredinales: Phakopsoraceae) pela primeira vez no Brasil em 2001, espalhou-se rapidamente pelas principais regiões produtoras (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004) e aumentou consideravelmente o uso de fungicidas nas lavouras de soja (GARCÉS-FIALLOS, 2011). Esses fungicidas estão também afetando negativamente os fungos que naturalmente mantinham em equilíbrio a população de *C. includens* (SOSA-GÓMEZ, 2010). O excessivo uso dos mesmos tem sido associado ao aumento da intensidade de ataque da falsa-medideira (ROGGIA, 2015).

## 2.5 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*PHAKOPSORA PACHYRHIZI*)

A Ferrugem Asiática da Soja (FAS), causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, foi constatada primeiramente no Japão, em 1903, posteriormente em outros locais da Ásia em 1914, e na década de 1990 na África (URBEN; MENDES, 2003). No continente Sul Americano, foi constatada pela primeira vez em 2001 no Paraguai (YORINORI; PAIVA, 2002b), e em seguida no Brasil, no Estado do Paraná neste mesmo ano, possivelmente procedente do Paraguai (URBEN; MENDES, 2003). Também houve constatações posteriores nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso

(YORINORI; PAIVA, 2002b).

A infecção causa rápido amarelecimento, bronzeamento ou crestamento e queda prematura das folhas, impedindo a plena formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda do rendimento e da qualidade. Em casos severos, quando a doença causa desfolha nas fases vegetativas, floração, de formação ou início de enchimento das vagens, pode causar aborto das flores e queda total das vagens (YORINORI; NUNES JUNIOR; LAZZAROTTO, 2004), resultando em grandes perdas.

No controle da ferrugem asiática, devem ser consideradas também, estratégias como: utilização de cultivares mais precoces, semeaduras realizadas no início da época recomendada para cada região; evitar o prolongamento do período de semeadura; monitorar constantemente as lavouras; e observar se há condições de temperatura (14 a 28°C) e umidade relativa favoráveis ao patógeno (YORINORI; WILFRIDO, 2002).

O grande número de aplicações, na safra 2005/06, com as primeiras realizadas aos 25-30 dias, trouxe também preocupações quanto à possibilidade de acúmulo de resíduos de triazóis nos grãos, e efeitos sobre os fungos entomopatógenos, importantes agentes de controle biológico de insetos da soja (YORINORI, 2009). Esta elevação na quantidade de pulverizações por safra, foi ocasionada devido a uma série de fatores, dentre eles, destacam-se o cultivo ininterrupto de soja em regiões providas de irrigação no inverno, como as regiões dos cerrados (Mato Grosso e Tocantins) e a região nordeste (Maranhão) (EMBRAPA SOJA, 2006).

Outro fator que também acarreta perdas e prejuízos no setor de produção de soja é o emprego inadequado de agrotóxicos. A eficácia dos mesmos para o controle da ferrugem asiática, pode variar grandemente em função da condição de aplicação (SILVA, 2003). A mesma molécula poderá apresentar alta eficiência no controle se for aplicada preventivamente, e baixa eficácia se for aplicada curativamente (DUARTE, 2004). A maior parte dos produtos disponíveis no mercado possui característica de controle preventivo, portanto, se forem aplicados após a conclusão do processo infeccioso, estes não alcançarão seu potencial de controle (IGARASHI; BALAN, 2004). O erro no momento ideal do início das aplicações de fungicida, associado à tecnologia de aplicação inadequada para cada situação, tem contribuído para a redução da eficácia no uso de agrotóxicos, bem como causado uma série de problemas ao controle químico (AZEVEDO, 2001).

## 2.6 MANEJO INTEGRADO

Manejo integrado de pragas pressupõe a adoção de um conjunto de ações que visam reduzir a população de insetos pragas e minimizar danos causados à cultura.

A implementação do manejo é mais exigente em conhecimento, principalmente em relação aos agroecossistemas, seus componentes e suas interações (NORTON; MUMFORD, 1993). Esse conhecimento nem sempre está disponível, e muitas vezes, quando está, tem um nível de complexidade elevado demais para ser assimilado pelo produtor (WINSTON, 1997). Adicionalmente, o manejo requer monitoramento constante da população de organismos nocivos e seus inimigos naturais, combinadas por inúmeras ações, por parte do produtor, durante o ciclo da cultura. A integração, ao contrário, é mais simples e requer ações concentradas num curto espaço de tempo. Pouco se sabe, no entanto, sobre a combinação harmônica das diferentes táticas de manejo para diferentes patossistemas e situações de produção. Por isso, modelos de simulação nesse contexto seriam de grande utilidade.

A cultura da soja tem sido atacada por várias pragas e doenças, as quais podem ocorrer durante todo o seu ciclo. O controle das principais pragas e doenças deve ser feito com base nos princípios do “Manejo Integrado”, os quais consistem de tomadas de decisões de controle com base no nível de ataque, no número e tamanho dos insetos pragas, monitoramento da entrada de patógenos e no estágio de desenvolvimento da soja.

O sucesso ou o fracasso da proposta de manejo integrado de doenças baseia-se no uso harmônico de maior número de táticas de manejo, aliada à flexibilização das pulverizações – é função de sua adoção pelos produtores.

## 2.7 CONTROLE QUÍMICO

Os conceitos de manejo integrado, sejam eles para as plantas invasoras, pragas e doenças, são provenientes da área entomológica, ou seja, do “manejo integrado de pragas” (MIP), que se deu a partir do uso indiscriminado de inseticidas organoclorados (DDT e BHC), que provocou a seleção de espécies de insetos resistentes, ocasionando ressurgimento de pragas previamente controláveis, surtos epidêmicos de pragas até então secundárias e redução populacional dos inimigos naturais (BERGAMIM FILHO; AMORIM, 1996). Em função destes acontecimentos, começou-se a repensar o modelo de controle de pragas que até então era apenas baseado no controle químico e novas ações foram incorporadas ao manejo,

como rotação de culturas, quebra ventos, plantas armadilhas, entre outros. A premissa básica do manejo integrado está baseada no princípio fundamental do limiar de dano econômico, ou seja, manter os danos causados por plantas invasoras, pragas e doenças abaixo deste limite e controlar tais agentes quando somente existir a possibilidade do dano ser maior que o custo para o controle. Para tanto considera a inter-relação de diferentes tipos de métodos de controle: genético, mecânico, cultural e químico.

Azevedo (2007) relata que para o manejo integrado ser efetivo, ajustes contínuos e periódicos de todo o sistema agrícola são necessários, e esse manejo deve ser entendido de uma forma multidimensional, multidisciplinar e flexível, por utilizar ou combinar diferentes métodos de controle, necessários para se manterem os tais agentes abaixo do limiar de dano econômico, sem prejuízos.

Inseticidas do grupo organoclorados, organofosforados e carbamatos foram muito eficazes no controle de pragas durante as últimas décadas, minimizando perdas de produtividade, todavia muitos destes produtos são pouco seletivos e apresentam elevados graus de toxicidade ao homem e ao ambiente. Em função deste fato, o uso dos produtos do grupo dos organoclorados nos campos brasileiros, e tantos outros produtos do grupo dos organofosforados e carbamatos, tem tido seu proibido ou desestimulado. Por exemplo, grupos que afetam o processo de desenvolvimento dos insetos, como a inibição da síntese de quitina, mimetificadores de hormônios juvenis, antagonistas da ecdisona, ou grupos que atuam em sítios bioquímicos específicos, inibindo ou retardando a atividade da respiração e glândulas salivares dos sugadores (ISHAAYA; HOROWITZ, 1998).

De maneira geral, para que os produtos fitossanitários alcancem seus objetivos propostos, ou seja, de controlar os organismos nocivos à cultura, deve-se levar em consideração a característica de cada cultura, o ciclo biológico de cada agente a que se deseja controlar, bem como as características inerentes dos produtos que existem no mercado (BLANCA, 1999). Conforme Conceição (2003), o manejo integrado é a fase em que a utilização de diferentes métodos de controle, com a finalidade de minimizar as perdas ocasionadas pelos agentes nocivos e promover efeitos positivos para o controle no futuro.

## 2.8 CLORANTRANILIPROLE (20% SC) (PREMIO®)

O clorantraniliprole é um inseticida da classe das diamidas antranílicas. Além de excelente atividade contra Lepidoptera, mostra eficácia contra pragas das ordens Coleoptera, Diptera, Isoptera e Hemiptera (DUPONT™ CORAGEN® 2014). Apresenta ação

por ingestão e e por contato, mostrando significativa atividade embrionocida e larvicida (IORIATTI et al. 2009, DUPONT™ CORAGEN® 2014). A grande contribuição das diamidas reside no seu distinto mecanismo de ação, que ao contrário da maioria dos inseticidas comercializados que atuam no sistema nervoso, tem como alvo a musculatura estriada do inseto. O inseticida se liga aos receptores de rianodina, que modulam os canais de cálcio presentes no retículo sarcoplasmático das células musculares e promove a liberação do cálcio de forma não regulada, comprometendo o processo de contração muscular. Os sinais de envenenamento consistem no cessamento da alimentação, letargia, paralisia muscular e por fim a morte (LAHM et al. 2007). Além do mecanismo de ação diferenciado, este grupo de inseticida apresenta reduzida toxicidade a mamíferos, aves, animais aquáticos e inimigos naturais dos insetos-praga (BRUGGER et al. 2010, DUPONT™ CORAGEN® 2014).

#### 2.9 INDOXACARBE (15% EC) (AVATAR®)

Trata-se de do primeiro inseticida do grupo químico das oxidiazinas (McCANN et al., 2001) que age por contato ou ingestão nos insetos e não apresenta ação sistêmica (McKINLEY, 2002). Sua ação é exercida através do bloqueio dos canais de sódio provocado pelo metabólito JT333 (N-decarbomethoxylated). A partir desse ponto surgem sintomas de neurointoxicação, que compreendem desde pequenas convulsões até a paralisia do inseto seguida de morte (WING et al., 2000).

O indoxacarbe apresenta atividade sobre larvas desfolhadoras da ordem Lepidoptera (SANSONE; MINZENMAYER 2000), podendo ser utilizado no controle químico de *Spodoptera* sp. (RAI et al., 2007, SHIVALINGASWAMY et al., 2008).

Este inseticida possui características favoráveis ao seu uso na agricultura, como baixa toxicidade ao meio ambiente (McCANN et al., 2001). É também considerado seguro aos insetos benéficos devido à sua baixa toxicidade cutânea (MICHAUD; GRANT, 2003).

#### 2.10 PROTIOCONAZOLE+TRIFLOXITROBINA (17,5+15% SC) (FOX®)

Protioconazole+Trifloxitrobina trata-se de fungicida a base de mistura de triazol + estrobilurina. Para o controle da ferrugem asiática da soja, recomenda-se a utilização conjunta de um triazol e uma estrobilurina, o que minimiza a seleção de resistência fúngica. A utilização de triazóis isolados não é indicada para o controle da ferrugem em função do menor

controle em comparação com as misturas de triazóis e estrobilurinas. A mesma orientação é válida para os fungicidas do grupo das estrobilurinas, que da mesma forma apresenta desempenho inferior às misturas dos ativos (EMBRAPA, 2012).

Os fungicidas triazóis podem atuar como protetores ou curativos e apresentam elevada fungitoxicidade, rápida penetração e translocação nos tecidos vegetais com elevado efeito residual. Como protetores, estes fungicidas apresentam ação tóxica sobre a germinação dos esporos dos fungos, já na atuação de forma curativa, o desenvolvimento do haustório e/ou crescimento micelial são inibidos (EHR; KEMMITT, 2002). Esse grupo de fungicida atua na inibição da síntese de ergosterol. A ausência de ergosterol e o aumento de compostos intermediários promovem uma desorganização da estrutura celular. Observa-se dano direto sobre a membrana do fungo, assim como alterações morfológicas caracterizadas pela turgescência celular (RODRIGUES, 2009).

As moléculas do grupo das estrobilurinas inibem o transporte de elétrons entre o citocromo b e citocromo c, no sítio Qo na cadeia transportadora de elétrons, conseqüentemente reduzem a formação de ATP pela mitocôndria presente nas células fúngicas (ANKE, 1995). Tal grupo tem largo espectro de ação contra vários grupos de fungos como Oomicetos, Ascomicetos e Basidiomicetos (ANESIADIS et al., 2003).

### **3 HIPÓTESES**

Em aplicações terrestres, as baixas taxas adotadas associadas à altas velocidades, proporcionam má distribuição dos agrotóxicos pelo dossel das plantas. O não atingimento do alvo, e muitas vezes a chegada apenas de subdoses desses produtos, acarretam baixo controle de pragas e doenças, e contribuem para a seleção de indivíduos tolerantes e resistentes.

#### **4 OBJETIVOS**

Analisar a porcentagem de cobertura proporcionadas pelas pulverizações em diferentes taxas e velocidades de aplicação de agrotóxicos na cultura da soja, verificar as injúrias foliares ocasionadas por lepidópteros praga e a severidade da ferrugem asiática da soja submetidas à essas diferentes formas de aplicação.

## **5 ARTIGO A: ALTAS TAXAS DE APLICAÇÃO DE CLORANTRANILIPROLE NÃO REDUZEM AS INJÚRIAS OCASIONADAS POR LEPIDÓPTEROS-PRAGA DA SOJA**

### **5.1 RESUMO**

Atualmente, o aumento da taxa de aplicação tem sido cogitada para aumentar a eficiência na penetração de inseticidas no dossel das plantas. Desse modo, este estudo avaliou as injúrias ocasionadas por lepidópteros-praga em soja submetida à altas taxas de aplicação de Clorantraniliprole (20% SC). A pesquisa foi realizada durante safra de soja 2014/2015, em Capão Bonito, SP. Para isso, o estudo foi estabelecido em delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 [taxas de aplicação (112, 224, 448 e 672 L. ha<sup>-1</sup>)] x 3 [alturas no dossel (terço superior, terço médio e terço inferior)]. As aplicações de inseticida foram realizadas antes (estádio V8) e após (estádio R5.1) o fechamento das entrelinhas da soja. Posteriormente, folhas de soja foram coletadas e, em laboratório, foram ofertadas para as lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Eribidae) *Chrysodeixis includens* e *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), permitindo-se o consumo por até sete dias. De modo geral, a maior cobertura foliar pelo inseticida foi observada no terço superior do dossel, independente da taxa de aplicação e do estágio fenológico da cultura, refletindo em menores injúrias foliares. Durante a fase vegetativa não se observou influência da taxa de aplicação de inseticida sobre as injúrias foliares, no entanto, na fase reprodutiva o volume de 224 L. ha<sup>-1</sup> foi o mais adequado (assemelhando-se a 448 e 672 L. ha<sup>-1</sup>). O uso de altas taxas de aplicação (acima de 224 L.ha<sup>-1</sup>) não reduz as injúrias foliares ocasionadas por lepidópteros-praga da soja.

**Palavras-chave:** tecnologia de aplicação, pragas da soja, controle químico, diamidas.

## 5.2 ABSTRACT

Currently, increased application rate has been investigated to increase the efficacy of insecticide penetration in the plant canopy. This study evaluated the damages caused by lepidopteran-pests in soybean submitted to high rates of application of Chlorantraniliprole (20% SC). The research was conducted during 2014/2015 soybean crop, in Capão Bonito, SP. For this, the study was established in a randomized complete block design in factorial scheme 4 [application rates (112, 224, 448 and 672 L. ha<sup>-1</sup>)] x 3 [canopy heights (upper third, middle third and lower third)]. The insecticide applications were performed before (V8 stage) and after (stage R5.1) the closing between the lines of the soybean. Subsequently, soybean leaves were collected and, in the laboratory, they were offered to *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Eribidae) *Chrysodeixis includens* and *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) caterpillars, allowing consumption for up to seven days. In general, the highest leaf cover by the insecticide was observed in the upper third of the canopy, regardless of the rate of application and the phenological stage of the crop, reflecting less foliar injuries. During the vegetative phase there was no influence of insecticide application rate on foliar injuries, however, in the reproductive phase the volume of 224 L. ha<sup>-1</sup> was the most adequate (similar to 448 and 672 L. ha<sup>-1</sup>). The use of high application rates (above 224 L.ha<sup>-1</sup>) does not reduce foliar injuries caused by lepidopteran-pest of soybean.

**KEYWORDS:** application technology, soybean pests, chemical control, diamides.

### 5.3 INTRODUÇÃO

A produção mundial de soja é de aproximadamente 317 milhões de toneladas, sendo o Brasil atualmente o segundo maior produtor dessa oleaginosa (USDA, 2016). Dentre as limitações para obtenção de elevadas produções, destacam-se os eventos climáticos, a ocorrência de doenças e pragas. Nesse cenário, os principais grupos de pragas da soja são representados por percevejos pentatomídeos (PANIZZI, 2013; BUENO et al., 2015) e a ocorrência de insetos desfolhadores. (BUENO et al., 2011; BUENO et al., 2013).

Na cultura da soja, as principais espécies de lagartas são a *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Eribidae) e *Chrysodeixis (=Pseudoplusia) includens* (Lepidoptera: Noctuidae) (BUENO et al., 2013). No entanto, recentemente foi registrado no Brasil a ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) (CZEPAK et al., 2013), e essa espécie apresenta elevada capacidade de ocasionar danos na cultura, em razão de alimentar-se não somente da estrutura foliar (ROGERS & BRIER, 2010a), mas também das vagens de soja (CZEPAK et al., 2013; ROGERS; BRIER, 2010b).

De modo geral, o controle desses insetos-praga tem sido basicamente com aplicação de inseticidas (PANIZZI et al., 2013; BUENO et al., 2013), no entanto, o comportamento das pragas pode dificultar o contato do produto com o alvo. Por exemplo, a espécie *C. includens*, apresenta o hábito de permanecer no terço inferior das plantas (HERZOG, 1980), o que torna o seu controle ainda mais complexo. Em relação à espécie *H. armigera*, esse comportamento também tem sido observado (DUFFIELD; CHAPPLE, 2001), além do que essa praga diferencia-se por ocasionar danos expressivos na fase reprodutiva da cultura (ROGERS; BRIER, 2010a; ROGERS; BRIER, 2010b). Desse modo, essas características tem limitado o manejo desses lepidópteros em soja, em razão da dificuldade do inseticida em atingir o alvo, devido à barreira física que dificulta a penetração do inseticida no dossel da planta. Uma alternativa para melhorar a eficiência do controle químico dessas pragas, seria a adoção de altas taxas de aplicação de inseticidas, visando melhor cobertura foliar no dossel da planta.

Embora maiores taxas de aplicação resultem necessariamente em redução na concentração de ingrediente ativo na calda de pulverização, a mesma pode permitir maior cobertura foliar (CUNHA et al., 2005; GARCERÁ, MOLTÓ, CHUECA, 2014; FERGUSON et al., 2016), a qual está diretamente relacionada com a eficiência de controle da aplicação. Essa relação já tem sido evidenciada em algumas culturas de maior porte, com redução de

injúrias e infestação de lepidópteros-praga nas culturas do milho (BAYAT, BOLAT, SOYSAL, 2011) e sorgo (CUNHA et al., 2010). No entanto, essa observação não é consensual, pois o aumento no volume de calda nem sempre resulta em maior penetração e deposição do agrotóxico na área foliar (BUENO et al., 2013), o que tem gerado questionamentos sobre a viabilidade dessa prática para o manejo de lepidópteros-praga da soja.

Desse modo, em razão dos escassos estudos com elevadas taxas de aplicação de inseticida na cultura da soja, o trabalho objetiva investigar as injúrias foliares ocasionadas por lepidópteros-praga da soja, em plantas submetidas a altas taxas de aplicação de Clorantraniliprole.

## **5.4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO**

O experimento foi realizado na safra de soja 2014/15, no município de Capão Bonito (São Paulo, Brasil). A classificação climática segundo Köppen é do tipo Cwa (verão quente e chuvoso, precipitação média anual de 1600 mm), enquanto o solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999). Durante a realização do estudo, a precipitação (acumulada de dezembro/14 a abril/15) e temperatura média foram de 1.031mm e 23,8°C, respectivamente.

### **5.4.2 SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS**

Para o estudo foi utilizada a variedade de soja Nidera (NA5909 RG), com hábito de crescimento indeterminado. A soja foi semeada em 10/12/2014, com espaçamento entre linhas de 0,5 m e 14 sementes por metro linear. A adubação da cultura ocorreu de acordo com as recomendações técnicas para a região, 200 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 2:20:20 (NPK) no sulco de plantio.

### **5.4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

O experimento foi delineado em blocos ao acaso e em esquema fatorial 4 [taxas de aplicação (112, 224, 448 e 672 L. ha<sup>-1</sup>)] x 3 [alturas no dossel (terço superior, terço

médio e terço inferior), com quatro repetições. Para avaliar a capacidade de penetração do inseticida no dossel da planta, o estudo foi realizado antes e após o fechamento das entrelinhas da soja, nos estádios fenológicos V8 e R5.1 (FHER et al., 1971), respectivamente, conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, aplicados em dois momentos distintos (estádios fenológicos V8 e R5.1).

