

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INTERAÇÕES ENTRE INSETICIDAS QUÍMICO E
BIOLÓGICO EM CALDAS COM SILÍCIO FOLIAR E ÓLEO
MINERAL PARA O CONTROLE DE LEPIDÓPTEROS**

Jeruska Azevedo Moreira Brenha

Engenheira Agrônoma

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INTERAÇÕES ENTRE INSETICIDAS QUÍMICO E
BIOLÓGICO EM CALDAS COM SILÍCIO FOLIAR E ÓLEO
MINERAL PARA O CONTROLE DE LEPIDÓPTEROS**

**Jeruska Azevedo Moreira Brenha
Orientador: Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira**

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus
de Jaboticabal, como parte das exigências
para a obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Entomologia Agrícola)**

2018

B837i

Brenha, Jeruska Azevedo Moreira

Interações entre inseticidas químico e biológico em caldas com silício foliar e óleo mineral para o controle de lepidópteros / Jeruska Azevedo Moreira Brenha. -- Jaboticabal, 2018

111 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Marcelo da Costa Ferreira

1. Combinação de produtos. 2. Indoxacarbe. 3. *Bacillus thuringiensis*. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

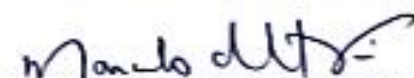
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

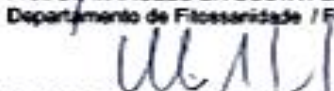
TÍTULO DA TESE: INTERAÇÕES ENTRE INSETICIDAS QUÍMICO E BIOLÓGICO EM CALDAS COM SILÍCIO FOLIAR E ÓLEO MINERAL PARA O CONTROLE DE LEPIDÓPTEROS

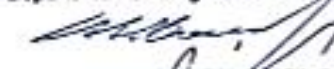
AUTORA: JERUSKA AZEVEDO MOREIRA BRENHA

ORIENTADOR: MARCELO DA COSTA FERREIRA

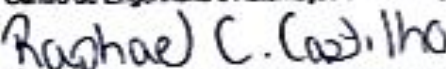
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCELO DA COSTA FERREIRA
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. OTÁVIO JORGE GRIGOLI ABI SAAB
Departamento de Agronomia / UEL - Londrina/PR


Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOÇA JUNIOR
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Dr. HAMILTON HUMBERTO RAMOS
Centro de Engenharia e Automação-IAC / Campinas/SP


Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 13 de novembro de 2018

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Jeruska Azevedo Moreira Brenha – Filha de Donizete Aparecido Brenha e Elizabete Moreira Brenha, nascida em Andradina/SP, no dia 09 de junho de 1986, estudou todo ensino fundamental e médio em escola pública da cidade, ingressou em agosto de 2006 na Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – Campus de Chapadão do Sul, onde foi bolsista do CNPq, de Iniciação Científica por 3 anos, e em agosto de 2011, recebeu o título de Engenheira Agrônoma. Foi professora substituta da escola Estadual Dr. Álvaro Guião em Andradina, no período de 2012 trabalhou no setor privado, na área de vendas de produtos agrícolas em Chapadão do Sul. Em março de 2013 iniciou o mestrado na UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV). Trabalhou com aplicações de produtos fitossanitários, principalmente na cultura da soja, visando à utilização da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários para manutenção da produtividade das culturas, bem como seu uso racional e com o mínimo de impacto ambiental. Iniciou o doutorado em março de 2015 também pelo curso de Pós-graduação em Entomologia Agrícola pela FCAV/Unesp, Jaboticabal. Nesse período foi bolsista da Capes, participou de eventos científicos nacionais e internacionais e ministrou aulas na graduação na área de Agronomia e Zootecnia.

“Eu tentei 99 vezes e falhei.

Mas na centésima tentativa eu consegui.

Nunca desista de seus objetivos, mesmo que eles pareçam impossíveis.

A próxima tentativa pode ser a vitoriosa. ”

(Albert Einstein)

DEDICO

Àqueles que muitas vezes sacrificaram seus sonhos em favor dos meus.

*Fonte do amor que me move.
Responsáveis pelo meu sucesso.*

*Meus Pais
Donizete e Elizabete*

*Nem todas as mais belas palavras do mundo poderiam descrever
a grandiosidade das pessoas que me trouxeram à luz.*

As lembranças mais antigas que tenho são com vocês...

*Seguraram minha mão para dar proteção, fizeram com que meus
sonhos fossem sempre serenos e tranquilos, pois eu sabia que vocês
estariam ali a me proteger...*

*Lutaram, sorriram, choraram, mas não deixaram a amargura tomar
conta de seus corações, me ensinaram a ser mulher, mas a continuar
com meus sonhos de criança.*

*Abriram meus caminhos, tomando sempre cuidado com as
plantinhas ao redor.*

Com vocês aprendi a ser gente que respeita gente.

Aprendi a ter fé, aprendi a aceitar os defeitos das pessoas.

Aprendi que o amor tem que ser incondicional.

*Minhas melhores lembranças, são as que vocês criaram todos os
dias!*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença e proteção constante em minha vida, por me conceder serenidade necessária para aceitar as coisas que não posso mudar, coragem para mudar as que posso e sabedoria para distinguir uma das outras.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira, pela dedicação, pelos ensinamentos, pela paciência, pela amizade e por todo o suporte dado para a realização deste trabalho.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, especialmente ao Departamento de Fitossanidade e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), pela oportunidade de realização deste trabalho.

Os professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), pela amizade e todo conhecimento compartilhado. Obrigada por me levar à dúvida, à busca de novos encantos pelo mundo adiante. Agradeço-os imensamente pela contribuição de cada um na minha formação.

Aos integrantes dos laboratórios Núcleo de Estudos Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação (NEDTA), e aos meus queridos amigos por auxiliar no decorrer da minha pesquisa. Deixo minha gratidão a todos que, pela amizade e respeito, ou pelo simples convívio ao longo destes anos, a mim se ligaram e de alguma forma contribuíram para que esta conquista se realizasse.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001".

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
 CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 A cultura da soja.....	2
2.2 Lagartas desfolhadoras na cultura da soja	3
2.3 <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Hübner, 1818) (Lepidóptera: Erebidæ)	4
2.4 <i>Chrysodeixis includens</i> (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidæ)	5
2.5 <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidæ)	6
2.6 <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: noctuidæ)	7
2.7 Inseticidas e aditivos	9
2.7.1 Indoxacarbe.....	9
2.7.2 <i>Bacillus thuringiensis</i>	9
2.7.3 Adjuvantes.....	11
2.7.4 Silício foliar	12
2.8 Tecnologia de aplicação.....	13
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
 CAPÍTULO 2 - EFEITOS DE CALDAS INSETICIDAS ASSOCIADAS AO ADJUVANTE E SILÍCIO FOLIAR NA TENSÃO SUPERFICIAL, ÂNGULO DE CONTATO E ESPECTRO DE GOTAS	33
1. INTRODUÇÃO	35
2. MATERIAL E MÉTODOS	36

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.CONCLUSÃO.....	50
5.REFERÊNCIAS.....	50

CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DE CALDAS FITOSSANITÁRIAS NO CONTROLE DE LAGARTAS DESFOLHADORAS EM FUNÇÃO DA COBERTURA, DEPÓSITO E ESPECTRO DE GOTAS NA CULTURA DA SOJA.....	55
---	----