Tratamentos	Taxa de Aplicação (L. ha <sup>-1</sup> )	Dossel da Planta
1	112	superior
2		médio
3		inferior
4	224	superior
5		médio
6		inferior
7	448	superior
8		médio
9		inferior
10	672	superior
11		médio
12		inferior
13	Testemunha – sem aplicação do produto	

#### 5.4.4 APLICAÇÃO DO INSETICIDA

O equipamento utilizado para aplicação foi um pulverizador autopropelido marca Jacto, modelo Uniport 3030, com barra de pulverização de 28m. As pontas de pulverização utilizadas foram XR 110.04, espaçadas 0,50m umas das outras. Durante a pulverização, a barra foi conduzida 0,50m acima do topo da cultura. As aplicações foram realizadas no período da manhã (7:00 a 9:00 horas) buscando-se as melhores condições ambientais no momento das pulverizações, conforme relatado por Balan et al. (2004). Para a avaliação da qualidade da aplicação foram medidos os dados referentes à temperatura (inicial e final), UR% (umidade relativa do ar) e velocidade do vento (km h<sup>-1</sup>). Foi adotada a pressão aproximada de trabalho de 280 KPa (40 PSI) e velocidade de 16 km h<sup>-1</sup> para a taxa de aplicação de 112 L ha<sup>-1</sup>, produzindo gotas médias (200 a 250 µm). Para as demais taxas foram mantidas as mesmas regulagens e calibração, porém para 224 L ha<sup>-1</sup> o pulverizador aplicou

duas vezes nas parcelas, porém com a calda diluída proporcionalmente para que a dosagem por área do produto fosse mantida, conforme recomendação de bula. Para a taxa de 448 L ha<sup>-1</sup>, quatro vezes e para a taxa de 672 L ha<sup>-1</sup>, seis vezes. O produto aplicado foi o inseticida Clorantniliprole (20% SC) (Premio®), grupo químico das diamidas, na dose de 50 mL de produto comercial por hectare. Como a variação das taxas contemplou um amplo espectro (112 a 672 L ha<sup>-1</sup>) optou-se pelas aplicações sucessivas para que o mesmo padrão de gotas fosse aplicado em todos os tratamentos, evitando dessa forma, outras fontes de variação.

#### 5.4.5 AVALIAÇÃO DA COBERTURA FOLIAR DAS GOTAS PULVERIZADAS

As variáveis analisadas foram a porcentagem de cobertura das gotas pulverizadas, a porcentagem de dano nos folíolos (PANIZZI et al., 1977), em cada uma das três diferentes alturas de dossel. Para a variável relativa à porcentagem cobertura, para cada tratamento foram distribuídos 4 cartões de papel hidrossensíveis semi-rígidos, com uma camada composta de azul de bromofenol, refletindo a cor amarela, que se torna azul ao contato com a água, devido a mudança de pH de 2.8 para 4.6 (TURNER; HUNTINGTON, 1970). Os papéis hidrossensíveis foram fixados nas três alturas de amostragem (0,8; 0,5 e 0,3m em relação ao solo, ou seja, superior, médio e inferior, respectivamente), conforme constam na descrição dos tratamentos, através de suportes alocados junto às plantas de soja.

Após as pulverizações, os cartões de papel hidrossensível foram coletados e armazenados em plástico celofane para evitar contaminação pela umidade relativa do ar. Os dados de porcentagem de cobertura dos papéis foram obtidos pela digitalização de cada cartão de papel hidrossensível em um scanner de mesa, com 300dpi de resolução, sendo as imagens processadas através do programa Conta-Gotas® (CANTERI et al., 2001).

#### 5.4.6 CRIAÇÃO DOS LEPIDÓPTEROS PRAGA

Foram utilizadas três importantes lagartas da soja: *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Eribidae), *Helicoverpa armígera* e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). As lagartas utilizadas no estudo foram provenientes de uma criação estabelecida em laboratório, mantida em condições controladas de umidade relativa (UR%) (70±20), fotofase (14 hs) e temperatura (25±1°C). As mariposas foram alimentadas com solução de mel (5%) e água, enquanto a fase jovem dos insetos foi criada com dieta natural (folhas de soja), onde foram mantidos até atingirem o 3°-4° instar, quando foram utilizadas para o estudo.

#### 5.4.7 COLETA DO MATERIAL (FOLHAS) E CONSUMO

Posteriormente, em laboratório, para medir a porcentagem de dano nos folíolos, foram coletados 48 folíolos das plantas de soja para cada tratamento ao 1 DAA (dias após a aplicação). Os folíolos foram destacados e acondicionados em bandejas de plástico contendo células de tamanho: 5,5 x 3,5 x 2,5 cm (comprimento, largura e altura, respectivamente) contendo um papel absorvente úmido e mantidas em sala em condições ambientais. Para cada 4 folíolos coletados por parcela, foi realizada infestação artificial de 1 espécie de lagarta de 3<sup>o</sup> instar colocando-se 1 lagarta por célula. Foram analisadas 3 espécies: *Helicoverpa armígera*, *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*., utilizando, dessa maneira 48 folíolos coletados para cada tratamento. As avaliações desses parâmetros foram aos 3 e 7 DAI (dias após a infestação). Complementarmente, foram coletadas vagens de soja (R5.1) e avaliação de consumo de *H. armígera*, em razão dessa espécie ocasionar danos nas estruturas reprodutivas da cultura (ROGERS; BRIER, 2010b).

#### 5.4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade de Lilliefors e Bartlett e a homogeneidade das variâncias, para verificar se atendiam aos pressupostos da estatística paramétrica. A partir disso, realizou-se a análise de variância (ANOVA) e, de acordo com a significância foi realizada análise de regressão polinomial e as médias dos tratamentos, comparadas por teste de Tukey. A diferença foi considerada significativa quando  $p \leq 0,05$ .

### 5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação entre a taxa de aplicação de Clorantraniliprole e a altura do dossel das plantas de soja para o parâmetro de cobertura foliar ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1). De modo geral, o terço superior da planta de soja apresentou maior cobertura foliar de inseticida, seguido pelo terço médio e terço inferior, independente da taxa de aplicação e do estágio fenológico da cultura (Tabela 3).

**Tabela 3.** Estimativa de cobertura foliar (%) de Clorantraniliprole (20%SC) com uso de papéis hidrossensíveis em diferentes estratos e em dois estádios fenológicos da soja. Capão Bonito/SP, 2015.

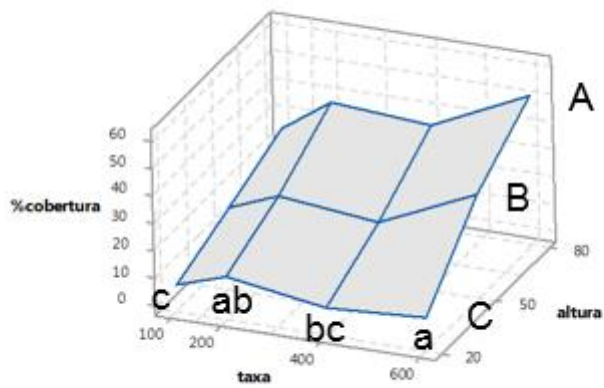
Cobertura foliar (%) em diferentes terços das plantas de soja							
Aplicação no estágio V8				Aplicação no estágio R5.1			
Superior (0,8m)	Médio (0,5m)	Inferior (0,2m)	-	Superior (0,8m)	Médio (0,5m)	Inferior (0,2m)	-
36,5 a	22,5 b	8,4 c		18,8 a	6,7 b	4,1 c	
Cobertura foliar (%) em diferentes taxas de aplicação							
Aplicação no estágio V8				Aplicação no estágio R5.1			
112 L.ha <sup>-1</sup>	224 L.ha <sup>-1</sup>	448 L.ha <sup>-1</sup>	672 L.ha <sup>-1</sup>	112 L.ha <sup>-1</sup>	224 L.ha <sup>-1</sup>	448 L.ha <sup>-1</sup>	672 L.ha <sup>-1</sup>
15,16 c	23,66 ab	19,75 bc	31,41a	3,4 c	8,9 b	13,9 bc	15,1a
CV% 36,04				CV % 10,01			

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

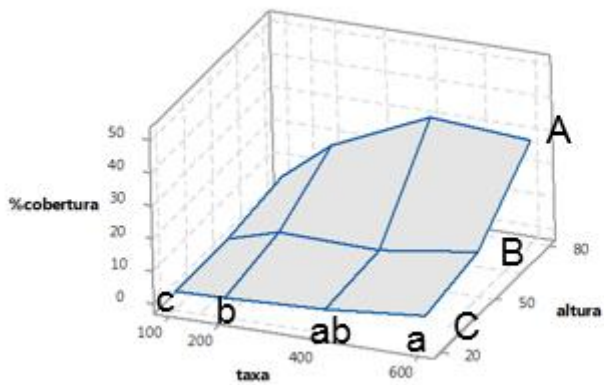
Desse modo, esses resultados indicam que o uso de altas taxas de aplicação não permitem uma distribuição homogênea do inseticida no dossel das plantas de soja. A maior cobertura foliar no terço superior das plantas de soja com aplicação de produtos fitossanitários já tem sido reportada por outros pesquisadores, com volumes variando entre 20 L.ha<sup>-1</sup> (REIS et al., 2012) a 250 L.ha<sup>-1</sup> (FARINHA et al., 2009). Mesmo em altas taxas de aplicação (até 672L.ha<sup>-1</sup>), não foi observado incremento significativo na distribuição do produto no terço inferior das plantas de soja, quando comparado aos demais terços da planta.

Assim, em razão das folhas do “baixeiro” da soja apresentarem menor deposição do inseticida, verificou-se maior consumo foliar quando ofertou-se as folhas do terço inferior das plantas, independente da espécie de lagarta (Tabelas 4, 5 e 6). Em relação aos estádios fenológicos, observou-se que, no estágio V8, a taxa de aplicação de 112 L.ha<sup>-1</sup> apresentou injúrias foliares semelhantes aos demais tratamentos para as três espécies. No entanto, para as aplicações realizadas no estágio reprodutivo (R5.1), essa menor taxa de aplicação refletiu em maiores injúrias, e observou-se que o volume de 224 L.ha<sup>-1</sup> apresentou-se como o mais adequado, devido à possibilitar maior capacidade operacional ao equipamento, uma vez que apresentou resultados semelhantes aos volumes superiores (448 e 672 L.ha<sup>-1</sup>) (Tabelas 4, 5 e 6).

### Momento de Aplicação V8



### Momento de Aplicação R5.1



**Figura 1.** Superfície de Porcentagem de Cobertura x Altura no dossel x Taxa de aplicação de Clorantraniliprole (20%SC) com uso de papéis hidrossensíveis em diferentes estratos e em dois estádios fenológicos da soja. Capão Bonito/SP, 2015.

**Tabela 4.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Eribidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas de aplicação de Clorantraniliprole. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>). Capão Bonito/SP, 2015.

Aplicação de Clorantraniliprole no estágio V8				Aplicação de Clorantraniliprole no estágio R5.1			
Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI				Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI			
Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior	Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior
Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
112	0,0 c	0,5 b	7,0 a	112	0,5 d	18,7 a	-
224	0,0 c	3,5 ab	3,7 ab	224	1,2 d	5 abcd	-
448	0,0 c	8,7 a	5,7 ab	448	5 abcd	7 abc	-
672	0,0 c	5,2 ab	10,0 a	672	2,7 bcd	2 bcd	-
CV%: 48,28				CV%: 11,99			
Consumo foliar (%) de soja aos 7 DAI				Consumo foliar (%) de soja aos 7 DAI			
Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior	Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior
Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
112	3,2 abc	0,5 e	9,5 ab	112	0,5 d	36,2 a	-
224	0,0 e	3,5 bcd	7,2 abc	224	2,2 bcd	9,5 ab	-
448	1,0 de	8,7 ab	10,2 a	448	2,0 cd	7,0 abc	-
672	2,2 cde	5,2 abcd	11,2 ab	672	0,7 d	5,7 bc	-
CV%: 28,36				CV%: 10,94			

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e colunas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

**Tabela 5.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas de aplicação de Clorantraniliprole. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>). Capão Bonito/SP, 2015.

Aplicação de Clorantraniliprole no estágio V8					Aplicação de Clorantraniliprole no estágio R5.1			
Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI								
Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior	-	Superior	Médio	Inferior	-
	3,6 c	7,6 b	11,1 a	-	2,6 c	10,2 b	-	-
Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	112	224	448	672	112	224	448	672
	4,7 b	9,9 a	8,9 a	6,4 ab	21,25 a	8,25 b	5,7 b	5,7 b
CV%: 40,73					CV%: 31,61			
Consumo foliar (%) de soja aos 7 DAI								
Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior	-	Superior	Médio	Inferior	-
	3,6 c	9,5 b	13,0 a	-	2,6 b	19,8 a	-	-
Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	112	224	448	672	112	224	448	672
	7,9 ab	10,3 a	9,8 ab	6,8 b	37,5 a	17,5 b	13,7 b	10,7 b
CV%: 45,75					CV%: 25,95			

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

**Tabela 6.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas de aplicação de Clorantranilprole. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>). Capão Bonito/SP, 2015.

Aplicação de Clorantranilprole no estágio V8				
Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI				
Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior	-
	2,8 c	5,3 b	13,4 a	-
Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	112	224	448	672
	7,0 a	7,4 a	8,5 a	5,7 b
CV%: 28,52				
Consumo foliar (%) de soja aos 7 DAI				
Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior	-
Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	-
112	2,5 cd	9,5 ab	13,7 a	-
224	1,2 d	5 abcd	17,5 a	-
448	5 abcd	7 abc	15 a	-
672	2,7 bcd	2 bcd	14,5 a	-
CV%: 28,36				
Aplicação de Clorantranilprole no estágio R5.1				
Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI				
Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior	-
	2,68 c	10,25 b	-	-
Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	112	224	448	672
	13,50 a	4,87 b	4,12 b	3,37 b
CV%: 31,61				
Consumo foliar (%) de soja aos 7 DAI				
Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior	-
	2,68 b	19,87 a	-	-
Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	112	224	448	672
	21,62 a	9,5 b	8,12 b	5,87 b
CV%: 31,61				

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em razão de ter sido observado consumo foliar semelhante entre as taxas de aplicação na fase vegetativa, é possível inferir que antes do fechamento da entrelinha da cultura o inseticida teve menor obstrução foliar, permitindo uma melhor penetração no dossel das plantas. A influência do espaçamento entrelinha para a eficiência na aplicação de produtos

fitossanitários já tem sido relatada, onde o fechamento espacial da entrelinha representa em menor penetração do produto fitossanitário, contribuindo para maior ocorrência de doenças foliares (HOLTZ et al., 2014) e lepidópteros-praga (STURMER et al., 2014). De modo similar, o aumento da taxa de aplicação, de 56 para 168 L.ha<sup>-1</sup> não resultou em maior mortalidade de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) (REED; SMITH, 2001), evidenciando a dificuldade do produto em atingir a praga no dossel da cultura.

Por outro lado, cultivos em que são empregados maiores espaçamentos entrelinha, observa-se um maior potencial para a adoção de altas taxas de aplicação de inseticidas. Por exemplo, cultivos de tomate rasteiro, com espaçamento entrelinha de 1,5m, a taxa de aplicação de 600L.ha<sup>-1</sup> é eficiente na redução de injúrias ocasionadas por *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) (LOST et al., 2008). Nesse sentido, em razão do fechamento das entrelinhas observada no estágio reprodutivo (R5.1), sugere-se a necessidade da adoção de uma taxa de aplicação superior à utilizada na fase vegetativa, conforme evidenciado no presente estudo. No entanto, é importante enfatizar que a adoção de altas taxas de aplicação (448 e 672 L.ha<sup>-1</sup>) não representaram redução de injúrias comparativamente à taxa de aplicação de 224L.ha<sup>-1</sup>, indicando apresentaram influência sobre o consumo foliar, e que a adoção de altas taxas de aplicação não são justificadas para o controle desses lepidópteros-praga.

Outra importante observação a ser considerada no manejo desses lepidópteros da soja, é o comportamento peculiar das espécies que se caracterizam por permanecerem nos estratos médio e inferiores da soja, conforme já tem sido observado para *C. includens* (HERZOG, 1980) e *H. armigera* (DUFFIELD; CHAPPLE, 2001). Adicionalmente, o fechamento da entrelinha observado na fase reprodutiva da cultura, dificulta ainda mais o manejo de espécies que se alimentam de vagens, como é o caso de *H. armigera* (ROGERS; BRIER, 2010b). Nesse aspecto, o presente estudo demonstrou que, assim como para a redução de injúrias foliares, a taxa de aplicação de 112L.ha<sup>-1</sup> não é recomendável para a redução de injúrias nas vagens verdes, pois nesse volume observou-se maior consumo de vagens coletadas no terço inferior das plantas (Tabela 7). No entanto, a partir dessa taxa de aplicação, não observou-se diferença entre os tratamentos, uma vez que o consumo de vagens foi semelhante, entre as taxas e entre os estratos da planta (Tabela 7).

**Tabela 7.** Injúrias em vagens verdes de soja (%) ocasionadas por *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta com diferentes taxas de aplicação de Clorrantraniliprole. Capão Bonito/SP, 2015.

Aplicação de Clorrantraniliprole no estágio R5.1			
Vagens consumidas (%) de soja aos 7DAI			
Estrato da planta	Superior	Médio	Inferior
Taxa de aplicação (L.ha <sup>-1</sup> )	-	-	-
112	-	2,5 b	9,0 a
224	-	2,2 b	6,2 ab
448	-	3,5 ab	3,5 ab
672	-	3,5 ab	5,5 ab
CV%: 38,18			

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Na cultura da soja, para o controle de *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae) observou-se aumento na eficiência de controle da praga, quando aumentou-se a taxa de aplicação de inseticida de 50 para 150 L.ha<sup>-1</sup> (MAZIERO et al., 2006). Para *C. includens*, o aumento da taxa de aplicação de inseticida de 120 e 280 L.ha<sup>-1</sup> possibilitou incremento na mortalidade da praga (NETO, 2013). Apesar disso, é importante ressaltar que esses trabalhos não investigaram taxas de aplicação superiores a 300 L.ha<sup>-1</sup>, diferentemente do presente estudo. Desse modo, este trabalho é o primeiro a investigar a influência de altas taxas de aplicação (de 448L L.ha<sup>-1</sup> a 672 L.ha<sup>-1</sup>), demonstrando que as taxas acima de 224 L.ha<sup>-1</sup> não resultam em redução de injúrias de *A. gemmatilis*, *C. includens* e *H. armigera*. Essa observação é importante, para adequar a taxa de aplicação de acordo com a sua eficiência para o controle da praga, evitando o uso de taxas muito elevadas.

Da mesma forma, em outras culturas, com arquitetura de plantas diferentes, o uso de altas taxas de aplicação tem apresentado resultados interessantes para o controle de pragas. Por exemplo, na cultura do milho tem sido observado que o aumento da taxa de aplicação (acima de 200 L.ha<sup>-1</sup>) tem reduzido os danos de *Ostrinia lubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae), *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) (BAYAT et al., 2011) e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (GIMENES et al., 2012). De forma similar, em sorgo observa-se que a taxa de aplicação de 200L.ha<sup>-1</sup> é mais eficiente do que a taxa de 130L.ha<sup>-1</sup> para o controle de *S. frugiperda* (CUNHA et al., 2010). Essas diferenças podem ser explicadas por diferentes fatores, como as características do genótipo, arquitetura da planta, além de características foliares da variedade da planta, como pilosidade e cerosidade (ANTUNIASSI; BAILO, 2004) e índice de área foliar (HEIFFIG et al., 2006). Outro aspecto

importante, é o espaçamento entrelinhas e o arranjo de plantas adotado no sistema de cultivo, conforme já evidenciado na literatura (HEIFFIG et al., 2006; MADALOSSO et al., 2010).

O aumento da taxa de aplicação, como estratégia adicional para o controle de lepidópteros-praga, não necessariamente representam maior penetração do inseticida no dossel da planta, mas sim deve ser considerado em função do estágio de desenvolvimento da cultura. Outras técnicas devem ser consideradas para incrementar o controle dos lepidópteros-praga da cultura. Dentre as possibilidades da tecnologia de aplicação, o uso de adjuvantes, seleção de pontas de aplicação (SILVA; VILELA, 2013) e sistemas de baixo volume oleoso e bicos hidráulicos com assistência de ar (GUEDES et al., 2012) podem permitir melhor aproveitamento da calda aplicada, reduzindo a deriva e permitindo melhor distribuição do inseticida na planta.

## **5.6 CONCLUSÃO**

O uso de altas taxas de aplicação de Clorantraniliprole (20% SC) (Premio®) em soja não representa aumento significativo na cobertura foliar no terço inferior do dossel da planta, quando comparado ao terço superior. No entanto, durante a fase vegetativa da soja, o volume de 112 L.ha<sup>-1</sup> mostrou-se adequado, enquanto no período reprodutivo a taxa de aplicação a partir de 224L.ha<sup>-1</sup> foi necessário para obtenção dos melhores resultados para o controle do dano causado por lepidópteros.

## 6. ARTIGO B: VELOCIDADE DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DE LEPIDÓPTEROS PRAGA NA SOJA

### 6.1 RESUMO

Na maioria das vezes, durante o controle químico de insetos, doenças e plantas daninhas, dá-se muita importância ao produto fitossanitário e pouca atenção à técnica de aplicação. O controle de pragas da soja não escapou à regra geral e, dessa forma, algumas pragas ditas como secundárias, e até mesmo inexistentes, passaram a ser responsáveis por causar grandes prejuízos à lavoura de soja. O objetivo desse trabalho foi testar a aplicação de inseticida em diferentes velocidades (5 e 16 km h<sup>-1</sup>) variando as taxas da aplicação entre 108 e 216 L ha<sup>-1</sup> para quantificar a diferença na porcentagem de cobertura do inseticida aplicado no dossel das plantas de soja e ainda, verificar a interação desses fatores com parâmetros de eficácia para o controle das lagartas (*Helicoverpa armigera* e *Chrysodeixis includens*). De modo geral, a maior cobertura foliar pelo inseticida foi observada no terço superior do dossel, independente da taxa e velocidade de aplicação, refletindo em menores injúrias foliares. Para o terço médio observou-se influência da menor velocidade de aplicação de inseticida sobre as injúrias foliares, sendo as aplicações a 5 km h<sup>-1</sup> mais efetivas que as realizadas a 16 km h<sup>-1</sup>. No terço inferior a associação da menor velocidade e maior taxa de aplicação apresentou a melhor performance.

Palavras chaves: tecnologia de aplicação, porcentagem de cobertura, controle químico, lagartas da soja

## 6.2 ABSTRACT

During the chemical control of pests, diseases and weeds, great importance is given to the phytosanitary product and little attention to the application technology. The control of soybean pests did not escape the general rule and, therefore, some pests said as secondary, and even nonexistent, became responsible for causing great damage to the soybean crop. The objective of this work was to test the application of insecticide at different speeds (5 and 16 km h<sup>-1</sup>) by varying the rates of application in 108 to 110 and 199 to 216 L ha<sup>-1</sup> to quantify the difference in the percentagem de coverage of the applied insecticide in the canopy of soybean plants, and to verify the interaction of these factors with efficacy parameters for the control of caterpillars (*Helicoverpa armigera* and *Chrysodeixis includens*). In general, the highest leaf cover by the insecticide was observed in the upper part of the canopy, independent of the rate and speed of application, reflecting in minor foliar damages. For the middle part there was influence of the lower application velocity on leaf damages, the applications at 5 km h<sup>-1</sup> were more effective than the applications realized at 16 km h<sup>-1</sup>. In the lower part the association of the lowest velocity (5km h<sup>-1</sup>) and higher application rate presented the best performance.

Key words: application technology, percentagem de coverage, chemical control, soybean caterpillars

### 6.3 INTRODUÇÃO

Atualmente, devido ao custo ambiental, energético, econômico e operacional ligado ao seu uso, as aplicações na forma líquida tendem a utilizar cada vez menos volume de água por área nas aplicações. Esta tendência está atrelada principalmente ao custo de transporte para o campo, à perda de tempo decorrente de interrupções, deslocamento e reabastecimento dos pulverizadores (BALAN, 2008). No entanto, a pulverização com intenção de molhar a folha ainda é muito praticada atualmente. Na prática, o usuário usa o mesmo volume para uma grande variedade de pragas e para vários estádios da cultura (CHAIN, 1999).

O controle de insetos-pragas, por meio de produtos químicos, tem sido largamente utilizado nos ambientes agrícolas (CZEPAK et al., 2013). Na maioria das vezes, durante o controle químico de pragas, doenças e plantas daninhas, dá-se muita importância ao produto fitossanitário e pouca atenção à técnica de aplicação. O objetivo da tecnologia de aplicação é colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo desejado, com a máxima eficiência, da maneira mais econômica possível e sem afetar o ambiente. Refere-se à qualidade com que se faz o agrotóxico atingir o alvo desejado relacionando o tipo de equipamento utilizado, a qualidade de água, o momento da aplicação, as condições ambientais, o tipo de ponta, etc. (SILVA, 2003).

A rápida expansão da cultura de soja no Brasil, ocorrida durante a década passada, não foi acompanhada de tecnologias adequadas ao melhor aproveitamento dos fatores de produção. O controle de pragas da soja não escapou à regra geral e, dessa forma, algumas pragas ditas como secundárias, e até mesmo inexistentes, passaram a ser responsáveis por causar grandes prejuízos à lavoura. Como exemplo, podemos citar o aparecimento das pragas *Heliothis virescens*, *Helicoverpa zea* e *Helicoverpa armígera* como insetos-praga de real importância nessa cultura, principalmente nas safras 11-12 e 12-13 (AVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

Além dessas pragas entrantes no complexo de insetos-pragas no cenário de produção de soja no país, outras pragas já catalogadas na cultura, como a *Chrysodeixis includens*, têm aumentado de importância em função da dificuldade de controle, devido principalmente aos danos no dossel inferior da cultura. Uma das consequências observadas nessa situação foi o uso desregrado de inseticidas, que, além de onerarem desnecessariamente os agricultores, acabam por promover um desequilíbrio biológico, e conseqüentemente,

aumento do risco de resistência aos inseticidas disponíveis no mercado (CZEPAK et al., 2013).

Azevedo (2007) relata que nesse cenário, o desenvolvimento de um manejo integrado de pragas passou a ser de fundamental importância para o sucesso de produção dessa oleaginosa. Dessa forma, a efetividade desse manejo requer ajustes contínuos e periódicos de todo o sistema agrícola, entendido de forma multidimensional, multidisciplinar e flexível, por utilizar ou combinar diferentes métodos de controle, necessários para manterem a epidemia destes organismos abaixo do limiar de dano econômico, sem prejuízos e agressão ao meio ambiente.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi testar a aplicação de inseticida em diferentes velocidades (5 e 16 km h<sup>-1</sup>) variando as taxas da aplicação entre 108 e 216 L ha<sup>-1</sup> para quantificar a diferença na porcentagem de cobertura do inseticida aplicado no dossel das plantas de soja e, ainda, verificar a interação desses fatores com parâmetros de eficácia para o controle das lagartas (*Helicoverpa armigera* e *Chrysodeixis includens*)

## 6.4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO E CLIMA

O experimento foi realizado na safra de soja 2016/17, no município de Paulínia (São Paulo, Brasil). A classificação climática segundo Köppen é do tipo Cwa (verão quente e chuvoso, precipitação média anual de 1600 mm), enquanto o solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999).

### 6.4.2 SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS

Para o estudo foi utilizada a variedade de soja transgênica Potencia RR, com hábito de crescimento indeterminado. A soja foi semeada em 19/09/2016, com espaçamento entre linhas de 0,5 m e 14 sementes por metro linear. A adubação da cultura ocorreu de acordo com as recomendações técnicas para a região, 200 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 2:20:20 (NPK) no sulco de plantio.

#### 6.4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi delineado em blocos ao acaso e em esquema fatorial 2 [taxas de aplicação (aproximadamente de 100 e 200 L. ha<sup>-1</sup>)] x 3 [alturas no dossel (terço superior, terço médio e terço inferior)] x 2 [velocidades de aplicação (5 e 16 km h<sup>-1</sup>)], com quatro repetições. Para avaliar a capacidade de penetração do agrotóxico no dossel da planta, o estudo foi realizado após o fechamento da entrelinha da soja, no estágio fenológico R4 (FHER et al., 1971), respectivamente.

#### 6.4.4 APLICAÇÃO DO INSETICIDA

Foi utilizado o inseticida Indoxacarbe (15% EC) (Avatar®) (grupo químico das oxadiazina), na dose de 400 mL.ha<sup>-1</sup>. A aplicação do inseticida foi realizada com um pulverizador (Jacto®), modelo AM12, com barra de pulverização de 11m de comprimento. As pontas de pulverização utilizadas, as respectivas pressões de trabalho e as velocidades de aplicação estão descritas na Tabela 8. As regulagens do equipamento de pulverização foram feitas de forma a produzir gotas médias (200 a 250 µm) para todos os tratamentos. Durante a pulverização, a barra esteve posicionada 0,50m acima do dossel da soja e as pontas espaçadas 0,50m entre si. A área de cada repetição (parcela) foi de 200m<sup>2</sup> (10m x 20m), no entanto, a área útil foi representada por 45m<sup>2</sup> (5m x 9m).

**Tabela 8.** Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, com o produto Indoxacarbe (150 EC) aplicado no estágio fenológico R4 na cultura da soja. Paulínia/SP, 2016.

Tratamento	Equipamento p/ pulverização	Taxa de Aplicação (L. ha <sup>-1</sup> )	Veloc. de Aplicação (Km. h <sup>-1</sup> )	Ponta de Pulverização (XR)	Pressão (bar)	Dossel da Planta
1						Superior
2	Tratorizado	110	5	110.02	1,0	Médio
3						Inferior
4						Superior
5	Tratorizado	108	16	110.04	2,5	Médio
6						Inferior
7						Superior
8	Tratorizado	199	5	110.03	1,5	Médio
9						Inferior
10						Superior
11	Tratorizado	216	16	110.08	2,5	médio
12						inferior
13	Testemunha – sem aplicação do produto					

As aplicações de inseticida foram realizadas de manhã, iniciando as 09:20, com duração máxima de 2:30 h. Os dados climáticos durante as aplicações, foram de: 25°C e 27°C (temperatura), 63% e 61% (UR), 4 km/h e 2,5 km/h (velocidade do vento), e nebulosidade de 66%.

#### 6.4.5 AVALIAÇÃO DA COBERTURA FOLIAR DAS GOTAS PULVERIZADAS

Para avaliar a cobertura foliar do inseticida, foi instalada uma haste de PVC no centro de cada parcela da área experimental, onde foram posicionados papéis hidrossensíveis (76 x 26 mm) (HALLEY et al., 2008). Esses papéis foram colocados com a face superior para cima em três alturas para simular os estratos: inferior (0,2m) médio (0,5m) e superior (0,8m). Os suportes foram alocados junto às plantas de soja, no centro da parcela. Posteriormente às aplicações, os cartões de papel hidrossensível foram recolhidos e armazenados em plástico filme de PVC para evitar a contaminação pela umidade do ar. A caracterização da cobertura do inseticida foi realizada com uso de um scanner, onde procedeu-se a digitalização dos papéis hidrossensíveis (resolução espacial de 600 dpi não interpolados, com cores em 24 bits) e as imagens foram posteriormente processadas com o

uso do programa Conta-Gotas® (CANTERI et al., 2001), específico para essa finalidade.

#### 6.4.6 CRIAÇÃO DOS LEPIDÓPTEROS PRAGA

No presente estudo, foram utilizadas duas importantes lagartas da soja: *Helicoverpa armigera* e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). As lagartas utilizadas no estudo foram provenientes de uma criação de estabelecida em laboratório, desenvolvidas em condições controladas de umidade relativa (UR%) ( $70\pm 20$ ), fotofase (14 hs) e temperatura ( $25\pm 1^\circ\text{C}$ ). As mariposas foram alimentadas com solução de mel (5%) e água, enquanto a fase jovem dos insetos foi criada com dieta natural (folhas de soja), onde foram mantidos até atingirem o 3º-4º instar, quando foram utilizadas para o estudo.

#### 6.4.7 COLETA DO MATERIAL (FOLHAS) E CONSUMO

No intervalo de um e sete dias após a aplicação (DAA) dos inseticidas, foram coletadas quatro repetições de 16 folíolos de soja ( $n=48$  folíolos tratamento<sup>-1</sup>). O material foi acondicionado em bandejas plásticas com células individuais (5,5 x 3,5 cm) para cada folíolo. Esses folíolos foram forrados com papel absorvente previamente umedecido. Posteriormente foi realizada infestação artificial de lepidópteros-praga da soja. Para avaliar os tratamentos, foram observadas as injúrias foliares das lagartas, realizadas aos 3 e 7 DAI (dias após a infestação).

#### 6.4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade de Lilliefors e Bartlett e a homogeneidade das variâncias, para verificar se atendiam aos pressupostos da estatística paramétrica. A partir disso, realizou-se a análise de variância (ANOVA) para os dados que atendiam a estatística paramétrica e por LSD para os dados não paramétricos. As médias dos tratamentos foram comparadas por teste de Tukey e a diferença foi considerada significativa quando  $p\leq 0,05$ .

## 6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo não foi observada interação entre a taxa e velocidade de aplicação de Indoxacarbe, e a altura do dossel das plantas de soja para o parâmetro de cobertura foliar ( $p > 0,05$ ) (Tabela 9). De modo geral, o terço superior da planta de soja apresentou maior cobertura foliar de inseticida, seguido pelo terço médio e terço inferior, independente da taxa e velocidade de aplicação (Tabela 9). Considerando todos os terços em conjunto com um modelo hierárquico, optou-se por fazer a análise final nos terços separadamente.

De um modo geral, esses resultados indicam, para os terços superior e médio, que o uso de taxas de aplicação de 199 a 216 L.ha<sup>-1</sup> não proporcionaram uma distribuição mais homogênea do inseticida no dossel das plantas de soja quando comparados com a taxa de 108 a 110 L.ha<sup>-1</sup> (Tabela 9). Para esses dois terços o que representou influência foi a velocidade da aplicação, sendo a velocidade de 5 km.h<sup>-1</sup> significativamente superior em cobertura e homogeneidade de distribuição do inseticida no dossel da planta quando comparada a velocidade de 16 km.h<sup>-1</sup>. Na literatura, a maior cobertura foliar no terço superior das plantas de soja com aplicação de produtos fitossanitários já tem sido reportada por outros pesquisadores, com volumes variando entre 20 L.ha<sup>-1</sup> (REIS, 2012) a 250 L.ha<sup>-1</sup> (FARINHA et al., 2009). O fator velocidade de deslocamento foi mais importante em tratamentos que utilizaram o atomizador rotativo de disco. Nestes tratamentos a penetração das gotas foi mais prejudicada pelo aumento da velocidade. Este resultado pode estar relacionado ao maior impacto do vento contrário em altas velocidades de deslocamento sobre as gotas finas produzidas em maior porcentagem por esta técnica de pulverização.

Para o terço inferior houve interação significativa entre taxa e velocidade de aplicação para a variável porcentagem de cobertura. Os resultados apontam que a redução da velocidade de 16 km h<sup>-1</sup> para 5 km h<sup>-1</sup> foi determinante para a maior cobertura e a associação das taxas de 199 a 216 L ha<sup>-1</sup>, ao invés de 108 a 110 L ha<sup>-1</sup>, mostrou-se relevante para o melhor atingimento do alvo para esse terço do dossel da soja.

Desse modo, em razão das folhas do “baixeiro” da soja apresentarem menor deposição do inseticida, verificou-se um maior consumo foliar quando ofertou-se as folhas do terço inferior das plantas, independente da espécie de lagarta (Tabelas 10, 11, 12 e 13).

Analisando as injúrias foliares ocasionadas por *Helicoverpa armigera* nas folhas coletadas 1 DAA (dia após aplicação) nas avaliações aos 3 e 7 DAI (dias após a infestação) para os terços superior e médio, o fator redução da velocidade foi significativo

(Tabela 10). Ou seja, todos os tratamentos aplicados a 5 km h<sup>-1</sup> foram superiores em eficácia quando comparados aos tratamentos aplicados na velocidade de 16 km h<sup>-1</sup>. Nesse caso a redução da velocidade proporcionou maior homogeneidade de cobertura e garantiu menor dano nas folhas.

**Tabela 9.** Estimativa de cobertura foliar (%) de Indoxacarbe (15% EC) com uso de papéis hidrossensíveis em diferentes terços de um suporte PVC no estágio fenológico R4 da soja. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Indoxacarbe no estágio R4		
Cobertura Foliar (%)		
Terço	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
Superior		
(108 a 110 L.ha <sup>-1</sup> )****	69,3 aA*	15,8 aB
(199 a 216 L.ha <sup>-1</sup> )	72,8 aA**	18,0 aB
CV%	3,48	
Terço	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
Médio		
(108 a 110 L.ha <sup>-1</sup> )	11,8 aA*	4,0 aB
(199 a 216 L.ha <sup>-1</sup> )	13,8 aA**	4,5 aB
CV%	9,43	
Terço	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
Inferior		
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	4,3 a***	0,0 b
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	2,5 a	1,0 ab
CV%	35,15	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*\*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.

Para as avaliações no terço inferior verifica-se novamente a redução da velocidade como fator determinante para a garantir a melhor performance. Porém, nesse caso o aumento da taxa de aplicação de 108 a 110 para 199 a 216 L ha<sup>-1</sup> mostrou sinergia no

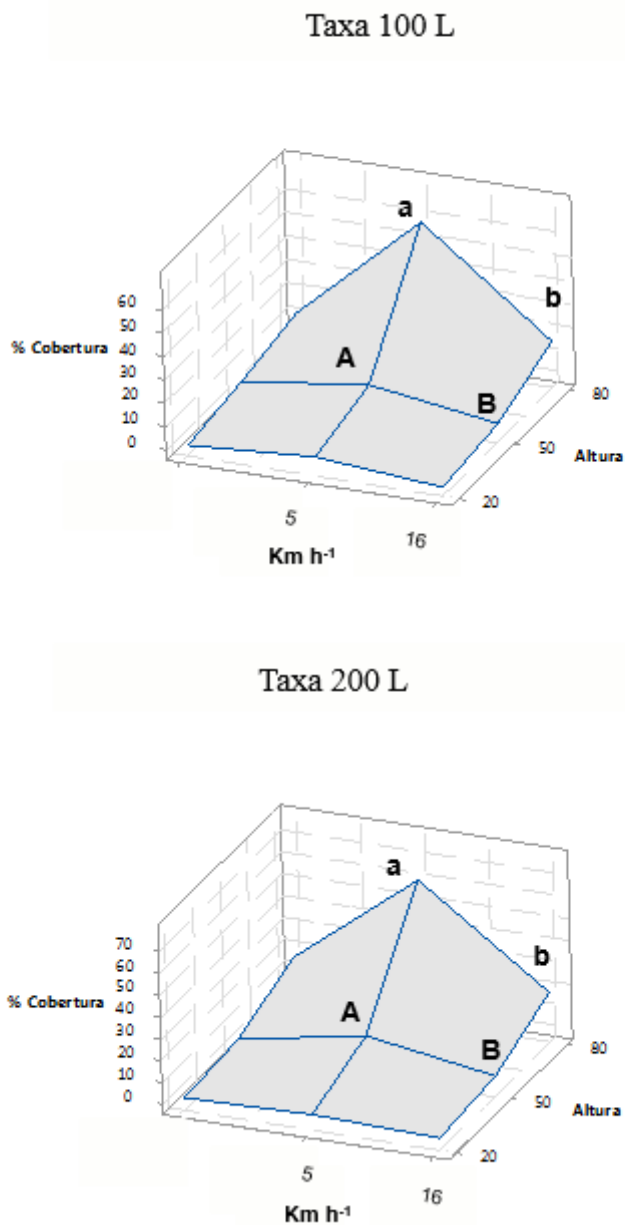
controle de dano ocasionado pela lagarta (Tabela 10). Portanto, para os casos de grandes barreiras foliares para atingimento do alvo, caso do terço inferior do dossel da soja, o aumento da taxa de aplicação, associado à redução da velocidade de pulverização proporcionou menor dano das folhas ofertadas para lagartas.

De acordo com Madalosso et al. (2010), a proteção química ao longo de toda a copa, especialmente o partes média e baixa, é impedida pela densidade de vegetação. Esta interrupção de penetração e cobertura, impede que o ingrediente ativo tenha performance adequada, reduzindo o seu controle. Villalba et al. (2009), estudando a deposição em cultivares de soja no estágio R1, encontraram depósitos na região apical quase três vezes superiores aos da região basal, concordando com este trabalho. Boschini et al. (2008) também mostraram que as deposições de calda ocorridas no terço inferior da cultivar de soja CD 202 foram significativamente inferiores às obtidas no terço superior, independentemente da ponta e da vazão utilizada. Souza (2002) destaca que os depósitos em plantas menores e intermediárias foram mais homogêneos. Houve decréscimo do depósito por unidade de área foliar conforme o aumento da área foliar e também foram menos uniformes, evidenciando que o acúmulo de folhas, com sobreposição das mesmas, reduz o depósito por unidade de área foliar.

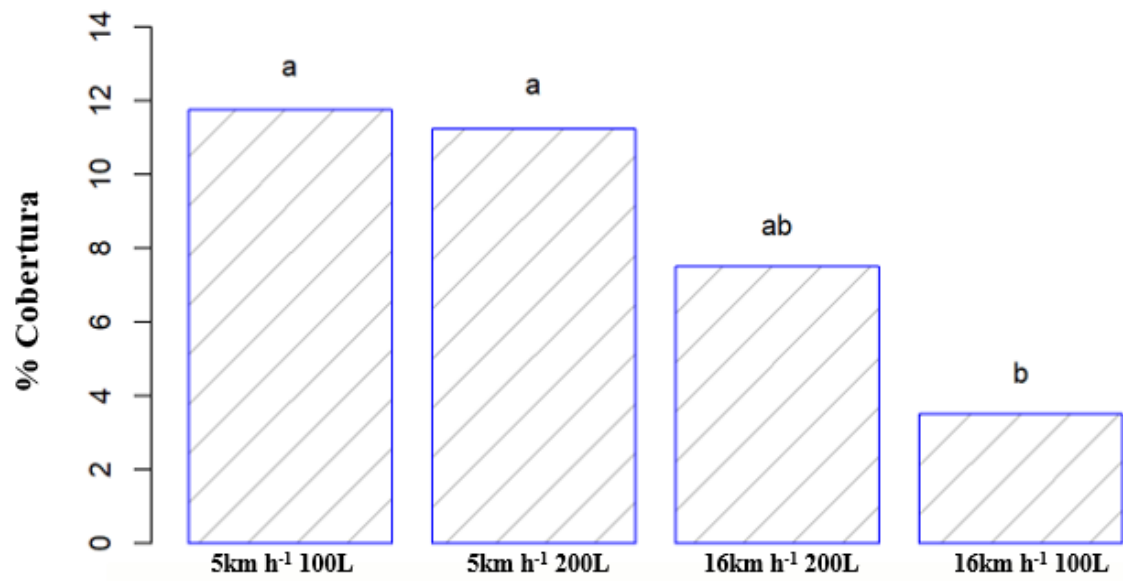
Os resultados desse experimento estão de acordo ao encontrado por Forsters et al. (2004). Embora maiores taxas de aplicação resultem necessariamente em redução na concentração de ingrediente ativo na calda de pulverização, esta promove maiores níveis de cobertura pelas gotas sobre a superfície foliar, o que influencia também no aumento da absorção desse produto. O percentual de cobertura é uma variável que está relacionada à eficiência de controle de uma aplicação. Maiores percentuais promovem aumento nos níveis de controle (AZEVEDO, 2007; FORSTERS et al., 2004). Normalmente, maiores volumes proporcionam maiores depósitos em condições semelhantes de pulverização (MATTHEWS, 2000). BAUER e RAETANO (2004) também concluíram que volumes maiores promoveram maiores coberturas das gotas pulverizadas em plantas de soja.