1.INTRODUÇÃO	57
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	58
2.1 Instalação e condução do experimento a campo	58
2.2 Depósito da calda das plantas após pulverização.....	59
2.3 Cobertura das plantas após pulverização.....	60
2.4 Caracterização de gotas pulverizadas.....	61
2.5 Avaliação de Mortalidade das lagartas desfolhadoras	62
2.6 Produtividade.....	62
2.7 Análise estatística.....	62
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
3.1 Depósito da calda após pulverização	63
3.2 Cobertura das plantas após pulverização.....	64
3.3 Caracterização de gotas pulverizadas.....	67
3.4 Mortalidade das lagartas desfolhadoras	68
3.5 Produtividade.....	79
4. CONCLUSÕES	80
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

CAPÍTULO 4 - INTERAÇÃO DE CALDAS FITOSSANITÁRIAS NO CONTROLE DE <i>HELICOVERPA ARMIGERA</i> NA CULTURA DA SOJA.....	92
---	----

1.INTRODUÇÃO	94
2.MATERIAIS E MÉTODOS.....	95
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	97
4.CONCLUSÕES	105
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
 CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 111

INTERAÇÕES ENTRE INSETICIDAS QUÍMICO E BIOLÓGICO EM CALDAS COM SILÍCIO FOLIAR E ÓLEO MINERAL PARA O CONTROLE DE LEPIDÓPTEROS

RESUMO - Tendo em vista, manter as populações de pragas em densidades baixas, táticas de controle são adotadas como alternativas para manter a viabilidade econômica. O uso de inseticidas é uma das práticas mais utilizadas na agricultura para o controle de insetos-praga, porém, os bioinseticidas à base de Bt, tem sido utilizado como complemento ao controle químico, assim como a adição de aditivos, como os adjuvantes e o Silício (Si). Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do controle das lagartas desfolhadoras na cultura da soja com inseticida químico, biológico e sua mistura, combinados ou não a aditivos (silício foliar e óleo mineral). Experimentos foram conduzidos no Núcleo de Estudo e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação - NEDTA da UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Os tratamentos avaliados foram, inseticidas químico e biológico, isolados ou associados ao adjuvante e silício foliar. Os fatores de estudo foram depósito, cobertura e caracterização de gotas, tensão superficial, ângulo de contato, mortalidade das lepidópteras e produtividade da cultura. A combinação entre o inseticida químico (indoxacarbe) e o biológico (*Bacillus thuringiensis*) com ou sem aditivos, reduziu a tensão superficial, alterou o ângulo de contato, diminuiu a % de gotas < 100 µm e o SPAN. E comprometeu a eficiência de controle da *H. armigera*, a adição de aditivos promoveram efeitos positivos na eficiência de controle da lagarta. O terço superior da planta recebeu maior depósito e cobertura. Para *C. includens* e *A. gemmatalis* o inseticida químico com e sem aditivo apresentou melhor controle aos 1 e 3 DAA para as lagartas pequenas. Para a *S. frugiperda* as caldas estudadas apresentaram controle semelhante. Ocorreu incremento na produtividade com adição de adjuvante.

Palavras-chave: combinação de produtos, indoxacarbe, *Bacillus thuringiensis*

INTERACTIONS BETWEEN CHEMICAL AND BIOLOGICAL INSECTICIDES IN CALDAS WITH FOLIAR SILICA AND MINERAL OIL FOR THE CONTROL OF LEPIDÓPTEROS

ABSTRACT – In order to keep pests in low densities, control tactics are adopted as alternatives to maintain economic viability. The use of insecticides is one of the most used practices in agriculture for the control of insect pests. However, Bt-based bio-insecticides have been used as a complement to chemical control. As well as the addition of additives such as adjuvants and Silicon (Si). In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of the control of leafhopper caterpillars on the soybean crop with chemical and biological insecticide and its mixture, combined or not with additives (foliar fertilizer and adjuvant). Experiments were conducted at the Phytosanitary Treatment Laboratory at the Nucleus of Study and Development in Application Technology - NEDTA of UNESP, Câmpus de Jaboticabal. The evaluated treatments were chemical and biological insecticides, isolated or associated to the adjuvant and foliar silicon. The study factors were deposition, coverage and characterization of droplets, surface tension, contact angle, lepidoptera mortality and crop productivity. The combination of the chemical insecticide (indoxacarb) and the biological insecticide (*Bacillus thuringiensis*) with or without the additives reduced surface tension, altered the angle of, decreased droplets <100 µm and SPAN compromised control efficiency. *H. armigera*, the addition of additives promoted positive effects on the control efficiency of. The upper third of the plant received greater deposit and coverage. For *C. includens* and *A. gemmatilis* the chemical insecticide with and without additive presented better control at 1 and 3 DAA for small caterpillars, for *S. frugiperda* the studied silts presented similar control. Increased productivity with addition of adjuvant.