Ao analisar as injúrias ocasionadas por *Chrysodeixis includens* nas folhas coletadas 1 DAA (dia após aplicação) nas avaliações aos 3 e 7 DAI (dias após a infestação) verificou-se a mesma tendência das avaliações com a *Helicoverpa armigera* (Tabela 11). Para os terço superior e médio, todos os tratamentos aplicados a  $5 \text{ km h}^{-1}$  foram superiores em eficácia quando comparados aos tratamentos aplicados na velocidade de  $16 \text{ km h}^{-1}$ , apresentando menor dano foliar. Porém, quando analisamos o terço inferior verifica-se que a quantidade de produto que foi distribuído, independentemente da tecnologia de aplicação

adotada, não foi suficiente para garantir boa performance do produto, sendo semelhantes aos resultados encontrados na testemunha. Apesar da diferença não apresentar-se significativa, fica claro a importância da redução da velocidade de pulverização e aumento da taxa de aplicação para casos de maior dificuldade de penetração do produto.



**Figura 2.** Superfície de Porcentagem de Cobertura x Altura no dossel x Velocidade de aplicação de Indoxacarbe com uso de papéis hidrossensíveis em soja. Paulínia/SP, 2016.

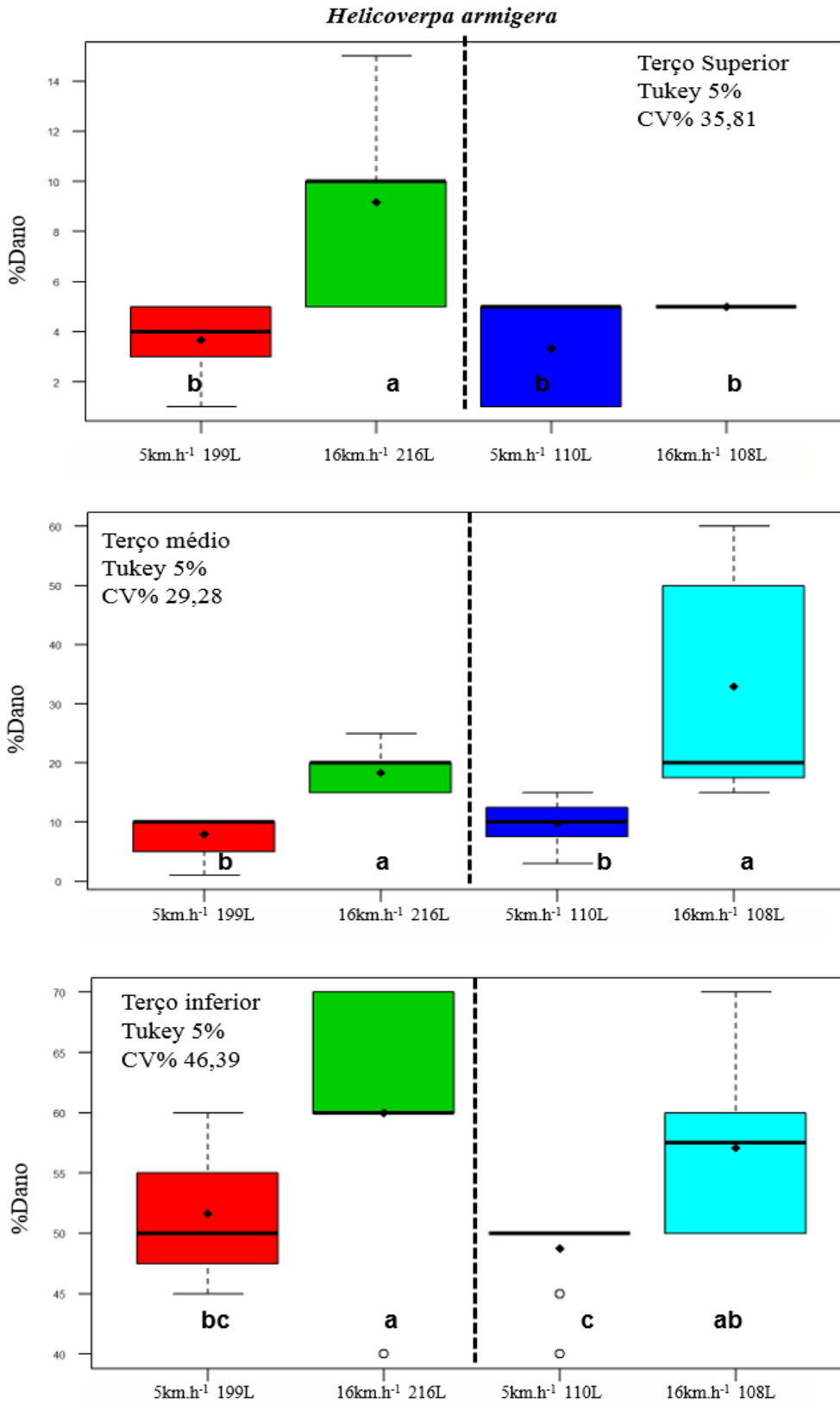


**Figura 3.** Gráfico da Porcentagem de Cobertura x Taxa/Velocidade – Terço Inferior em aplicação de Indoxacarbe com uso de papéis hidrossensíveis em soja. Paulinia/SP, 2016.

**Tabela 10.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>) de folhas coletadas 1DAA. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Indoxacarbe no estágio R4 - <i>Helicoverpa armigera</i>			Aplicação de Indoxacarbe no estágio R4 - <i>Helicoverpa armigera</i>		
Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI			Consumo foliar (%) de soja aos 7DAI		
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )**	1,0 b*	4,7 b	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	3,3 b	5,0 b
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	3,7 b	9,2 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	3,7 b	9,2 a
CV%	35,81		CV%	35,81	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	7,2 b	9,3 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	9,8 b	32,9 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	5,6 b	8,8 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	8,0 b	18,3 a
CV%	29,28		CV%	29,28	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	9,6 c	15,8 ab	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	48,8 c	57,1 ab
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	14,6 bc	25,8 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	51,7 bc	60,0 a
CV%	46,39		CV%	46,39	
Testemunha	27,9		Testemunha	60,8	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.

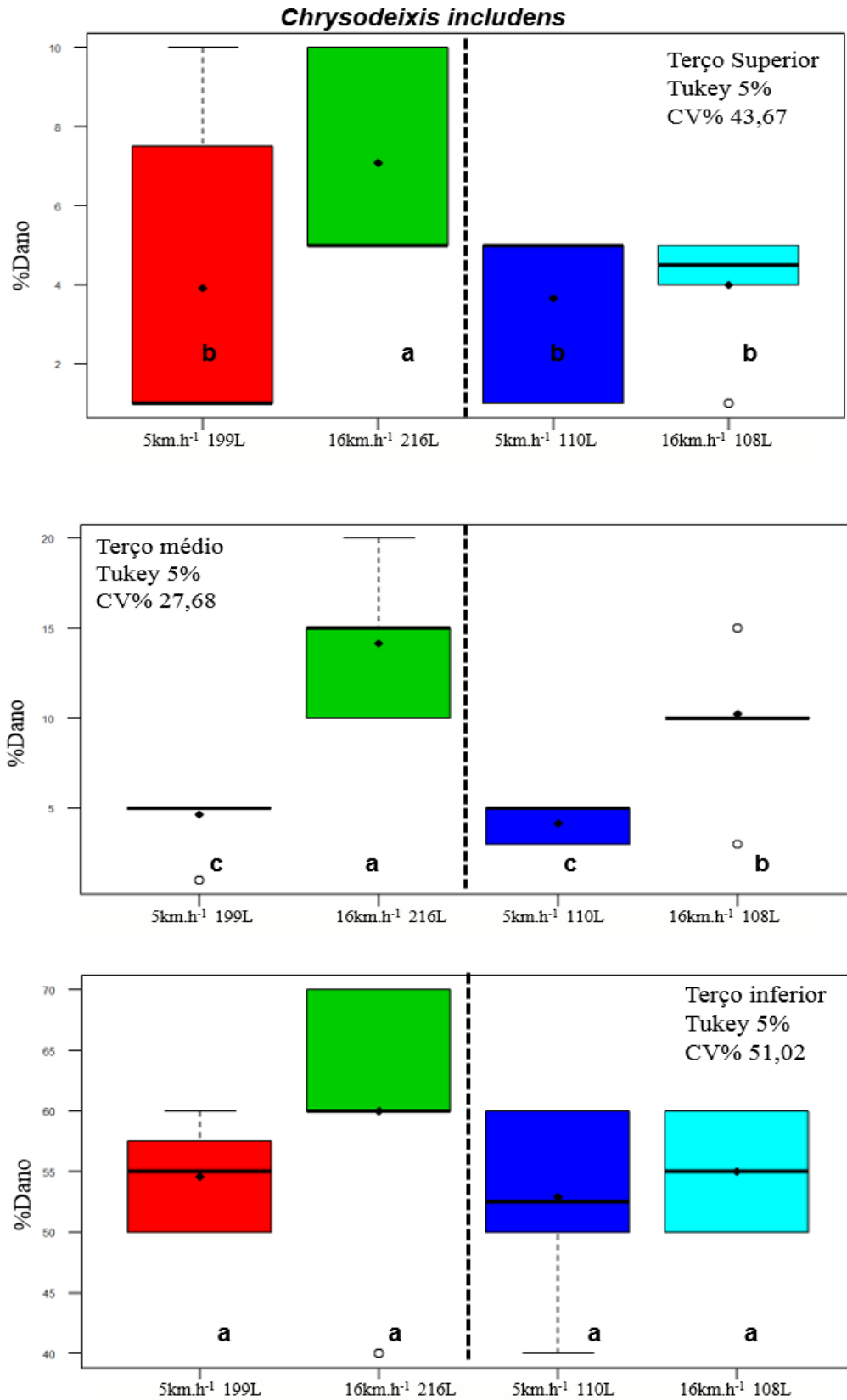


**Figura 4.** Gráficos de Intervalo do dano (%) 7DAI ocasionado por *Helicoverpa armigera* em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. Folhas coletadas 1DAA. Paulínia/SP, 2016.

**Tabela 11.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>) de folhas coletadas 1DAA. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Indoxacarbe no estádio R4 - <i>Chrysodeixis includens</i>			Aplicação de Indoxacarbe no estádio R4 - <i>Chrysodeixis includens</i>		
Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI			Consumo foliar (%) de soja aos 7DAI		
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )**	1,0 b*	1,8 b	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	3,7 b	4,0 b
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	1,7 b	4,0 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	3,9 b	7,1 a
CV%	38,39		CV%	43,67	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	4,2 a	2,5 b	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	4,2 c	10,3 b
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	2,3 b	3,7 ab	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	4,7 c	14,2 a
CV%	46,95		CV%	27,68	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	12,9 a	13,3 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	52,9 a	55,0 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	14,6 a	15,7 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	54,6 a	60,0 a
CV%	49,78		CV%	51,02	
Testemunha	17,5		Testemunha	61,7	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.



**Figura 5.** Gráficos de Intervalo do dano (%) 7DAI ocasionado por *Chrysodeixis includens* em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. Folhas coletadas 1DAA. Paulínia/SP, 2016.

Waquil (2006), cita o fato das pragas permanecerem no interior do dossel das plantas, dificultando o seu controle devido à menor exposição ao inseticida durante o período diurno. Campos et al. (2014), evidenciaram menor número de lagartas de *Spodoptera frugiperda* quando houve direcionamento da aplicação para a linha de cultivo, não diferenciando para os volumes aplicados que foram 50, 100 e 150 L.ha<sup>-1</sup>, implicando em que a utilização destes volumes pode não interferir no controle de *S. frugiperda*. Ou seja, quando com a tecnologia utilizada, no caso a aplicação direcionada para a linha de cultivo, o alvo foi atingido, a redução da taxa de aplicação tornou-se viável. Já Cunha e Silva (2010), estudando os volumes de 130 e 200 L.ha<sup>-1</sup> para controlar lagarta-do-cartucho, observaram que para cinco dias após a aplicação o melhor volume foi de 200 L.ha<sup>-1</sup>, sendo os melhores resultados obtidos por pontas de jato plano.

Mazieiro (2006) também relata que elevando o volume de calda de 50 para 150 L ha<sup>-1</sup> foi constatado melhor performance de controle. Esse incremento no controle está associado ao aumento da densidade de gotas, principalmente nas partes mediana e inferior da cultura. Dessa forma, parte do espectro da névoa produzida com volumes maiores tem maior capacidade de penetração por produzirem maior quantidade de gotas finas atingindo os insetos e/ou vagens das partes medianas e inferiores.

Boller (2011) cita que a consequência imediata do aumento da velocidade de deslocamento é o maior vento relativo entre a barra em deslocamento e a camada de ar existente entre a barra do pulverizador e a cultura alvo exercendo efeito de freio, opondo-se à velocidade de descida das gotas geradas na pulverização. Este processo poderia favorecer a evaporação e a deriva principalmente das gotas mais finas, dificultando a sua chegada no interior do dossel das culturas.

Outro fator a ser levado em consideração são as características construtivas das pontas de pulverização. Pontas com indução de ar, por apresentar gotas com maior tamanho e menor porcentagem de gotas finas, podem ser mais eficientes em pulverizações a alta velocidade de deslocamento pelo menor impacto do vento contrário as gotas formadas. Além disso, a inclinação do jato aplicado pode compensar o efeito do vento contrário à pulverização, resultando em maior uniformidade na distribuição da calda (AGROTOP, 2008).

O inseticida indoxacarbe apresenta baixo efeito residual em virtude de sua alta fotodegradação (DT<sub>50</sub> = 4.5 dias em pH 5 e 25°C) (EMMANOUIL et al., 2013). Além dessa característica, outro fator a ser considerado na redução de eficácia refere-se à ocorrência de precipitações pluviométricas. A ação da água pode remover parte do produto que estava no folíolo, reduzindo sua absorção e período de proteção (ARRUE et al., 2014).

Para verificação da influência da tecnologia de aplicação sobre o período residual, ou seja, da degradação do produto na planta, foi realizada infestação de lagartas em folhas coletadas aos 7 DAA (Tabelas 12 e 13). Nesse caso, na avaliação de dano ocasionado por *Helicoverpa armigera* aos 3 e 7 DAI, para os terços superior, médio e inferior, ficou evidente que nas menores velocidades ( $5 \text{ km h}^{-1}$ ) e nas maiores taxas ( $199 \text{ a } 216 \text{ L ha}^{-1}$ ) foi onde ocorreram os maiores depósitos de produtos, garantiram o melhor controle com maior período residual do produto (Tabela 12). Para o terço inferior, em função da baixa deposição, nessa avaliação todos os tratamentos apresentaram grande quantidade de dano, ou seja, perda antecipada no residual do produto.

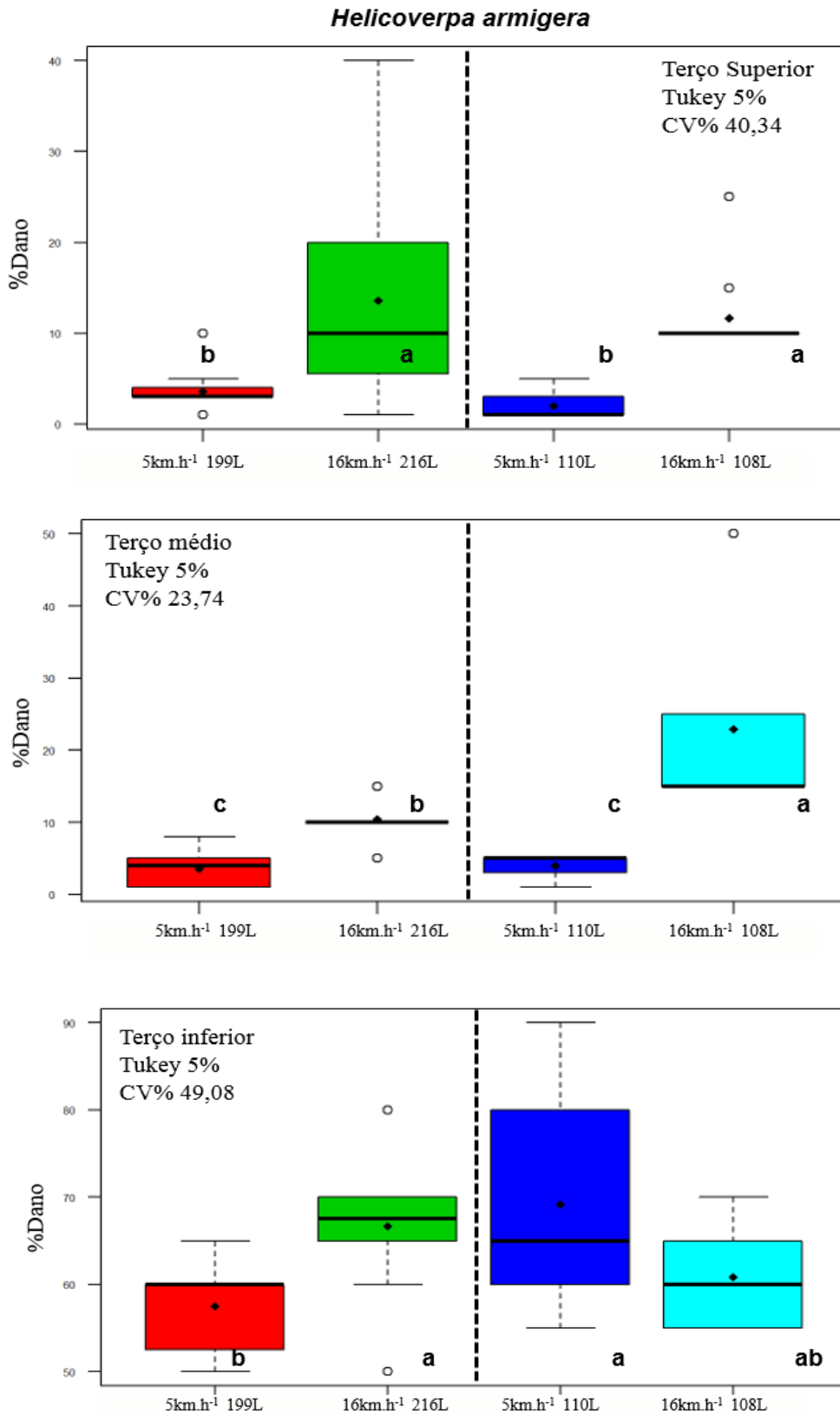
Nas avaliações com *Chrysodeixis includens*, a tendência apresentada foi semelhante ao constatado anteriormente. Nas menores velocidades ( $5 \text{ km h}^{-1}$ ) e nas maiores taxas ( $199 \text{ a } 216 \text{ L ha}^{-1}$ ), foi onde ocorreram os maiores cobertura pelo produto, garantiram o melhor controle com maior período residual do produto (Tabela 13). Para o terço médio não houve diferença significativa de dano em função da tecnologia adotada, sendo todos os tratamentos equivalentes em performance. Na avaliação do terço inferior a quantidade de produto que chegou não foi suficiente para garantir residual do produto nessas avaliações.

Vinaykumar et al. (2013) relataram a eficácia de indoxacarbe para o controle de lagartas de *H. armigera* na cultura da soja até sete dias após a aplicação.

**Tabela 12.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>) de folhas coletadas 7DAA. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Indoxacarbe no estágio R4 - <i>Helicoverpa armigera</i>			Aplicação de Indoxacarbe no estágio R4 - <i>Helicoverpa armigera</i>		
Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI			Consumo foliar (%) de soja aos 7DAI		
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )**	2,3 b*	4,6 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	2,0 b	11,7 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	1,3 b	6,2 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	3,6 b	13,6 a
CV%	45,23		CV%	40,34	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	4,2 ab	8,0 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	4,0 c	22,9 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	3,0 b	5,7 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	3,6 c	10,4 b
CV%	45,58		CV%	23,74	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	13,8 a	14,6 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	69,2 a	60,8 ab
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	19,2 a	17,5 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	57,5 b	66,7 a
CV%	52,01		CV%	49,08	
Testemunha	21,3		Testemunha	84,2	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.

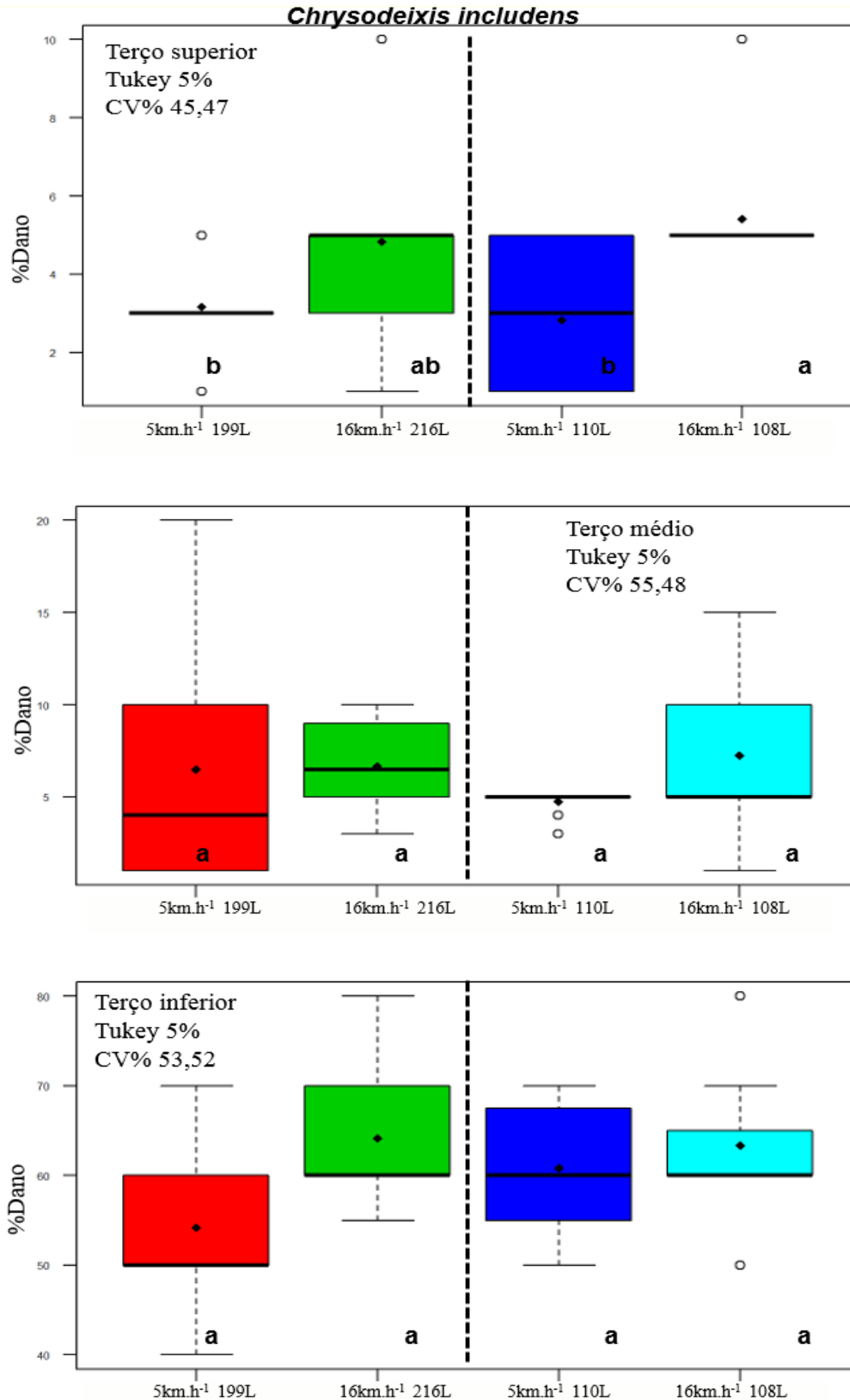


**Figura 6.** Gráficos de Intervalo do dano (%) aos 7DAI ocasionado por *Helicoverpa armigera* em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. Folhas coletadas 7DAA. Paulínia/SP, 2016.