KEYWORDS: product combining, indoxacarb, *Bacillus thuringiensis*

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1.INTRODUÇÃO

Na cultura da soja (*Glycine max* [L.] Merrill) as lagartas desfolhadoras causam grandes prejuízos, com impacto no retorno econômico do cultivo (JUHÁSZ et al., 2013; MAINARDI; ASMUS, 2015). Dentre as espécies mais recorrentes, as da família Noctuidae: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809) e *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) destacam-se como causadoras de danos, sendo que a *H. armigera* ocorre mundialmente nas diferentes culturas resultando em prejuízos anuais de 5 bilhões de dólares (LAMMERS; MACLEOD, 2007). *Chrysodeixis includens* reduz drasticamente a área foliar, com intenso dano econômico, decorrente da desfolha, principalmente quando ocorre durante o período reprodutivo da cultura. Se não manejadas, este grupo de lagartas pode implicar em desfolhamento total das plantas, com impactos severos na produtividade (LOURENÇÃO et al., 2010).

Desse modo, para manter as populações pragas em densidades baixas, táticas de controle são adotadas como alternativas para manter a viabilidade econômica da cultura, visando diminuir o custo de produção. Neste cenário, o uso de inseticidas é uma das práticas mais utilizadas na agricultura para o controle de insetos-praga, pois reduzem a ocorrência de dano econômico na cultura da soja (MARTINS et al., 2015). Como por exemplo, a aplicação do indoxacarbe, que atua como bloqueador de canais de sódio, na zona de iniciação do pico do impulso nervoso, e sua ativação inicia seu potencial de ação (WING et al., 1998; MARÇON, 2004; SILVER et al., 2010). Entretanto, pesquisas avaliaram a eficiência de inseticidas no controle de lagartas desfolhadoras na soja (TOMQUELSKI; MARTINS, 2007) com diferentes porcentagens de eficiências de controle.

Tendo em vista reduzir a variação dessas eficiências, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) entra como uma ferramenta que, se bem empregada, pode auxiliar nesta redução e no custo de produção (FERNANDES et al., 2003). Atualmente, os bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt), tem sido utilizado como complemento ao controle químico, produto este altamente eficiente contra mais de 170 lepidópteros-praga (BEEGLE; YAMAMOTO, 1992; GLARE O'CALLAGHAM,

2000). Assim como a adição de aditivos, como os adjuvantes, cuja função é proporcionar aumento da eficiência na pulverização das caldas (KISSMANN, 1997) e o Silício (Si) que tem sido muito estudado por conferir características de resistência de plantas a insetos, atuando no reforço da parede celular por deposição de sílica sólida, tornando a planta mais rígida, com melhor crescimento e rendimento, (HECKMAN, 2013; LIANG ET AL., 2015).