**Tabela 13.** Injúrias foliares (%) ocasionadas por *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>) de folhas coletadas 7DAA. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Indoxacarbe no estádio R4 - <i>Chrysodeixis includens</i>			Aplicação de Indoxacarbe no estádio R4 - <i>Chrysodeixis includens</i>		
Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI			Consumo foliar (%) de soja aos 7DAI		
Terço Superior	Modalidade de Aplicação		Terço Superior	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )**	1,7 b*	2,3 ab	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	2,8 b	5,4 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	2,0 ab	3,7 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	3,2 b	4,8 ab
CV%	48,46		CV%	45,47	
Terço Médio	Modalidade de Aplicação		Terço Médio	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	2,5 a	3,4 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	4,8 a	7,3 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	4,8 a	4,5 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	6,5 a	6,7 a
CV%	54,60		CV%	55,48	
Terço Inferior	Modalidade de Aplicação		Terço Inferior	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	13,3 a	18,8 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	60,8 a	63,3 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	21,7 a	19,2 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	54,5 a	64,2 a
CV%	49,97		CV%	53,52	
Testemunha	20,4		Testemunha	73,3	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.



**Figura 7.** Gráficos de Intervalo do dano (%) 7DAI ocasionado por *Chrysodeixis includens* em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. Folhas coletadas 7DAA. Paulínia/SP, 2016.

O controle dessas espécies desfolhadoras é importante quando a soja encontra-se na fase reprodutiva, pois nesta fase ocorre a mobilização de carboidratos se deslocam das folhas para auxiliarem no crescimento e desenvolvimento de vagens e grãos. Nessa fase também em que a planta encontra-se com a maior área de índice foliar, o que dificulta o atingimento dos produtos nos alvos dos terços médio ao baixo.

Ao analisar a porcentagem de mortalidade (Tabelas 14 e 15) verificou-se, para *Helicoverpa armigera* e *Chrysodeixis includens*, nas avaliações do terço superior e médio a velocidade de 16 km h<sup>-1</sup> deve estar associada a taxa de 216 L ha<sup>-1</sup> para garantir um bom controle da lagarta. A redução da velocidade para 5 km h<sup>-1</sup> possibilita a adoção da taxa de 108 L ha<sup>-1</sup> sem perda na performance. Para o terço inferior a tendência se mantém, porém há uma queda no controle em função da menor quantidade de produto depositada nesse terço, independente da tecnologia adotada.

**Tabela 14.** Mortalidade (%) de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>) de folhas coletadas 1DAA. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Indoxacarbe no estádio R4 - <i>Helicoverpa armigera</i>			Aplicação de Indoxacarbe no estádio R4 - <i>Helicoverpa armigera</i>		
Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI			Consumo foliar (%) de soja aos 7DAI		
Terço Superior	Modalidade de Aplicação		Terço Superior	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )**	100,0 a*	58,3 b	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	83,3 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	100,0 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	100,0 a
CV%	10,42		CV%	11,21	
Terço Médio	Modalidade de Aplicação		Terço Médio	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	50,0 b	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	66,7 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	83,3 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	83,3 a
CV%	20,42		CV%	30,12	
Terço Inferior	Modalidade de Aplicação		Terço Inferior	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	41,7 a	0,0 b	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	41,7 a	16,7 ab
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0 b	0,0 b	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0 b	0,0 b
CV%	89,66		CV%	104,42	
Testemunha	0,0		Testemunha	0,0	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação com CO<sub>2</sub> e tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação com CO<sub>2</sub> e tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.

Esses resultados se assemelham ao trabalho realizado por Cunha et al. (2005), no qual os autores concluíram que mais importante que o tipo da ponta, é a tecnologia empregada no processo de pulverização e as condições de uso de cada uma delas. Essa constatação foi ratificada por Zhu et al. (2008), onde os autores afirmam também que quanto maior a quantidade de produto depositado na superfície do alvo de forma homogênea, maior poderá ser a sua ação. Segundo Cunha et al. (2008), o bom desempenho do controle químico está diretamente relacionado com a deposição do ingrediente ativo sobre o alvo biológico. Embora, Boller e Machry (2007), enfatizarem a necessidade de redução no volume de calda, há situações em que baixos volumes se tornam inviáveis para o sucesso da aplicação (RAETANO e BAUER, 2003).

**Tabela 15.** Mortalidade (%) de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>) de folhas coletadas 1DAA. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Indoxacarbe no estádio R4 - <i>Chrysodeixis includens</i>			Aplicação de Indoxacarbe no estádio R4 - <i>Chrysodeixis includens</i>		
Taxa de Mortalidade (%) de soja aos 3DAI			Taxa de Mortalidade (%) de soja aos 7DAI		
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )**	100,0 a*	66,7b	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	83,3 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	100,0 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	100,0 a
CV%	16,61		CV%	19,45	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	66,7 a	50,0 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	66,7 a	66,7 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	83,3 a	83,3 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	100,0 a	83,3 a
CV%	35,62		CV%	25,42	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	33,3 a	0,0 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	41,7 a	33,3 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0 a	0,0 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	16,7 a	0,0 a
CV%	---		CV%	115,02	
Testemunha	0,0		Testemunha	0,0	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação com CO<sub>2</sub> e tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação com CO<sub>2</sub> e tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.

Nas avaliações de porcentagem de mortalidade das lagartas com oferta das folhas coletadas aos 7 DAA, fica evidente a degradação do inseticida indoxacarbe dentro da planta. Tanto para *Helicoverpa armigera*, quanto *Chrysodeixis includens*, não houve influência da tecnologia de aplicação no sentido de proporcionar maior controle das lagartas em função da quantidade do produto depositado nas folhas. Após os 7 DAA a degradação do indoxacarbe não apresentou nenhuma reposta em relação à tecnologia de aplicação empregada (Tabela 16 e 17).

**Tabela 16.** Mortalidade (%) de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>) de folhas coletadas 7DAI. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Indoxacarbe no estádio R4 - <i>Helicoverpa armigera</i>			Aplicação de Indoxacarbe no estádio R4 - <i>Helicoverpa armigera</i>		
Consumo foliar (%) de soja aos 3DAI			Consumo foliar (%) de soja aos 7DAI		
Terço Superior	Modalidade de Aplicação		Terço Superior	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )*	0,0*	0,0	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	50,0 a**	0,0 b
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0	0,0	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	41,7 ab	33,3 ab
CV%	----		CV%	87,81	
Terço Médio	Modalidade de Aplicação		Terço Médio	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0*	0,0	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	50,0 a	0,0 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0	0,0	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	33,3 a	16,7 a
CV%	----		CV%	117,88	
Terço Inferior	Modalidade de Aplicação		Terço Inferior	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0*	0,0	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0*	0,0
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0	0,0	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0	0,0
CV%	-----		CV%	---	
Testemunha	0,0		Testemunha	0,0	

\*tratamentos com valor nulo de mortalidade, sem variação e diferença estatística. \*\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação com CO<sub>2</sub> e tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação com CO<sub>2</sub> e tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.

**Tabela 17.** Mortalidade (%) de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Indoxacarbe. (Área foliar ofertada = 19,25 cm<sup>2</sup>) de folhas coletadas 7DAA. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Indoxacarbe no estágio R4 - <i>Chrysodeixis includens</i>			Aplicação de Indoxacarbe no estágio R4 - <i>Chrysodeixis includens</i>		
Taxa de Mortalidade (%) de soja aos 3DAI			Taxa de Mortalidade (%) de soja aos 7DAI		
Terço Superior	Modalidade de Aplicação		Terço Superior	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )*	16,7 a**	33,3 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	41,7 a	41,7 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	41,7 a	16,7 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	58,3 a	50,0 a
CV%	114,15		CV%	82,15	
Terço Médio	Modalidade de Aplicação		Terço Médio	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	41,7 a	16,7 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	66,7 a	50,0 ab
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	33,3 a	16,7 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	50,0 ab	33,3 ab
CV%	95,30		CV%	66,38	
Terço Inferior	Modalidade de Aplicação		Terço Inferior	Modalidade de Aplicação	
	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>		5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0*	0,0	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0 a	0,0 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0	0,0	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	16,7 a	0,0 a
CV%	---		CV%	258,20	
Testemunha	0,0		Testemunha	0,0	

\*tratamentos com valor nulo de mortalidade, sem variação e diferença estatística. \*\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação com CO<sub>2</sub> e tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação com CO<sub>2</sub> e tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.

A não existência de diferenças na mortalidade de lagartas de *H. armigera* e *C. includens* entre os folíolos oriundos da região superior e mediana da planta é de grande importância para o controle químico dessas espécies na cultura da soja, principalmente para *C. includens* que possui o hábito de permanecer nos folíolos do terço mediano (CONTE et al., 2014). Quando os inseticidas aplicados não atingem essas regiões, a consequência direta é a necessidade da utilização de mais aplicações em doses mais elevadas para obtenção de melhor controle (DEGRANDE; VIVIAN, 2010), embora isto possa causar desequilíbrio do ecossistema.

O sucesso do controle químico na agricultura depende de produtos eficazes, equipamentos e tecnologias adequadas e condições ambientais favoráveis. O volume de calda

a ser utilizado em uma pulverização depende do modo de ação e formulação do produto fitossanitário, do tipo e grau de desenvolvimento do alvo, condições meteorológicas no momento da aplicação e do equipamento aplicador (GADANHA JR. e ZAIDAN 2004).

## 6.6 CONCLUSÃO

O aumento nas taxas de aplicação de, aproximadamente, 100 para 200 L ha<sup>-1</sup>, bem como redução na velocidade de aplicação de 16 km h<sup>-1</sup> para 5 km h<sup>-1</sup>, não resulta em incrementos significativos de cobertura no dossel intermediário e baixeiro da soja, quando comparados ao dossel superior. Porém, ao analisar parâmetros de eficácia, a maior cobertura foliar pelo inseticida Indoxacarbe (15% EC) (Avatar®) observada no terço superior do dossel, refletiu em menores danos foliares, independente da tecnologia de aplicação adotada. Para os terços médio e inferior, a associação da menor velocidade (5km h<sup>-1</sup>) e maior taxa de aplicação (200 L.ha<sup>-1</sup>), apresentaram a melhor performance.

## 7 ARTIGO C: VOLUME DE CALDA E VELOCIDADE DE APLICAÇÃO NO CONTROLE DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

### 7.1 RESUMO

As recomendações contidas nos rótulos das embalagens dos agrotóxicos deixam a seleção do volume e velocidade de aplicação a critério do aplicador. Na prática, o usuário utiliza um mesmo volume e velocidade para uma grande variedade de doenças, pragas e plantas daninhas, e ainda para os vários estádios de crescimento da cultura. O objetivo desse trabalho foi testar a aplicação do fungicida Protiocanazol+Trifloxistrobina (17,5+15%SC) (Fox®) em diferentes velocidades (5 e 16 km h<sup>-1</sup>) variando as taxas da aplicação em 108 a 110 e 199 a 216 L ha<sup>-1</sup> para quantificar a diferença na porcentagem de cobertura do produto aplicado no dossel das plantas de soja e ainda, verificar a interação desses fatores com parâmetros de eficácia para o controle da ferrugem asiática da soja. De modo geral, a maior cobertura foliar pelo fungicida foi observada no terço superior do dossel, independente da taxa e velocidade de aplicação, refletindo em menores severidades da doença. Para o terço médio observou-se influência da menor velocidade de aplicação de fungicida sobre a severidade da doença, sendo as aplicações a 5 km h<sup>-1</sup> mais efetivas que as aplicações realizadas a 16 km h<sup>-1</sup>. No terço inferior a associação menor velocidade (5km h<sup>-1</sup>) e maior taxa de aplicação (199 L.ha<sup>-1</sup>) apresentou a melhor performance.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação, *Glycine max*, controle químico, *Phakopsora pachyrhizi*

## 7.2 ABSTRACT

In general, the recommendations contained in pesticide packaging labels allow the selection of the volume and speed of application at the discretion of the applicator. In practice, the user uses the same volume and speed for a wide variety of disease, pests and weeds, and for the various stages of crop growth. The objective of this work was to test the application of fungicide at different speeds (5 and 16 km h<sup>-1</sup>), varying the rates of application in 108 to 110 and 199 to 216 L ha<sup>-1</sup> to quantify the difference in the percentage of coverage of the applied product in the canopy of soybean plants and also verify the interaction of these factors with efficacy parameters for the control of asian soybean rust. In general, the highest leaf cover by the fungicide was observed in the upper part of the canopy, regardless of the rate and speed of application, reflecting lower disease severity. For the middle part, the influence of the lower speed of fungicide application on the severity of the disease, the applications at 5 km h<sup>-1</sup> more effective than the applications at 16 km h<sup>-1</sup>. In the lower part the association lower speed (5 km h<sup>-1</sup>) and higher application rate (199 L.ha<sup>-1</sup>) presented the best performance.

Keywords: application technology, Glycine max, chemical control, *Phakopsora pachyrhizi*

### 7.3 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é mundialmente caracterizada como um cultivo de grande importância econômica. Existem inúmeros desafios para uma produção com qualidade e alta produtividade, e, dentre estes, está o controle eficaz de plantas daninhas, pragas e principalmente doenças foliares fúngicas.

A ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) está entre os fatores que mais afetam a produtividade da cultura da soja, sendo o manejo químico com fungicidas a principal forma de controle desta doença (DURÃO & BOLLER, 2017). Na ausência deste controle, a ferrugem pode causar grandes prejuízos na produtividade esperada. Nos últimos anos tem sido observada redução da sensibilidade do patógeno aos fungicidas, resultando em falhas de controle e redução de produtividade (GODOY et al., 2014). Neste processo, frequentemente é dada maior importância ao produto a ser utilizado no controle, e menor à forma de utilização (BUENO et al., 2011).

Atualmente, busca-se menor transporte de água ao campo, proporcionando diminuição no custo da aplicação e aumento da capacidade operacional dos equipamentos (BOLLER e MACHRY, 2007). Isto se deve, em grande parte, às tecnologias aplicadas em pulverizações, que otimizam o transporte da calda pulverizada até os alvos com menor quantidade de água (THEISEN e RUEDELL, 2004). Porém, como a água é o veículo de transporte que leva o produto fitossanitário ao alvo, tornam-se necessários estudos para determinar a quantidade mínima que não afetaria a qualidade da pulverização e não comprometeria a eficiência dos tratamentos.

Para a obtenção de sucesso em uma aplicação, é necessário que ocorra a deposição das gotas da calda fungicida na quantidade correta sobre o sítio de infecção da doença (MOURA, 2015). Em geral, as recomendações contidas nos rótulos das embalagens dos agrotóxicos deixam a seleção do volume e velocidade de aplicação a critério do recomendante. Na prática, o usuário utiliza um mesmo volume e velocidade para uma grande variedade de pragas e para os vários estádios de crescimento da cultura. A tendência de redução do volume de aplicação (BOLLER & MACHRY, 2007), e ainda aumento na velocidade dos pulverizadores, põem em risco quantitativa e qualitativamente a deposição da calda.

Pelo fato da ferrugem asiática iniciar nas partes mais baixas da cultura, a partir do ponto em que a cultura atinge grande desenvolvimento vegetativo, busca-se a máxima capacidade de cobertura e penetração no dossel, com a finalidade de obter uma boa cobertura no interior da cultura, o que pode ser obtido através do uso de técnicas adequadas de aplicação (CUNHA e PERES, 2010).

Dessa maneira, o objetivo desse trabalho foi testar a aplicação de fungicida em diferentes velocidades (5 e 16 km h<sup>-1</sup>) variando as taxas da aplicação em 108 a 110 e 199 a 216 L ha<sup>-1</sup> para quantificar a diferença na porcentagem de cobertura do fungicida aplicado no dossel das plantas de soja e ainda, verificar a interação desses fatores com parâmetros de eficácia para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*).

## 7.4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 7.4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO E CLIMA

O experimento foi realizado na safra de soja 2016/17, no município de Paulínia (São Paulo, Brasil). A classificação climática segundo Köppen é do tipo Cwa (verão quente e chuvoso, precipitação média anual de 1600 mm), enquanto o solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999).

### 7.4.2 SEMEADURA E TRATOS CULTURAIS

Para o estudo, foi utilizada a variedade de soja transgênica Potencia RR, com hábito de crescimento indeterminado. A soja foi semeada em 19/09/2016, com espaçamento entre linhas de 0,5 m e 14 sementes por metro linear. A adubação da cultura ocorreu de acordo com as recomendações técnicas para a região, 200 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 2:20:20 (NPK) no sulco de plantio. Todas as parcelas receberam o mesmo tratamento para o controle de plantas daninhas e doenças e pragas, sempre que necessário.

### 7.4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi delineado em blocos ao acaso e em esquema fatorial 2 [taxas de aplicação (100 e 200 L. ha<sup>-1</sup>)] x 3 [alturas no dossel (terço superior, terço médio e terço inferior)] x 2 [velocidades de aplicação (5 e 16 km h<sup>-1</sup>)] , com quatro repetições. Para possibilitar a avaliação da capacidade de penetração do agrotóxico no dossel da planta, o estudo foi realizado após o fechamento das da entrelinha da soja, no estágio fenológicos R4 (FHER et al., 1971), respectivamente.

#### 7.4.4 APLICAÇÃO DO FUNGICIDA

Para o estudo, foi utilizado o fungicida Protioconazole+Trifloxistrobina (17,5+15% SC) (Fox®) (grupo químico dos triazóis e das estrobilurinas), na dose de 400 mL.ha<sup>-1</sup>, com adição de adjuvante Aureo (500mL. ha<sup>-1</sup>). A aplicação do fungicida foi realizada com um pulverizador (Jacto®), modelo AM12, com barra de pulverização de 11m de comprimento. As pontas de pulverização utilizadas, as respectivas pressões de trabalho e a velocidade de aplicação estão descritas na Tabela 18. As regulagens do equipamento de pulverização foram feitas de forma a produzir gotas médias (200 a 250 µm) para todos os tratamentos. Durante a pulverização, a barra esteve posicionada 0,50m acima do dossel da soja e as pontas espaçadas 0,50m entre si. A área de cada repetição (parcela) foi de 200m<sup>2</sup> (10m x 20m), no entanto a área útil foi representada por 45m<sup>2</sup> (5m x 9m).

**Tabela 18.** Descrição dos tratamentos utilizados no experimento, com o produto Protioconazole+Trifloxistrobina (17,5+15% SC) aplicado no estádio fenológico R4 na cultura da soja. Paulínia/SP, 2016.

Tratamento	Equipamento p/ pulverização	Taxa de Aplicação (L. ha <sup>-1</sup> )	Veloc. de Aplicação (Km. h <sup>-1</sup> )	Ponta de Pulverização (XR)	Pressão (bar)	Dossel da Planta
1						Superior
2	Tratorizado	110	5	110.02	1,0	Médio
3						Inferior
4						Superior
5	Tratorizado	108	16	110.04	2,5	Médio
6						Inferior
7						Superior
8	Tratorizado	199	5	110.03	1,5	Médio
9						Inferior
10						Superior
11	Tratorizado	216	16	110.08	2,5	médio
12						inferior
13	Testemunha – sem aplicação do produto					

As aplicações de fungicida foram realizadas de manhã, iniciando as 09:20, com duração máxima de 2:30 h. Os dados climáticos durante as aplicações, foram de: 25°C e 27°C (temperatura), 63% e 61% (UR), 4 km/h e 2,5 km/h (velocidade do vento), e nebulosidade de 66%.

#### 7.4.5 AVALIAÇÃO DA COBERTURA FOLIAR DAS GOTAS PULVERIZADAS

Para avaliar a cobertura foliar do fungicida, foi instalada uma haste de PVC no centro de cada parcela da área experimental, onde foram posicionados papéis hidrossensíveis (76 x 26 mm) (HALLEY et al., 2008). Esses papéis foram colocados com a face superior para cima em três alturas para simular os estratos: inferior (0,2m) médio (0,5m) e superior (0,8m). Esses suportes foram alocados junto às plantas de soja, no centro da parcela. Posteriormente às aplicações, os cartões de papel hidrossensível foram coletados e armazenados em plástico filme de PVC para evitar a contaminação pela umidade relativa do ar. A caracterização da cobertura do fungicida foi realizada com uso de um scanner, onde procedeu-se a digitalização dos papéis hidrossensíveis (resolução espacial de 600 dpi não interpolados, com cores em 24 bits) e as imagens foram posteriormente processadas com o uso do programa Conta-Gotas® (CANTERI et al., 2001), específico para essa finalidade.

#### 7.4.6 COLETA DO MATERIAL (FOLHAS) E INOCULAÇÃO

No intervalo de um dia após a aplicação (DAA) e 7 DAA do fungicida, foram coletadas quatro repetições de oito folíolos de soja ( $n=32$  folíolos tratamento<sup>-1</sup>). As folhas foram dispostas em placas de petri contendo ágar água, onde foram inoculadas com ferrugem asiática e vedadas. O inóculo foi preparado utilizando folhas infectadas com ferrugem da soja, que são colocadas em água destilada com Tween 20 (1 gota/500ml). Para inoculação deste ensaio foi preparado 0,8 L de solução de esporos de ferrugem asiática da soja na concentração de 60.000 esporos/ml. A contagem foi feita em câmara de Neubauer utilizando 25 ml da solução de esporos. A inoculação da solução de esporos foi feita de maneira homogênea com um borrifador/spray. As placas foram acondicionadas em câmaras BOD com temperatura variando entre 24 a 25°C, com umidade relativa de 80 – 90%.

Posteriormente a inoculação foram realizadas avaliações de severidade (%) da ferrugem nas folhas aos 10 e 17 DAI (dias após a inoculação) para cada coleta.

#### 7.4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade de Lilliefors e Bartlett e a homogeneidade das variâncias, para verificar se atendiam aos

pressupostos da estatística paramétrica. A partir disso, realizou-se a análise de variância (ANOVA) para os dados que atendiam a estatística paramétrica e por LSD para os dados não paramétricos. As médias dos tratamentos foram comparadas por teste de Tukey e a diferença foi considerada significativa quando  $p \leq 0,05$ .

## 7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na apresentação dos resultados, os dados referentes aos tratamentos sem aplicação (testemunha) apresentaram porcentagem de severidade significativamente maior que os demais tratamentos. Não houve interação entre a taxa e velocidade de aplicação de fungicida e a altura do dossel das plantas de soja para o parâmetro de cobertura foliar ( $p > 0,05$ ) (Tabela 19). De modo geral, o terço superior da planta de soja apresentou maior cobertura, seguido pelo terço médio e terço inferior, independente da taxa e velocidade de aplicação (Tabela 19). Dessa maneira, optou-se por fazer a análise para cada terço separadamente.

Com o aumento da taxa de aplicação e, principalmente, diminuição da velocidade de pulverização, fica nítido o aumento da porcentagem de cobertura em cada terço (Tabela 19). Quanto maior a taxa de aplicação e menor a velocidade maior é a tendência de penetração das gotas no dossel das culturas e aumento no percentual de cobertura sobre o alvo aplicado. Esta característica baseia-se no fato do maior número de gotas pulverizadas, o que aumenta a probabilidade de interceptação sobre o alvo. Este fato pode ser evidenciado matematicamente pela equação de Coursee, que estabelece a cobertura teórica de uma pulverização (MATUO et al., 2006). Resultados semelhantes foram relatados por Prado et al. (2010) e Christovan et al. (2010) ao avaliar o depósito de fungicida na cultura da soja, ou seja, o aumento da taxa de aplicação ou a diminuição da velocidade, de formas isoladas ou em conjunto, não foram capazes de propiciarem a penetração da calda até os níveis intermediários e baixeiros do dossel das plantas de soja. Porém, vemos uma relação direta entre taxa de aplicação e menor velocidade com a porcentagem de cobertura. A mesma resposta foi evidenciada em trabalho de Cunha et. Al. (2011), em dosséis de soja, e Silva (2009), trabalhando com aplicação na cultura do arroz.

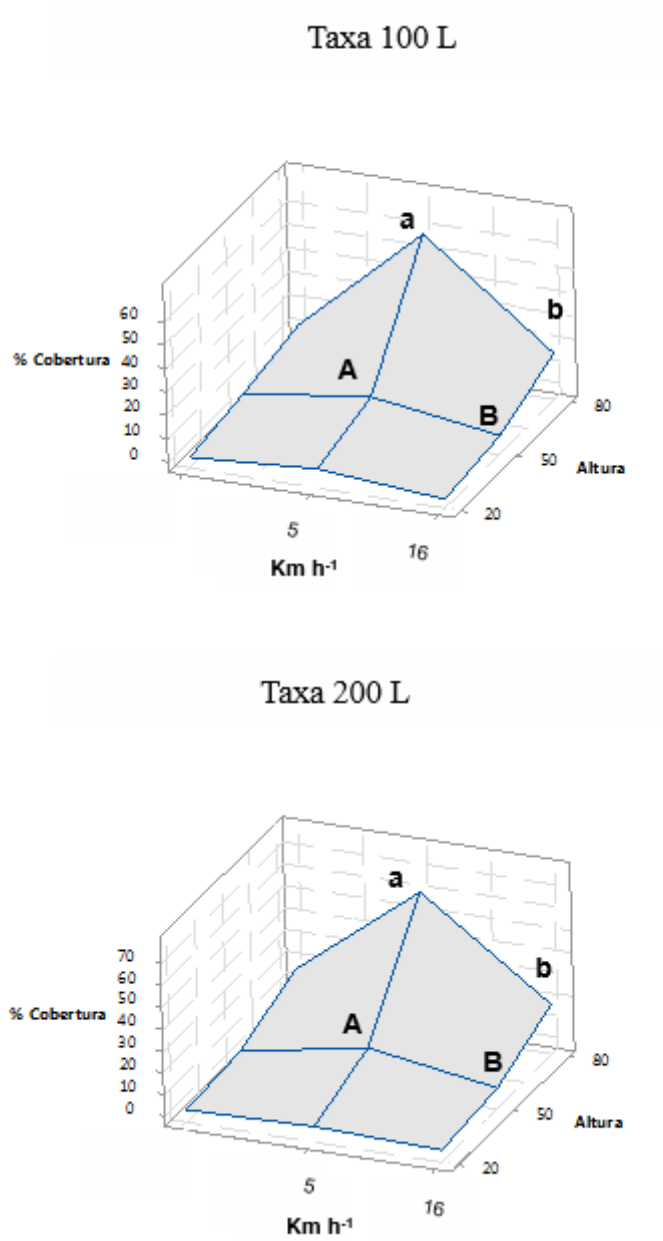
Ao analisar o terço inferior confirmou-se que, independentemente do momento das aplicações, a quantidade de produto que chega é sempre inferior estatisticamente, quando comparadas às porções mais acima do dossel da soja. Segundo Cunha et al. (2008), o uso de um menor volume de calda, aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores. Esta é uma prática com tendência crescente, a qual diminui os custos da

aplicação. Boller e Machry (2007) e Raetano e Bauer (2003), enfatizam a necessidade de redução na taxa de aplicação.

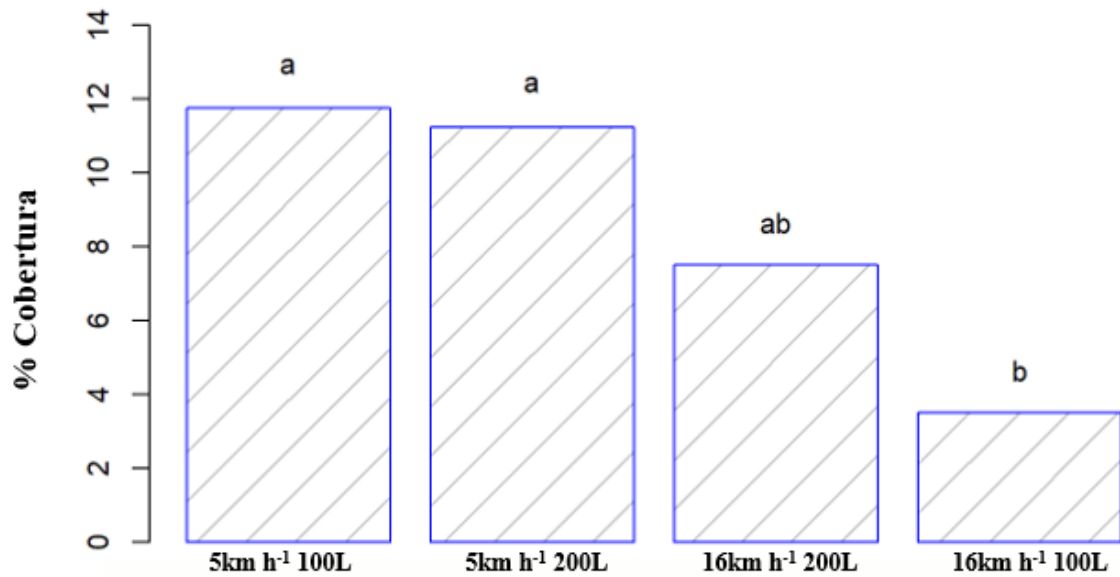
**Tabela 19.** Estimativa de cobertura foliar (%) de Protioconazole+Trifloxistrobina (17,5+15% SC) com uso de papéis hidrossensíveis em diferentes estratos de um suporte PVC no estágio fenológico R4 da soja. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina no estágio R4		
Cobertura Foliar (%)		
Terço	Modalidade de Aplicação	
Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(108 a 110 L.ha <sup>-1</sup> )****	69,3 aA*	15,8 aB
(199 a 216 L.ha <sup>-1</sup> )	72,8 aA**	18,0 aB
CV%	3,48	
Terço	Modalidade de Aplicação	
Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(108 a 110 L.ha <sup>-1</sup> )	11,8 aA*	4,0 aB
(199 a 216 L.ha <sup>-1</sup> )	13,8 aA**	4,5 aB
CV%	9,43	
Terço	Modalidade de Aplicação	
Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	4,3 a***	0,0 b
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	2,5 a	1,0 ab
CV%	35,15	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*\*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.



**Figura 8.** Superfície de Porcentagem de Cobertura x Altura no dossel x Velocidade de aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina (17,5+15% SC) com uso de papéis hidrossensíveis em soja. Paulinia/SP, 2016.



**Figura 9.** Gráfico da Porcentagem de Cobertura x Taxa/Velocidade – Terço Inferior em aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina (17,5+15% SC) com uso de papéis hidrossensíveis em soja. Paulinia/SP, 2016.

O presente trabalho destaca que redução na taxa de aplicação deve estar sempre associado à redução de velocidade na pulverização para garantir boa % cobertura no dossel das plantas de soja. Segundo Cunha et al. (2003), exige-se cada vez mais do produtor rural a utilização correta e criteriosa desses insumos. Entretanto, o que se observa no campo é a falta de informação a respeito da tecnologia de aplicação. As aplicações podem, muitas vezes, produzirem o efeito desejado, porém de forma ineficiente, porque não se utilizou a técnica ou equipamento mais adequado, o que poderia implicar no uso de menor quantidade de ingrediente ativo.

Assim, em razão das diferenças de porcentagem de cobertura encontradas em cada terço do dossel da soja, a fim de analisar os parâmetros de eficácia no controle da ferrugem da soja oriundos da exposição ao fungicida, verificou-se que as folhas coletadas do baixeiro apresentaram maiores severidades da doença, independente da tecnologia empregada (Tabela 20). No entanto, quando analisamos cada terço separadamente, fica evidente que as maiores taxas aplicadas (199 L.ha<sup>-1</sup>) em menores velocidades (5km h<sup>-1</sup>) apresentaram os melhores resultados de controle da ferrugem asiática da soja. Para as folhas coletadas 1DAA (dias após aplicação) na avaliação aos 10 DAI (dias após inoculação) verificamos ausência de sintoma no terço superior, local de maior deposição do fungicida (Tabela 20). Nas avaliações para o terço médio verifica-se ocorrência de severidade da ferrugem com diferença

significativa entre os tratamentos. O resultado mostra claramente a velocidade de aplicação como um fator determinante para garantia de eficácia nas pulverizações de fungicidas, ou seja, a menor velocidade de  $5 \text{ km h}^{-1}$  foi significativamente superior em controle quando comparadas as aplicações a  $16 \text{ km h}^{-1}$ , independente da taxa de aplicação ( $108$  a  $110$  e  $199$  a  $216 \text{ L ha}^{-1}$ ) empregadas. Já no terço inferior, em função da maior dificuldade do produto atingir o alvo, os dados mostram novamente a importância da redução da velocidade de aplicação para garantir eficácia e, nesse caso extremo, o aumento da taxa para  $199$  a  $216 \text{ L ha}^{-1}$  foi significativo, proporcionando o melhor controle da ferrugem. Outros estudos mencionaram que a cobertura do dossel da soja, proporcionada pela aplicação de fungicida, em geral é baixa, principalmente na parte inferior, resultando em controle ineficiente (CUNHA et al. 2008). Dessa forma, todo o ajuste que possibilite maior penetração dos fungicidas deve ser levado em consideração no momento das aplicações. Outros estudos com relação aos volumes de calda, foram avaliados desde  $115$  até  $250 \text{ L ha}^{-1}$ , mostraram que o volume de  $160 \text{ L ha}^{-1}$  permitiu maior uniformidade de deposição de calda ao longo do dossel, do que  $130 \text{ L ha}^{-1}$  (CUNHA et al., 2006).

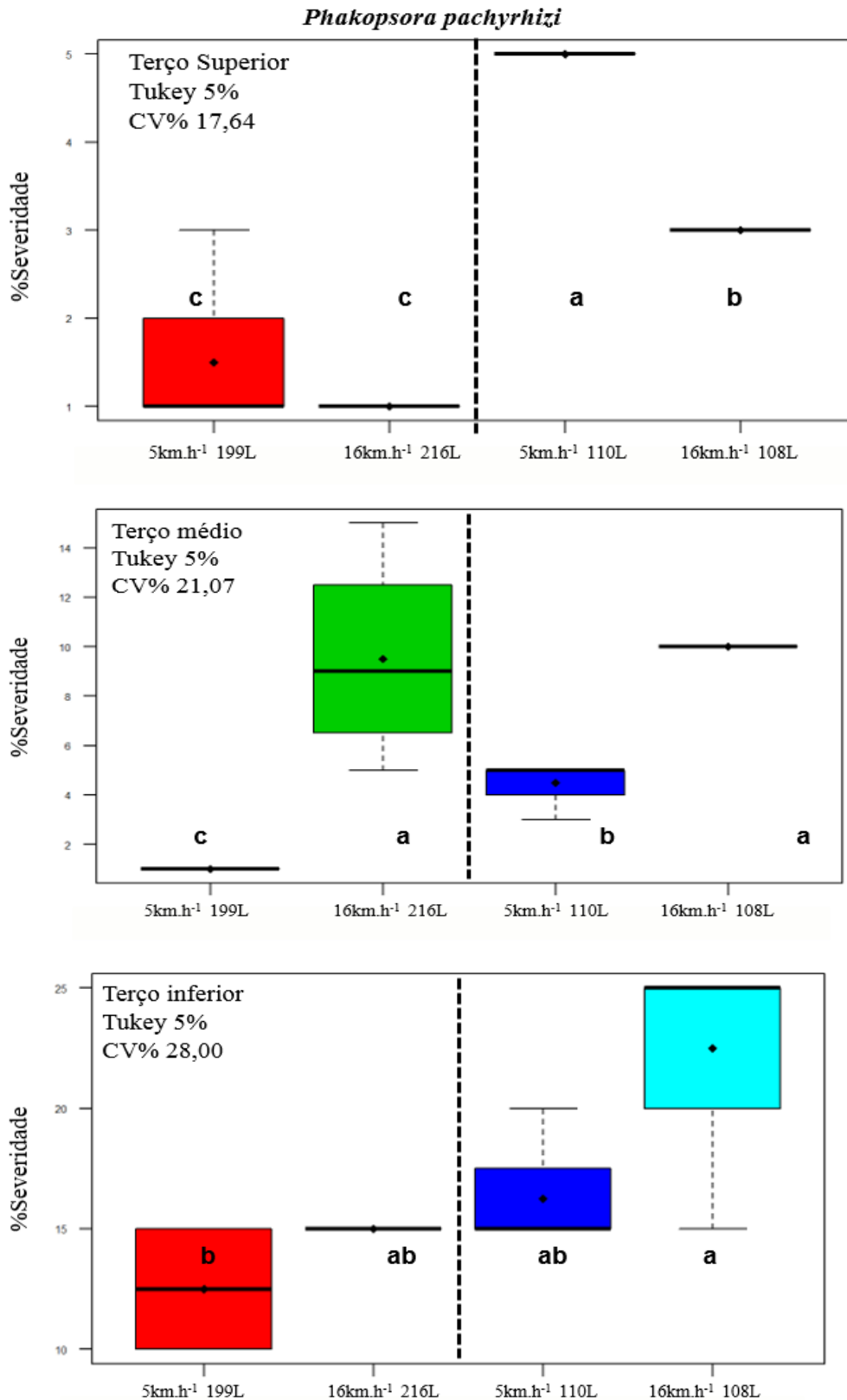
Nas avaliações aos 17 DAI das folhas coletadas 1 DAA, constata-se presença de sintomas da ferrugem já no terço superior e o melhor controle foi para os tratamentos com as taxas de  $199$  a  $216 \text{ L ha}^{-1}$ . Portanto, para o terço superior a velocidade de pulverização não foi determinante para melhor ou pior controle da ferrugem. Para o terço médio, com o aumento do índice de enfolhamento e, conseqüentemente, maior barreira para a chegada do fungicida a associação dos fatores menor velocidade ( $5 \text{ km h}^{-1}$ ) às maiores taxas ( $199$  a  $216 \text{ L ha}^{-1}$ ) voltam a ser significantes, possibilitando menor quantidade de doença. A mesma tendência é verificada para as avaliações do terço inferior (Tabela 20).

Assim, à medida que a planta cresce e aumenta o índice de enfolhamento, devem-se efetuar ajustes necessários nos demais fatores. Normalmente, esse ajuste se faz através do aumento do volume de aplicação (MATUO, 1990). No entanto, para obter a máxima eficiência do produto fitossanitário com o menor volume de calda possível, o que é uma variável de grande importância no momento da pulverização (RAETANO, 2011), a redução do volume de calda requer, porém, um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo (CUNHA et al., 2005).

**Tabela 20.** Severidade da ferrugem asiática (%) ocasionada por *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes terços da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina em folhas coletadas 1DAA. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina no estádio R4			Aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina no estádio R4		
Severidade (%) de ferrugem aos 10DAI			Severidade (%) de ferrugem aos 17DAI		
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )**	0,0 a*	0,0 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	5,0 a	3,0 b
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,0 a	0,0 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	1,5, c	1,0 c
CV%	---		CV%	17,64	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	0,8 b	6,0 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	4,5 b	10,0 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,8 b	8,3 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	1,0 c	9,5 a
CV%	30,78		CV%	21,07	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	11,3 b	22,5 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	16,3 ab	22,5 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	8,0 b	10,0 b	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	12,5 b	15,0 b
CV%	23,69		CV%	28,00	
Testemunha	20,0		Testemunha	21,3	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.



**Figura 10.** Gráfico de Intervalos da Severidade da ferrugem asiática (%) aos 17DAI ocasionada por *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina em folhas coletadas 1DAA. Paulinia/SP, 2016.

Boller e Raetano (2011), discutindo sobre a dinâmica das gotas de pulverização produzidas por autopropelidos sob a influência de alta velocidade, comentam que a camada de ar existente entre a barra do pulverizador e a cultura alvo exerce efeito de freio opondo-se à velocidade de descida de gotas finas, facilitando a evaporação e deriva.

Para verificação da influência da tecnologia de aplicação sobre o período residual do produto, foi realizada inoculação da ferrugem em folhas coletadas aos 7 DAA (Tabela 21). Nesse caso na avaliação aos 10 DAI, para os terços médio e inferior, ficou evidente que nas menores velocidades ( $5 \text{ km h}^{-1}$ ) na maior taxa ( $200 \text{ L ha}^{-1}$ ) onde ocorreram os maiores depósitos, obtivemos o melhor controle com maior período residual do produto. Para o terço superior, em função da homogeneidade de cobertura para todos os tratamentos não verificou-se diferença significativa. Já nas avaliações aos 17 DAI (Tabela 21), o efeito taxa de aplicação mostrou-se significativo para o terço superior, determinando melhor performance nos tratamentos aplicados com  $200 \text{ L ha}^{-1}$ . Para o terço médio a associação taxa e velocidade foi significativa, sendo os melhores tratamentos com as taxas de  $200 \text{ L ha}^{-1}$  aplicados na velocidade de  $5 \text{ km h}^{-1}$ . Para o terço inferior, em função da baixa deposição, todos os tratamentos apresentaram grande quantidade de doença, ou seja, perda antecipada no residual do produto.