Neste sentido, a combinação desses produtos fitossanitários em tanque é frequente, afim de aumentar o espectro de ação da operação e diminuir os números de aplicações (GAZZIERO, 2015), porém, a utilização de misturas pode apresentar inúmeros efeitos adversos desconhecidos, podendo interferir na estabilidade e na eficácia das moléculas (REFFSTRUP; LARSEN; MEYER, 2010). De forma aditiva (a ação da mistura de produtos é a soma das ações de cada um dos agentes envolvidos), sinérgica (a ação da mistura é superior à soma das ações de cada agente em separado) ou antagônica (a ação da mistura é inferior à soma das ações de cada agente) (IKEDA, 2013). Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do controle das lagartas desfolhadoras na cultura da soja com inseticida químico, biológico e sua mistura, combinados ou não a aditivos (silício foliar e óleo mineral).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja

A soja é uma planta oleaginosa cujos grãos são fontes de matéria-prima para a produção de óleos para consumo humano. Pode também ser muito utilizada para produção de rações e concentrados usados na alimentação animal (SOUZA et al., 2015). Originária da Costa Leste da Ásia, com principal cultivo na China, e tradicional alimento na região. Ao longo dos anos, foram feitos aperfeiçoamentos nas cultivares que antes eram plantas rasteiras, tornando-a assim mais apropriada ao cultivo. Inicialmente, era considerada um grão sagrado na China, com um dos primeiros registros no livro "Pen Ts'ao Kong Mu", escrito pelo Imperador Sheng-Nung (WOLF et al., 1971; CHUNG & SINGH, 2008; SOJA, 2016). Com ciclo anual, a soja desenvolve-se com as chuvas e dependendo do cultivar, desenvolve-se por um período de 80 a

200 dias, possui dois estádios de desenvolvimento, o vegetativo que é o estabelecimento e desenvolvimento da planta e o reprodutivo, que é o florescimento e maturação da planta (NEUMAIER et al., 2000).

Impulsionada pelo aumento nos preços dos grãos e pela crescente demanda, principalmente internacional, a cultura da soja tem se expandido também para regiões mais ao nordeste do país (MELO et al., 2015). Sua produção é crescente, devido à alta tecnologia aplicada à cultura, como o emprego de materiais genéticos de alto potencial produtivo, pela crescente profissionalização dos produtores rurais (COSTAMILAN; BERTAGNOLLI, 2004). Constituindo uma das principais commodities de exportação do Brasil, é cultivada em todo o país, com uma produção de 96 milhões de toneladas em média de produtividade de 3 ton. ha na safra 2014/2015 (CONAB, 2015) com estimativa de crescimento de 3,5% (1,1 milhão de hectares) na área cultivada para 2015/2016, com alcance de produtividades superiores à safra anterior em todos os estados produtores (CONAB, 2016). Na safra de 2017/18, estimou-se aproximadamente 35 milhões de hectares em área plantada com a oleaginosa e produção de 11.558 mil toneladas (CONAB, 2018), responsável por mais de 56% da área cultivada, e pelo aumento da expansão da área agrícola no país.

No entanto, o desenvolvimento da cultura pode sofrer a interferência de diversos fatores, como ataque de insetos-praga que podem causar danos significativos ao rendimento da cultura (EMBRAPA, 2000). Entre os diversos insetos que podem causar injúrias à soja, as lagartas desfolhadoras constituem um complexo de pragas importantes na cultura (ÁVILA; SOUZA, 2015).

2.2 Lagartas desfolhadoras na cultura da soja

O ataque de insetos ocorre desde a emergência das plantas até a maturação fisiológica dos grãos (PANIZZI, 2006), com destaque para o ataque do complexo de lagartas. Neste grupo encontram-se a lagarta-falsa-medideira, *C. includens*; a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Erebidæ); 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: Noctuidæ) (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-daespiga-do-milho) e, recentemente introduzida, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809) (Lepidoptera: Noctuidae) (AVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

A intensidade de danos causados pelas lagartas é variável e depende do potencial de cada espécie, da sua densidade populacional e do estágio de desenvolvimento das plantas (DEGRANDE; VIVAN, 2007). Em consequência, devido ao consumo de área foliar, ocorre redução da área foliar fotossinteticamente ativa podendo ter sua produtividade comprometida, a partir do percentual de desfolhamento, tempo de permanência da injúria ou ainda o estágio fenológico da planta (vegetativo ou reprodutivo) (MOSCARDI et al., 2012). A presença dessas lagartas no estágio de surgimento de vagens pode ocasionar grande prejuízo, pois a cultura é mais sensível ao desfolhamento na fase reprodutiva, neste período os carboidratos deslocam-se das folhas para formação das vagens e desenvolvimento dos grãos (GAZZONI; MOSCARDI, 1998). Então, quando comparado aos danos ocasionados em outros estádios de desenvolvimento da planta, os danos do estágio reprodutivo apresentam maior influência na produção de soja (DEGRANDE; VIVAN, 2007).