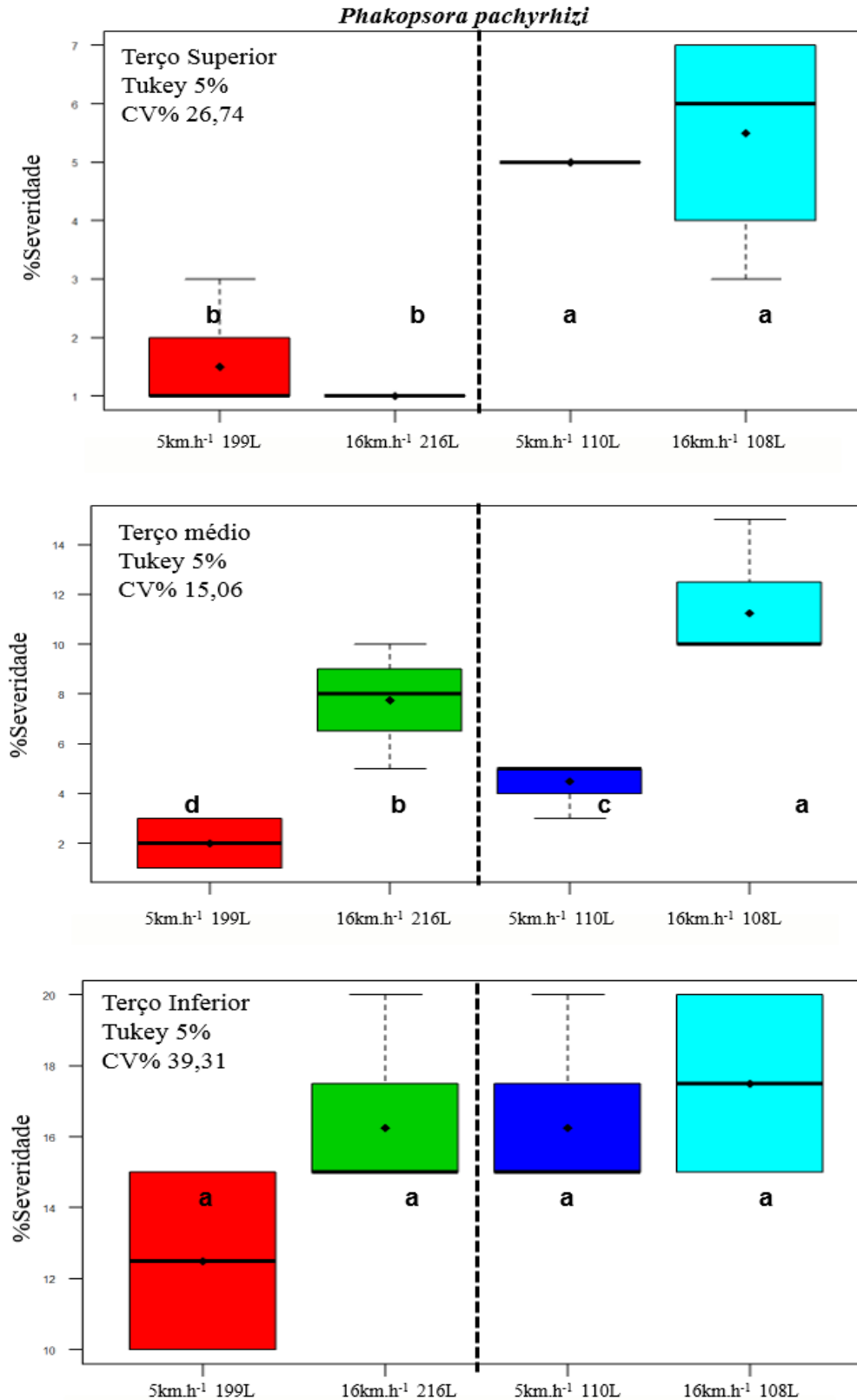
Embora os fungicidas atualmente utilizados sejam eficientes, o controle da doença, muitas vezes, não tem sido satisfatório, e uma das razões se deve ao fato de o produto ser aplicado de forma inadequada (SANTOS et al., 2007). A aplicação de produtos fitossanitários é uma atividade complexa e somente apresenta bons resultados quando segue os princípios técnicos corretos e adequados (BOLLER, 2007). Existe uma falsa suposição de que a tecnologia de aplicação dos fungicidas sistêmicos não é importante quando comparado aos fungicidas protetores, pois os fungicidas sistêmicos penetram e translocam na superfície foliar não necessitando de uma boa cobertura e de menos quantidade de depósitos.

Dessa forma, esse estudo evidencia a necessidade de ajustar a tecnologia de aplicação para cada necessidade. Penalizar a eficiência operacional muitas vezes faz-se necessário para garantir a eficácia dos produtos aplicados. Esse fato, por si só, reforça o valor da tecnologia de aplicação: que ela seja capaz de fazer com que esses produtos tenham penetração adequada no dossel das plantas (AZEVEDO, 2007).

**Tabela 21.** Severidade da ferrugem asiática (%) ocasionada por *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina em folhas coletadas 7DAA. Paulínia/SP, 2016.

Aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina no estádio R4			Aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina no estádio R4		
Severidade (%) de ferrugem aos 10DAI			Severidade (%) de ferrugem aos 17DAI		
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Superior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )**	1,3 ab*	3,0 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	5,0 a	5,5 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	0,5 b	0,3 b	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	1,5 b	1,0 b
CV%	33,39		CV%	26,74	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Médio	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	5,8 ab	7,3 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	4,5 c	11,3 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	2,3 b	7,0 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	2,0 d	7,8 b
CV%	36,49		CV%	15,06	
Terço	Modalidade de Aplicação		Terço	Modalidade de Aplicação	
Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>	Inferior	5 km.h <sup>-1</sup>	16 km.h <sup>-1</sup>
(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	9,0 a	10,0 a	(110/108 L.ha <sup>-1</sup> )	16,3 a	17,5 a
(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	9,5a	10,0 a	(199/216 L.ha <sup>-1</sup> )	12,5 a	16,3 a
CV%	39,21		CV%	39,31	
Testemunha	12,5		Testemunha	20,0	

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. \*\*110 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação com CO<sub>2</sub> e tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 108 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>. 199 L ha<sup>-1</sup> estão associados às modalidades de aplicação com CO<sub>2</sub> e tratorizado a 5 km.h<sup>-1</sup>. 216 L ha<sup>-1</sup> está associado à modalidade de aplicação tratorizado a 16 km.h<sup>-1</sup>.



**Figura 11.** Gráfico de Intervalos da Severidade da ferrugem asiática (%) aos 17DAI ocasionada por *Phakopsora pachyrhizi* em diferentes estratos da planta de soja com diferentes taxas e velocidades de aplicação de Protioconazole+Trifloxistrobina em folhas coletadas 7DAA. Paulínia/SP, 2016.

Visto que a doença se inicia pelas folhas do terço inferior das plantas, em função do microclima mais favorável para seu desenvolvimento, é de grande valia empregar o fungicida nas folhas dessa parte da planta, pois as chances de sucesso de controle dessa doença serão maiores. Na seleção da melhor estratégia de pulverização para o controle da ferrugem, são necessários conhecimentos do fungicida e de equipamentos apropriados, particularmente das pontas de pulverização, momento correto de aplicação, bem como o monitoramento da acurácia na aplicação da dosagem previamente estabelecida (OZKAN, 2005).

O uso de adjuvantes pode melhorar o nível de molhamento, o qual é dependente das características das superfícies foliares. IOST e RAETANO (2010), também verificaram maior molhamento para caldas com menores tensões superficiais e ângulos de contato. Outro ponto relevante é o conhecimento de como os produtos se movimentam nas plantas da cultura após a aplicação e absorção. No mercado atual, a maioria dos produtos apresenta movimentação no sentido da base para topo de cada folha, com mínima chance de movimentação no sentido contrário e sem a possibilidade de translocação de uma folha para outra (ANTUNIASSI, 2009). Segundo Boller e Raetano (2011), algumas pontas de pulverização com indução de ar atualmente disponibilizadas permitem variar a pressão entre 200 e 1000 kPa, o que lhes confere uma ampla variação na vazão. Porém os autores alertam a necessidade de ter cuidado neste aspecto, uma vez que a variação da pressão pode ser uma ferramenta para obter a taxa de aplicação desejada, porém, ao mesmo tempo influenciar a qualidade da pulverização. Gabriel e Baio (2013), relatam que o tamanho das gotas influencia na capacidade da pulverização cobrir o alvo e penetrar no dossel da cultura, pois gotas menores proporcionam melhor cobertura bem como propiciam maior capacidade de penetração, entretanto, podem estar mais suscetíveis à evaporação e aos processos de deriva.

O uso de agrotóxicos tem contribuído para redução dos custos, aumento na produção e qualidade dos produtos agrícolas. Mas para que isto ocorra é necessário que sejam aplicados de maneira racional, dentro do contexto mais amplo de manejo integrado, evitando-se assim, a contaminação do solo e da água, os danos à saúde humana e animal e o surgimento de pragas, plantas e patógenos resistentes (CUNHA et al., 2003).

## 7.6 CONCLUSÃO

A maior cobertura foliar pelo fungicida Protioconazole+Trifloxistrobina (17,5+15% SC) (Fox®) encontra-se no terço superior do dossel, independente da taxa e velocidade de aplicação, refletindo em menores severidades da ferrugem asiática. Para os terços médio e inferior a associação da menor velocidade ( $5\text{km h}^{-1}$ ) e maior taxa de aplicação (aproximadamente  $200\text{ L.ha}^{-1}$ ), apresenta a melhor performance de controle da doença.

## 8 CONCLUSÕES GERAIS

Apesar dos avanços impressionantes da capacidade de investigação fitossanitária e fitotécnica, o que inclui melhor qualificação de profissionais, equipamentos modernos, acesso à literatura, intercâmbio de informações, participação em redes de pesquisa nacionais e internacionais, as necessidades de pesquisa básica e de desenvolvimento tecnológico continuam em pauta nos dias de hoje.

A agricultura é muito dinâmica e o desenvolvimento de novos produtos químicos está enfrentando um momento de escassez, devido, principalmente, ao maior rigor toxicológico humano e ambiental exigidos para o registro de uma nova molécula.

O desafio tem sido desenvolver fórmulas inovadoras de aplicação de conceitos de manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas que sejam consentâneas com a nova e dinâmica realidade de campo, o que inclui o predomínio das regiões tropicais para cultivo de soja, a sua integração em sistemas de produção mais complexos e com grande sobreposição de pragas comuns a diferentes culturas no mesmo sistema, e a grande extensão das lavouras. São frequentes lavouras nas quais observa-se um retorno aos níveis de uso intenso de agroquímicos de forma irracional. Essa situação é claramente insustentável e não pode persistir, sob pena de graves problemas ambientais e agronômicos, com eventuais desdobramentos de impactos negativos na saúde pública, no custo de produção e em barreiras à comercialização externa da soja brasileira.

Outro desafio importante é o entendimento das sinergias e antagonismos representados pelo conjunto de medidas fitossanitárias aplicadas nesse sistema, o que inclui o controle de outras pragas como plantas invasoras, nematoides e enfermidades de plantas. Por exemplo, a necessidade de uso de fungicidas em larga escala, para controle da ferrugem-da-soja, provocou um enorme impacto entre fungos que atuavam como importantes agentes de controle biológico de pragas, provocando a mudança de status de pragas secundárias para principais ou o surgimento de novas pragas. As misturas em tanque, envolvendo herbicidas e inseticidas ou fungicidas e inseticidas, em que a decisão do momento de aplicação é tomada com base na necessidade de controle de plantas invasoras ou fungos, além de ilegal, é uma ameaça constante à adoção do manejo integrado.

Apesar dos avanços na área de melhoramento genético e biotecnologia, na busca por cultivares resistentes às doenças e pragas, o uso de fungicidas e inseticidas, têm sido um dos instrumentos básicos e fundamentais para produzir soja no Brasil. No entanto, o modelo atual de produção da soja, sem a prática de rotação de cultura, uso intensivo de

máquinas e de produtos químicos, entre outros, tem contribuído para ocorrência de vários problemas agrônômicos, em especial, a redução na qualidade física, química e biológica do solo, sobrevivência e infestação de doenças, pragas e plantas daninhas, incluindo problemas de resistência dos agroquímicos em razão do uso inadequado. Diante deste cenário, mudanças no arranjo espacial das plantas visando facilitar o tratamento fitossanitário e não somente produtividade, associando-se a tecnologia de aplicação adequada a cada cultura e estágio fenológico das mesmas, podem melhorar o nível de penetração dos produtos no dossel das plantas, possibilitando um bom nível de eficiência de controle e, conseqüentemente, retardar o surgimento de biótipos resistentes.

## 9 REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, O. J. G. Avaliação da cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais. Tese de doutorado, 87f. Faculdade de Ciências Agrônômicas do Campus de Botucatu (UNESP), Botucatu-SP, 2000.
- ABI SAAB, O. J. G. Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizada em videiras no município de Londrina-PR. Dissertação de mestrado, 81f. Faculdade de Ciências Agrônômicas do Campus de Botucatu (UNESP), Botucatu-SP, 1996.
- AGROTOP. Düsen und Zubehör für den Pflanzenschutz: Produktkatalog 106. Obertraubling: Agrotop GmbH, 2008. 128p.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. de L.; ÁVILA, M. R.; SUZUKI, L. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. Rev. Bragantia, Campinas, v.67, n.4, p.865-873, 2008.
- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. (Ed.) Controle microbiano de insetos. São Paulo: Manole, p.73-126, 1986.
- ANESIADIS, T.; KARAOGLANIDIS, G.S.; TZAVELLA-KLONARI, K. Protective, curative and eradicator activity of the strobilurin fungicide azoxystrobin against *Cercospora beticola* and *Erysiphe betae*. Journal of Phytopathology, Berlin, v. 151, p. 647-651, 2003.
- ANTUNIASSI, U.R. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos na cultura da soja. Boletim de pesquisa de soja, 2009. Rondonópolis/MT: Fundação MT, n.13, p.299-315, 2009.
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem da soja. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005, Uberlândia. Coletânea. Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 193-219.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (eds). Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 145-184.
- ANKE, T. The antifungal strobilurins and their possible ecological role. Canadian Journal Botany, Ottawa, v.73, suppl. 1, p.940-945, 1995.
- ARRUÉ, A.; GUEDES, J. V. C.; STORCK, L.; SWAROWSKY, A.; CAGLIARI, D.; BURTET, L. M.; ARNEMANN, A. J. Precipitação artificial após aplicação do inseticida clorantniliprole associado com adjuvante em plantas de soja. Ciência Rural, v. 12, p. 2118-2123, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120211>>.
- 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. Circular Técnica 23. 2013, 12p.

AZEVEDO, L. A. S. Proteção integrada de plantas com fungicidas. 1. ed. São Paulo: [s.n], 2001.

AZEVEDO, L. A. S. Fungicidas sistêmicos – teoria e pratica. 1.ed. Campinas: EMOPI, 2007. 283p.

BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; FONSECA, I. C. B. S.; GONZAGA, C.; SASAKI, E. H. Pulverização em alvos artificiais: avaliação com o uso do software conta-gotas. *Ciência Rural*, v. 35, n.4, p.916-919 2005.

BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SILVA, C. G. Deposição de três pontas de pulverização em diferentes horários. In: Simpósio Internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos, 3. 2004., Botucatu. Anais... Botucatu: FEPAF, 2004, p.96-99, 1 CD-Rom.

BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SILVA, C. G.; do RIO, A. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n. 2, p. 293-298, 2008.

BARTLETT, D. W.; CLOUGH, J. M.; GODWIN, J. R.; HALL, A. A.; HAMER, M.; DOBRZANSKI, B. P. The strobilurin fungicides. *Pesticide Management Science*, v. 58, p.649-662, 2002.

BASTOS, C. S.; PEREIRA, M. J. B.; TAKIZAWA, E. K.; OHI, G.; AQUINO, V. R. Bicudo do algodeiro: identificação, biologia, amostragem e táticas de controle. *Circular Técnica 79*. Campina Grande-PB, 2005.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 275-284, 2004.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. *Scientia Agricola*, v.57, n.2, p.271-276, 2000.

BAYAT, A.; BOLAT, A.; SOYSAL, A. Performance of different types of spraying methods in second crop maize production. *Journal of Agricultural Machinery Science*, v.7, n.1, p. 53-59, 2011.

BAYAT, A.; BOZDOGAN, N. Y. An air-assisted spinning disc nozzle and its performance on spray deposition and reduction of drift potential. *Crop Protection*, Adana, v. 24, n. 11, p.951- 960, Jan. 2005.

BERGAMIM FILHO, A. AMORIM, L. Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico. 1996. São Paulo, Ceres. 289p.

BERNARDI, O. Avaliação do risco de resistência de lepidopteros-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.

BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ, p.1-18, 2000.

BLANCA, A. L. Maquinaria agrícola: constituição, funcionamento, regulação y cuidados. 3. ed. Madrid: Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação, 1999. 361 p.

BOLLER, W. Avanços tecnológicos em pontas de pulverização. Cuiabá, Mt: V SINTAG - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação, 2011. 19 p.

BOLLER, W.; RAETANO, C. G. Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulação e calibração de pulverizadores de barra. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (Org.) Tecnologia de aplicação para culturas anuais. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011, p. 51-80.

BOLLER, W.; MACHRY, M. Efeito da pressão de trabalho e de modelos de pontas de pulverização sobre a eficiência de herbicida de contato em soja. *Engenharia Agrícola*, v. 27, n.3, p. 722-727, 2007.

BOLLER, W. Resposta da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas em relação a concepção atmosférica visando o controle de doenças de plantas. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 30., Jaboticabal, 2007. Summa Phytopathologica. Botucatu, Grupo Paulista de Fitopatologia, v.33, n.1, supl., p.113-117, 2007.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In : MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). A soja no Brasil. Campinas : ITAL, p. 1-6, 1981.

BOSCHINI, L.; CONTIERO, R.L.; MACEDO JÚNIOR, E.K.; GUIMARÃES, V.F. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.30, n.2, p.171-175, 2008.

BUENO, A.F. et al. Assessment of a more conservative stink bug economic threshold for managing stink bugs in Brazilian soybean production. *Crop Protection*, v.71, s/n, p.132-137, 2015.

BUENO, A.F. et al. Economic thresholds in soybean-integrated pest management: old concepts, current adoption, and adequacy. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 42, n.5, p. 439-447, 2013a.

BUENO, M.R. et al. Deposição de calda na aplicação aérea e terrestre de fitossanitário na cultura da batata. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 33, n.6, p.1210-1222, 2013b.

BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Estudo do espectro de gotas produzidas nas pulverizações aérea e terrestre na cultura da batata. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, v. 54, n. 3, p. 225-234, 2011.

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

BRUGGER, K.E., P.G. COLE, I.C. NEWMAN, N. PARKER, B. SCHOLZ, P. SUVAGIA, G. WALKER & T.G HAMMOND. 2010. Selectivity of chlorantraniliprole to parasitoid wasps. *Pest. Manage. Sci.* 66: 1075-1081.

BRUSTOLIN, C.; BIANCO, R.; NEVES, P. M. O. J. Inseticidas em pré e pós-emergência do milho (*Zea mays* L.), associados ao tratamento de sementes, sobre *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemíptera: Pentatomidae). Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.10, n.3, p. 215-223, 2011.

BUCHHOLZ, A.; NAUEN, R. Translocation and translaminar bioavailability of two neonicotinoid insecticides after foliar application to cabbage and cotton. Pesticide Management Science, v. 58, p.10-16, 2001.

BUENO, A.; BATISTELA, M. J.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F.; NISHUKAWA, M.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; GARCIA, A.; CORBO, E.; SILVA, R. B. Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade. Nível de ação e o MIP – Soja. Londrina: Embrapa Soja. Circular Técnica 79, 2010, 12p.

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

BYRNE, F.; MORSE, J.; KRIEGER, R. Evaluation of Systemic Chemicals for the Management of Avocado Pests. California Avocado Commission, Production Research Report, 2009.

CAMARA da T. F. Desempenho operacional de uma máquina para preparo reduzido do solo. 2006. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP. Jaboticabal, SP, jul. 2006.

CAMPOS, H. B. N; FERREIRA, M. C.; COSTA, L. L.; DECARO JUNIOR, S. T.; LASMAR, O. Localized application of insecticide combined with fertilizer on corn controls *Spodoptera frugiperda* (Smith) and reduces spray drift. International Journal of Agricultural Research, 10 p., 2014.

CANTERI, M. G.; FURSTENBERGER, A. L. F.; GARCIA, L. C.; JUSTINO, A. Contagotas: sistema para análise de eficiência de pulverização. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 27., 2001. Piracicaba, SP. Anais... Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, 2001, p. 136.

CHAIM, A.; CASTRO, V. L. S. S.; CORRALES, F. M.; GALVÃO, J. A. H.; CABRAL, O. M. R.; NICOLELLA, G. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura de tomate. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.5, p.741-747, 1999.

CARDINALI, V. C. B. DIAS, A. C. R.; TORNISIELO, V. L.; MUELLER, V. L.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Absorção e translocação do herbicida glyphosate em biótipos e buva. In.: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2010, Ribeirão Preto-SP, 2010.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Manejo integrado de pragas. 2014. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/109670/1/Resultados-do-manejo-integrado-de-pragas-da-soja-na-safra-2013-14-no-Parana.pdf> . Acesso em: 11 dez. 2015.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI A. R. Percevejos da soja e seu manejo. Circ. Téc. EMBRAPA CNPSo, n.24, p.1-45, 1999.

COUTINHO, P.; CORDEIRO, C. M. A ponta de pulverização – cuidado na escolha. In: Encontro técnico Tecnologia de aplicação de agrotóxicos, 2003, Cascavel. Anais... Cascavel: Copavel/Coodetec/Bayer Crop Science, 2003. 122p

CHRISTOFOLETTI, J. C. Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle. São Paulo: Teejet South America, 1999. 15 p. (Boletim técnico, 4).

CUNHA, J. P. A. R. et al. deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, São Paulo, v. 31, n. 2, p.343-351, mar. 2011.

CUNHA, J.P.A.R.; SILVA JR, A.D.S. Volumes de calda e pontas de pulverização no controle químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do sorgo forrageiro. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.4, p.692-699, 2010.

CUNHA, J. P. A. R.; MOURA, E. A. C.; SILVA JÚNIOR, J. L.; ZAGO, F. A.; JULIATTI, F. C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.28, n.2, p.283-291, 2008.

CUNHA, J.P.A. R.; TEIXEIRA, M.M.; FERNANDES, H.C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, São Paulo, v. 27, n. , p.10-15, jan. 2007.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.5, p.1360-1366, 2006.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. Deposição e deriva da calda de fungicida aplicada em feijoeiro, em função do bico de pulverização e de volume de calda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.1, p.133-138, 2005.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicidas em feijoeiro. *Ciência Rural*. v. 35, n. 5, Santa Maria, Set./Out. 2005. P. 1069-1074.

CUNHA, J.P.A.R. et al. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. *Planta Daninha*, Viçosa, v.21, n.2, p. 325-332, 2003.

CUNHA, J. P. A. R.; PERES, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no controle químico de ferrugem asiática da soja. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P.; WEST, S.A. Learning in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): a new look at the behavior and control of a polyphagous pest. *Bulletin of Entomological Research*, v. 89, n. 3, p. 201-207, 1999.

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

DEGRANDE, P. E; VIVIAN, L. M. Pragas da soja. 2010. Disponível em: [http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/21/21/5385dc2c47c064f727a0d39a094cf2b093463e25dcf50\\_08-pragas-da-soja\\_432333550.pdf](http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/21/21/5385dc2c47c064f727a0d39a094cf2b093463e25dcf50_08-pragas-da-soja_432333550.pdf) . Acesso em: 22 nov. 2015.

DUARTE, R. N. Eficácia de fungicidas no controle da ferrugem da soja. 2004. Monografia (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Rio Verde, Rio Verde.

DUFFIELD, S.J.; CHAPPLE, D.G. Within-plant distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs on irrigated soybean. *Australian Journal of Entomology*, v.40, s/n, p.151–157, 2001

DUPONT™ CORAGEN® . 2014. Disponível em: <http://www2.dupont.com>, acessado em janeiro de 2014.

DURÃO, C.F; BOLLER, W. Desempenho de pontas de pulverização em aplicações de fungicida para o controle de ferrugem asiática da soja. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.37, n.4, 2017.

EASTON, G. D. Timing and root absorption affecting efficiency of metalaxyl in controlling *Phytophthora infestans* on Potato in Northwestern Washington State. *Plant Disease*, v.69, n.6, 1985.

EMMANOUIL, R.; CHRISTINA, S.; MARIANNA, S.; MARTÍNEZ-AGUIRRE, M. D. R.; GARCÍA-VIDAL, L.; BIELZA, P.; HADDI, K.; RAPISARDA, C.; RISON, J.; BASSI, A.; TEIXEIRA, L. A. Determination of baseline susceptibility of European populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) to indoxacarb and chlorantraniliprole using a novel dip bioassay method. *Pest Management Science*, v. 69, n. 2, p. 217-227, 2013.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja. Londrina, Embrapa Soja, 2012. Disponível em: [www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf). Acesso em 13 out. 2012.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013. Sistemas de Produção. Londrina, Embrapa Soja, 2011, 261p.

EMBRAPA SOJA. Tecnologias de produção de soja Paraná 2007. 1 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-CNPS, 1999.

EHR, R.J.; KEMMITT, G. Periodic Table of the fungicides. Indianapolis: Dow Agrosciences, 2002, pag 18.

FARINHA, J.V. et al. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.6, p.1.738-1.744, 2009.

FEHR, W.R. et al. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science*, v.11, s/n, p.929-931, 1971.

FERGUSON, J.C. et al. Assessing the deposition and canopy penetration of nozzles with different spray qualities in an oat (*Avena sativa* L.) canopy. *Crop Protection*, s/n, v.81, p.14-19, 2016.

FORCELINI, C. A.; BOLLER, W.; CAUS, D. C.; TOREZAN, A. Definição da dose de um fungicida considerado o volume de calda em soja. *Anais... IV Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos*. Ribeirão Preto-SP, 2008.

FORSTER, W. A.; ZABKIEWICZ, J. A.; RIEDERE, M. Mechanisms of cuticular uptake of xenobiotics into living plants: 1. Influence of xenobiotic dose on the uptake of three model compounds applied in the absence and presence of surfactants into *Chenopodium album*, *Hedera helix* and *Stephanotis floribunda* leaves. *Pesticide Management Science*, v.60, p.1105-1113, 2004.

FOX, R. D.; SALYANI, M.; COOPER, J. A.; BRAZEE, R. D. Spot Size Comparisons on Oil- and Water-Sensitive Paper ASAE, v.17, n.2, p. 131-136, 2001.

GABRIEL, R. R. F.; BAIO, F. H. R. Interação entre pressão e tamanho de gota por instrumentação eletrônica em pulverizador pressurizado por CO<sub>2</sub>. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 2, p. 164-169, abr./jun. 2013.

GADANHA JUNIOR, C. D.; ZAIDAN, S. E. Avaliação dos padrões de distribuição radial de bico de pulverização de jato cônico cheio. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. *Anais... Botucatu: FEPAF*, 2004. 267 p

GARCÉS-FIALLOS, R. A ferrugem-asiática-da-soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow. *Ciencia y Tecnologia*, v. 2, p. 45-60, 2011.

GARCERÁ, C.; MOLTÓ, E.; CHUECA, E. Factors influencing the efficacy of two organophosphate insecticides in controlling California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell). A basis for reducing spray application volume in Mediterranean conditions. *Pest Management Science*, v.70, s/n, p. 28-38, 2014.

GIMENES, M.J. Effects of spray nozzles and spray volume on *Spodoptera frugiperda* management and narrow row corn performance. *International Journal of Agricultural Research*, v.7, n.3, p.134-143, 2012.

GODOY, C.V. et al. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2013/14. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 7 p.

GONÇALVES, G. Informativo Sementes Brejeiro. Morro Agudo-SP. Ano V-nº17.15p. Fev/Março, 2004.

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

GUEDES, J. V. C.; MAZIERO, H. Tecnologia de aplicação de inseticidas. In.: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação para culturas anuais. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011, 279p.

HALLEY, S.S.; HOFMAN, V.; PANIGRAHI, S.; GU, H. Fungicide deposition measurement by spray volume, drop size and sprayer system in cereal grains. *Applied Engineering in Agriculture*, St. Joseph, v.24, n.1, p.15-21, 2008.

HEIFFIG, L.S.; Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. *Bragantia*, Campinas, v.65, n.2, p.285-295, 2006.

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

HEWITT, A. J. Spray drift: impact of requirements to protect the environment. *Crop Protection*, v. 19, n. 08, p. 623-627, 2000.

HOLTZ, V. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 8, p. 1371-1376, 2014.

IGARASHI, S.; BALAN, M. G. Ferrugem da soja. *Plantio direto do Vale, Vale do Paranapanema*, v.1, p. 1-8, 16 ago. 2004.

IORIATTI C., G. ANFORA, G. ANGELI, V. MAZZONI & F. TRONA. 2009. Effects of chlorantraniliprole on eggs and larvae of *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae). *Pest. Manage. Sci.* 65: 717-722.

IOST, C. A. R.; RAETANO, C. G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. *Engenharia. Agrícola*, v.30, n.4, p.670-680, 2010.

ISHAAYA, I.; HOROWITZ, A. R. An overview. In: ISHAAYA, I.; DEGHEELE, D. *Insecticides with novel modes of action – Mechanisms and applications*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 289p. 1998

JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C. *Manejo integrado de doenças na cultura da soja*. 1. ed. Uberlândia: [s.n], 2004.

KIIHL, R. A. S.; GARCIA, A. The use of the long-juvenile trait in breeding soybean cultivars. In: *WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE*, 4., p. 994-1000, 1989.

LAHM, G.P., T.M. STEVENSON, T.P. SELBY, J.H. FREUDENBERGER, D. CORDOVA, L. FLEXNER, C.A. BELLIN, C.M. DUBAS, B.K. SMITH, K.A. HUGHES, J.G. HOLLINGSHAUS, C.E. CLARK & E.A. BENNER. 2007. Rynaxypyr: A new insecticidal anthranilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 17: 6274–6279.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro. Londrina: *Embrapa Soja*, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319).

LENZ, G.; BALARDIN, R. S.; MINUZZI, S. G.; TORMEN, N. R.; MARQUES, L. N. Espectro de gotas e idade de trifólios na taxa de absorção e efeito residual de fungicidas em soja. *Ciência Rural*, v.41, n.10, 2011.

LICHTNER, F.T. Amitrole Absorption by Bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv 'Red Kidney') Roots. *Plant Physiology*, v.71, p.307-312, 1983.

LOST, C. A. R. et al. Avaliação de volumes de calda proporcionados por diferentes pontas de pulverização no controle de *Tuta absoluta* (Meirick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomate rasteiro. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.30, supl., p. 619-624, 2008.

McCANN, S. F.; ANNIS, G. D.; SHAPIRO, R.; PIOTROWSKI, D. W.; LAWHM, G. P.; LONG, J. K.; LEE, K. C.; HUGHES, M. M.; MYERS, B. J.; GRISWOLD, S. M. The discovery of indoxacarb:oxadiazines as a new class of pyrazoline-type insecticides. *Pest management Science*, v. 57, p. 153-164, 2001.

McKINLEY, N.; KIJIMA, S.; COOK, G.; SHERROD, D.; PROTECTION, D.C. Avaunt (Indoxacarb): a new mode of action insecticide for control of several key orchard pests. *Orchard Pest & Disease Management Conference*, p. 9-11, 2002.

MADALOSSO, M. G. et al. Cultivares, espaçamento entrelinhas e programas de aplicação de fungicidas no controle de *Phakopsora pachyrhizi* Sidow em soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.10, n.40, p.2256- 2261, 2010.

MARTIN, M. L. S.; SORIANO, A. P.; PIEDRA, A. P. Aplicacion de productos fitossanitários. In: PIEDRA, Andrés Porrás. *Maquinaria para cultivo*. Agrícola Espanola, Madrid, 2000, 141p.

MATHEWS, G. H. *Pesticides application methods*. London: Longman, 1979. 336p.

MATTHEWS, G. A. Developments in application technology. *Environmentalist*, v.28, p.19-24, 2008.

MATTHEWS, G. A. *Pesticide application methods*. London: Blackwell, 2000. 448 p.

MATUO, T.; PIO, L. C.; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. Tecnologia de aplicação de defensivos e equipamentos de aplicação. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV; 2006. (ABEAS. Curso Proteção de Plantas. Módulo 2.)

MATUO, T. *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal, Funep, 1990. 130 p.

MAZIERO, H. Estudo de tecnologia de aplicação e inseticida para o controle de percevejos fitófagos na cultura da soja. 2006. 34f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MICHAUD, J. P.; GRANT, A. K.; IPM-compatibility of foliar insecticides for citrus: indices derived from toxicity to beneficial insects from four orders. *Journal of Insect Science*, v. 3, p. 1-10, 2003.

MIRANDA, L. L. D.; COELHO, A. L.; FERREIRA, J. M. G. Influência da época de aplicação de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (hemiptera: Cercopidae), na qualidade e na produtividade da cana-de-açúcar. *Neotropical Entomology*, v.33, n.1, p.91-98, 2004.

MOKEBA, M. L. et al. Simulating the dynamics of spray droplets in the atmosphere using ballistic and random-walk models combined. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, v. 68, n. 4, p. 923-933, 1997.

MORSE, S.; BUHLER, W. *Integrated Pest Management. Ideals and realities in developing countries*. London, Lynne Rienner Publishers. 1997.

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.

MOURA, B. Deposição de fungicida em cultivares de soja com diferentes hábitos de crescimento, controle e sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas. 2015. 137 f. *Dissertação* (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.

NETO, A. L. V. Tecnologia de aplicação de inseticida no controle da lagarta-falsa-medideira na cultura da soja. Dourados-MS : UFGD, 2013. 54 f.

NORTON, G. A.; MUMFORD, J. D. *Decision tools for pest management*. Wallingford, CAB International.1993.

NUYTTENS, D. et al. Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 1: Meteorological conditions. *Aspects Appl. Biol.*, v. 77, p. 321-329, 2006b.

OLIVEIRA, A. R.; BOLLER, W; FORCELINI, C. A.; BLUM, R.; LOPES, A. Fungicidas, doses e volume de calda no controle da ferrugem da folha da aveia (*Puccinia coronata* f. sp. avenae). *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.27, n.esp., p.48-55, jan. 2007.

OLIVEIRA, G. M. Momentos, doses e taxas de aplicação de fungicida no controle da ferrugem da folha (*Puccinia triticina*) e mancha amarela (*Pyrenophora tritici repentis*) do trigo. 2011. 55f. *Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina*, 2011.

OZKAN, E. Best spraying strategies to fight against Soybean Rust. 2005. Disponível em: [http://www.jacto.com/soybean\\_rust.html](http://www.jacto.com/soybean_rust.html). Acesso em: 09. 2006

OZKAN, H. E. Reduzindo a Deriva nas Pulverizações. Boletim 816-00 - Departamento de Alimentação, Agricultura e Engenharia Biológica. Universidade de Ohio - USA . [http://www.e-sprinkle.com.br/br/includes/downloads/Artigos/Como\\_Reduzir\\_a\\_Deriva.doc](http://www.e-sprinkle.com.br/br/includes/downloads/Artigos/Como_Reduzir_a_Deriva.doc). Acessado em 25/10/2005.

PALLADINI, L.A.; RAETANO, C.G.; VELINI, E.D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Scientia Agricola, Piracicaba-SP*, v.62, n.5, p.440-445,2005.

PANIZZI, A.R. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. *Netropical Entomology, Londrina*, v.42, n.2, p. 119-127, 2013.

PANIZZI, A.R.; CORRÊA, B.S.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. de; NEWMAN, G.G.; TURNIPSEED, S.G. Insetos da soja no Brasil. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1977. 20 p. (EMBRAPA-CNPSO. Boletim Técnico, 1).

PAPA, G.; CELOTO, F. J. Lagartas na soja. 2007. Disponível em: <<http://www.ilhasolteira.com.br/colunas/index.php?acao=verartigo&idartigo=1189090532>>. Acesso em: 27 jan. 2016.

PANIZZI, A. R. O Manejo integrado de pragas (MIP) em soja e o compromisso com o meio ambiente. In: CONGRESSO DE SOJA DEL MERCOSUR. Mercosoja 2006: conferências plenárias, foros, workshops. Rosário: Asociación de la Cadena de Soja Argentina, p. 144-149, 2006.

PESSOA, M.C.P.Y.; CHAIM, A. Programa Computacional para Estimativa de Uniformidade de Gotas de Herbicidas Aplicados por Pulverização Aérea. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.34, n.1, p. 45-56, jan. 1999

PETTER, F.A.; PROCOPIO, S.O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BARROSO, A.L.L.; PACHECO, L.P.; BUENO, A.F. Associações entre o herbicida glyphosate e inseticidas na cultura da soja roundup ready. Planta Daninha, Viçosa-MG, v.25, n. 2, p. 389-398, 2007.

RAETANO, C. G. Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASI, U. R.; BOLLER, W. (Org.) Tecnologia de aplicação para culturas anuais. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011, p. 15 - 26.

RAETANO, C. G. Assistência de ar e outros métodos de aplicação a baixo volume em culturas de baixo fuste: a soja como modelo. Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 33, supl., p. 105-6, 2007. 19.

RAETANO, C. G.; BAUER, F. C. Efeito da velocidade do ar em barra de pulverização na deposição de produtos fitossanitários em feijoeiro. Bragantia, Campinas, v. 62, n. 2, p. 329-334, 2003.

RAI, A. B.; KUMAR, A.; SATPATHY, S.; SHIVALINGASWAMY, T. M.; RAI, M. Efficacy of indoxacarb 15 EC in the control of diamondback moth, *Plutella xylostella* L. in cabbage. Journal of Vegetation Science, v. 34, n. 2, p. 160-162, 2007.

REED, J.T.; SMITH, D.B. Droplet Size and spray volume effects on insecticide deposit and mortality of Heliothine (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in cotton. Journal of Economic Entomology, v.94, n.3, p.640-647, 2001.

REIS, E. F. dos. Dependência espacial da deposição de calda promovida por uma aplicação aérea na cultura da soja. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 79-85, 2012.

RODRIGUES M.A.T. Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura da soja. 2009. 198p. Tese Doutorado – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

ROGGIA, S. As lagartas continuam causando preocupação nas lavouras de soja. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123175/1/AS-LAGARTAS-CONTINUAM-CAUSAND-O-PREOCUPACAO.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2015.

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

ROGERS, D.J; BRIER, H.B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on vegetative soybean (*Glycine max*) and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) during pod-fill. *Crop Protection*, v.29, s/n, p.47-57, 2010b.

SALYANI, M.; FOX, R. D. Evaluation of Spray Quality By Oil- and Water-Sensitive Papers ASAE 1999, Vol. 42(1): 41-43

SALYANI, M.; FOX, R. D. Performance of Image Analysis for Assesment of Simulated Spray Droplet Distribution. St. Joseph: ASAE, 1994. p. 1083-1089.

SANSONE, C. G.; MINZENMAYER, R. R. Impact of new bollworm insecticides on natural enemies in the southern rolling plains of Texas, in *Proceedings of 2000 Beltwide Cotton Conference*, San Antonio, USA, v. 2, p. 1104-1108, 2000.

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/relatoriofinalensaiosdeplusiasafra0809.pdf](http://circuloverde.com.br/art/safra_0809/algodao/relatoriofinalensaiosdeplusiasafra0809.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2015.

SANTOS, R.O. Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes. 2007. 49f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola - Máquinas e Automação Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, MG.

SANTOS, J.A.; JULIATTI, F.C.; SANTOS, V.A.; POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F.C.; HAMAWAKI, O.T. Caracteres epidemiológicos e uso da análise de agrupamento para resistência parcial à ferrugem da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.3, p.443-7, 2007.

SHIVALINGASWAMY, T. M.; KUMAR, A.; SATPATHY, S.; RAI, A. B. Efficacy of indoxacarb against tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* Hubner. *Pestology*, v. 32, n. 8, p. 39-41, 2008.

SILVA, A. C. A.; VILELA, C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 1, p. 37-46, 2013.

SILVA, L. H. C. P. Controle químico da ferrugem da soja. In: CONSELHO SYNGENTA DE FITOPATOLOGIA, 2003, São Paulo. Anais. São Paulo, 2003.

SILVA, M.T.B. Fatores que afetam a eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* Smith em milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 383-387, 1999.

SOSA-GÓMEZ, D.R. et al. Soja: manejo integrado de pragas. Curitiba: SENAR-PR/EMBRAPA-Soja, 2010. 83p.

STÜRMER, G.R. et al. Eficiência do pano-de-batida na amostragem de insetos-praga de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e cultivares. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1177-1186, 2014.

SOUZA, R.T.; CASTRO, R.D.; PALLADINI, L.A. Depósito de pulverização com diferentes padrões de gotas em aplicações na cultura do algodoeiro. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 27, n. , p.75-82, jan. 2007.

SOUZA, R. T. Efeito de eletrização de gotas sobre a variabilidade dos depósitos de pulverização e eficácia do glyphosate no controle de plantas daninhas da cultura da soja. 2002. 69 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SPECHT A; SOSA-GÓMEZ DR; PAULA-MORAES SV; YANO SAC. Morphological and molecular identification of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and expansion of its occurrence record in Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 48, n. 689-692, 2013.

TAY, W.T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G.T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave new world for an Old World pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. PLoS One, v. 8, p. 1–7, 2013.

THEISEN, G.; RUEDELL, J. Tecnologia de aplicação de herbicidas: teoria e prática. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. 90 p.

TURNER, C.R.; HUNTINGTON, K.A. The use of water sensitive dye for the detection and assessment of small spray droplets. Journal of Agricultural Engineering Research 1970 15(4):385-387

URBEN, A.F.; MENDES, M.A.S. Ocorrência de *Phakopsora pachyrhizi* Sydow em Soja Procedente da Bahia. Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, v.28, p.233, ago. 2003.

USDA - United States Department of Agriculture. World Agricultural Production, Circular Series, 2016.

VILLALBA, J.F.; DAGOBERTO, M.; COSTA, N.V.; DOMINGOS, V.D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.6, p.1.738-1.744, 2009.

VINAYKUMAR, M. M.; RAGHVANI, K. L.; KRISHANA, N. L.; BIRADAR, A. K.; CHANDRASHEKAR, G. S. Management of *Spodoptera litura* (Fabr.) and *Helicoverpa armigera* (Mats.) in soybean with newer insecticides. International Journal of Green and Herbal Chemistry, v. 2, p. 665-674, 2013.

WAQUIL, J.M. Cultivo de sorgo. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, Versão Eletrônica - 2ª edição, Dezembro, 2006. Acesso em: 27 out. 2012. On line. Disponível em: [http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo\\_2ed/ind ex.htm](http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_2ed/ind ex.htm).

WEICHEL, L.; NAUEN, R. Uptake, translocation and bioavailability of imidacloprid in several hop varieties. Pest Management Science, v. 60, p.440–446, 2003.

WING, K. D.; SACHER, M.; KAGAYA, Y.; TSURUBUCHI, Y.; MULDERIG, L.; CONNAIR, M.; SCHNEE, M. Bioactivation and mode of action of the oxidiazine indoxacarb in insects. Crop Protection, v. 10, p. 537-545, 2000

WINSTON, M.L. Nature Wars. Cambridge, Harvard University Press.1997.

YORINORI, J. T. O que aprendemos sobre a ferrugem "asiática" da soja, de 2001 a 2006, e como aprimorar o seu controle no Brasil. Disponível em: <<http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=11062&publi=&idSec=11&id2=11070>>. Acesso em: 10 out. 2009.

YORINORI, J. T.; LAZZAROTO, J. Ferrugem asiática da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/alerta/documento247.pdf>>. Acesso em 22 mai. 2016.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M. Peste vermelha. Revista Cultivar, Pelotas, RS, n. 41, p.16-18, jul. 2002<sup>a</sup>.

YORINORI, J. T.; WILFRIDO, M. P. Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. 1.ed. Londrina : Embrapa Soja, 2002. (Folder).

ZHU, H. et al. Development of a canopy opener to improve spray deposition and coverage inside soybean canopies. 2. Opener design with field experiments. Transactions of the ASABE, Saint Joseph, v. 51, n. 6, p. 1913-1922, 2008.