2.3 *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidóptera: Erebidae)

A lagarta da soja, como é popularmente conhecida, é um importante desfolhador com ocorrência restrita ao continente americano, onde é amplamente distribuída (FORD et al., 1975; HERZOG; TODD, 1980). Abundante nos cultivos brasileiros, se desenvolve em condições de altas temperaturas, especialmente no Centro-Oeste do país, juntamente com suas plantas hospedeiras (HOFFMAN-CAMPO et al., 2000; MOSCARDI et al., 2012). É uma praga polífaga, e alimenta-se de mais de 40 espécies de plantas, preferencialmente, de leguminosas, e em sua ausência pode optar por plantas daninhas presentes na região. Quando pequena geralmente apresenta cor verde e possui quatro pares de pernas abdominais, sendo dois deles vestigiais e mais um par anal (HOFFMAN-CAMPO et al., 1979; HOFFMAN-

CAMPO et al., 2000; MOSCARDI et al., 2012). As lagartas maiores do que 1,5 cm possuem três linhas longitudinais brancas no dorso, quatro pares de pernas abdominais e um par anal e podem ser de coloração verde ou escura (SOSA-GÓMEZ et al., 2010).

Esta espécie quando não manejada corretamente, pode causar desfolha de até 100% da lavoura (HERZOG & TODD, 1980; PANNIZI et al., 2004; MOSCARDI et al., 2012). Seu maior potencial de desfolha é atingido de o quarto ao sexto instar, período onde a lagarta se torna mais nociva às culturas (HERZOG & TODD, 1980; MOSCARDI et al., 2012). De acordo com Moraes et al. (1991), essa lagarta surge na lavoura desde o início do desenvolvimento da cultura, permanecendo até o final, sendo que, geralmente, maiores incidências ocorrem no período vegetativo, ao final da floração, (SAVIO; PINOTTI, 2008).

O período crítico para a produção da planta é o estágio reprodutivo e os ataques tardios de *A. gemmatilis*, por ocorrerem depois da floração, são os mais prejudiciais, uma vez que as infestações estão ligadas às condições climáticas, e desta forma, a sua dispersão pela área não é uniforme, podendo encontrar cultivos infestados e outros não atacados, com danos mais intensos nos períodos de escassez de chuva. (GAZZONI; YORINIORI, 1995). Ao se alimentar, *A. gemmatilis* causa redução na área foliar, em forma de pequenos furos nas folhas. À medida que intensifica sua alimentação, os furos se unem, podendo haver perda total da folha, em casos mais severos, inclusive das nervuras e do pecíolo (GAZZONI; YORINIORI, 1995).

2.4 *Chrysodeixis includens* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae)

É conhecida como lagarta-falsa-medideira, por se deslocar medindo palmo devido ao número de pernas abdominais (dois pares). As lagartas possuem listras longitudinais brancas e pontuações pretas, com coloração verde-clara. A transformação em pupa ocorre sob uma teia, geralmente na face abaxial das folhas (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). Os adultos são mariposas com 35 mm de envergadura de asas, sendo as asas anteriores de coloração escura, com duas manchas prateadas brilhantes na parte central e as asas posteriores são de coloração marrom (GALLO et al., 2002).

A espécie *C. includens* pode reduzir drasticamente a área foliar e ocasionar intenso dano econômico, especialmente se a desfolha ocorrer durante o período reprodutivo da cultura. Além da desfolha, é comum se observar a campo o ataque de lagartas, geralmente grandes, em vagens já formadas de soja, potencializando os danos causados pela praga (TOMQUELSKI et al., 2015). Diferente do dano de outras lagartas desfolhadoras, *C. includens* deixa as folhas com aspecto rendilhado, por não se alimentar das nervuras centrais e laterais, que permanecem intactas, caracterizando a injúria causada às plantas (HERZOG, 1980; BUENO et al., 2007).

O controle dessa praga é realizado durante todo o período de desenvolvimento da cultura, em decorrência da alta capacidade de consumo de área foliar (até 200 cm²) e por estar presente em altas populações em praticamente todas as lavouras de soja nas últimas safras (EMBRAPA, 2000). O controle químico é a principal tática de controle utilizada pelos agricultores, na qual não tem sido eficiente em algumas regiões, principalmente pelo hábito das lagartas permanecerem na porção inferior da planta e assim a calda inseticida não as atingir (MOURA, 2012). Outro ponto a se considerar no combate desta praga, é a sua ótima adaptação em condições de seca (GALLO et al., 2002). Apresenta mesmo nível de controle recomendado para *A. gemmatilis* (MOURA, 2012), fator que merece certa atenção, pois, diferentemente da *A. gemmatilis*, a *C. includens* é mais voraz, e tolerante a inseticidas (SOSA-GÓMEZ, 2006). Assim uma importante alternativa, para o manejo de *C. includens* consiste na aplicação correta de inseticidas, baseado na implantação de um programa de MIP para a cultura da soja, de modo a evitar a seleção de resistência do inseto a inseticidas, além de manter os inimigos naturais da lagarta na área (CARVALHO et al., 2012).

2.5 *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae)

Spodoptera frugiperda tem ocorrência em todo território brasileiro, apresenta alta polifagia, sendo o milho, a principal planta hospedeira (VALICENTE; CRUZ, 1991), porém também é encontrada em soja (MOSCARDI, F.; KASTELIC, 1985). Possui ampla distribuição e a capacidade de dispersão (SPARKS, 1979). Essas características são favoráveis para que esta praga seja encontrada durante todo ano

e em várias regiões do território agrícola brasileiro devido ao sistema intensivo de cultivos (CRUZ, 1995). Na cultura do milho, a lagarta de *S. frugiperda* tem o cartucho como seu nicho preferido (CRUZ; TURPIN 1983, CRUZ; MONTEIRO 2004). No algodoeiro, as lagartas alimentam-se de folhas, de botões florais e, principalmente, de maçãs em formação (VELOSO; NAKANO 1983, ALI ET AL 1990, LUTTRELL & MINK 1999). No milheto, o hábito alimentar é similar ao observado no milho, enquanto que em soja, as lagartas alimentam-se inicialmente das folhas, passando depois a consumir também vagens na fase inicial de formação (BARROS et al 2010). Recentes estudos demonstram que *S. frugiperda* se desenvolve em hospedeiros cultivados e não-cultivados, até então desconhecidos (Sá et al., 2009, PRASIFKA et Al., 2009, BARROS et al., 2010). Isso pode ser explicado pela capacidade de *S. frugiperda* em utilizar diversos hospedeiros (POGUE, 2002; CAPINERA, 2008).

Segundo Valicente, F. H.; Cruz, 1991 fêmeas de *S. frugiperda* chegam a ovipositar até 1000 ovos, sendo a oviposição agrupada, formando uma massa de ovos. A fase jovem é constituída de 4 a 7 ínstarres, dependendo do tipo de planta hospedeira, temperatura, sexo e genética (ZALUCKI et al., 1986).

O controle dessa praga tem sido realizado com o uso de inseticidas e de plantas geneticamente modificadas que expressam proteínas Bt (*Bacillus thuringiensis*, Berliner). No entanto, há registros de falhas no controle devido à resistência a diversos inseticidas como lambda cyhalothrin (DIEZRODRÍGUEZ; OMOTO, 2001; CARVALHO et al., 2013), chlorpyrifos (CARVALHO et al., 2013) e lufenuron (NASCIMENTO et al., 2016), bem como a plantas Bt (FARIAS et al., 2014; OMOTO, 2016). De acordo com o banco de dados de resistência de artrópodes da Michigan State University (2017), há mais de 60 registros de resistência a inseticidas para essa espécie.

2.6 *Helicoverpa armigera* Hübner, 1809 (Lepidoptera: Noctuidae)

Helicoverpa armigera (Hübner) pertence à classe Insecta; ordem Lepidoptera; família Noctuidae; subfamília *Heliothinae* (SULLIVAN; MOLET, 2007; FAUNA EUROPAEA, 2013), é polífaga, alimenta-se de uma grande variedade de espécies de plantas hospedeiras de diferentes famílias botânicas (JALLOW; CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2004). O ataque de *H. armigera* foi responsável por perdas de até 80% de

produtividade na cultura do algodão da Bahia, um importante estado agrícola no Brasil, na safra 2011/2012. Na safra seguinte, novamente foi verificada a incidência de *H. armigera* nos cultivos de algodão, milho e feijão e também houve o primeiro relato do ataque de *H. armigera* na cultura da soja do Brasil (CZEPAK et al., 2013a; SPECHT et al., 2013).

Seus ovos são de coloração branco-amarelada com aspecto brilhante, tornando-se marrom-escuros próximo à eclosão. As laterais do ovo possuem nervuras longitudinais, as fêmeas ovipositam preferencialmente no período da noite, colocando seus ovos separadamente ou em pequenos agrupamentos na face abaxial das folhas ou órgãos reprodutivos (CZEPAK et al., 2013a). A fase larval desta espécie possui seis distintos ínstares e os danos causados nas culturas são realizados nessa fase. Conforme as lagartas vão crescendo, podem adquirir colorações variando de amarelo-palha a verde. Após o quarto ínstar, as lagartas apresentam tubérculos abdominais escuros e bem visíveis na região dorsal do primeiro segmento abdominal (BUENO et al., 2013). Os adultos possuem sobre as margens das asas anteriores, uma linha com sete a oito manchas e, logo acima, uma faixa marrom ampla, irregular e transversal, tendo, ainda, na parte central, uma marca em forma de vírgula. O dimorfismo sexual da espécie é caracterizado pela coloração das asas anteriores, as fêmeas possuem coloração pardo avermelhado enquanto que os machos apresentam manchas cinzas esverdeadas. As asas posteriores são mais claras, apresentando, uma borda marrom escura na parte apical, com uma mancha clara no centro (CZEPAK et al., 2013b).

Segundo Tay et al. (2013), a espécie *H. armigera* é considerada um da mais importantes insetos-praga no mundo e de grande impacto para os produtores brasileiros de soja (BUENO et al., 2010). Atualmente as ferramentas disponíveis para o combate baseiam-se em plantas geneticamente modificadas (OGM), controle biológico com entomopatôgenos e insetos parasitas e o controle químico, sendo o mais empregado na maioria dos países onde ela ocorre (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013). Para o sucesso do manejo de *H. armigera* é fundamental a correta identificação da espécie. Além disso, é importante que se conheça a dinâmica populacional, o seu comportamento e os fatores ambientais ou biológicos que podem interferir no seu desenvolvimento (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

2.7 Inseticidas e aditivos

2.7.1 Indoxacarbe

O produto indoxacarbe, inseticida do grupo químico das oxidiazinas, apresenta atividade sobre insetos da ordem Lepidoptera, cuja alimentação é inibida após a aplicação (PLUSCHKELI et al., 1998; WING et al., 1998), age por contato ou ingestão nos insetos (JONES; BRYANT, 2012) e não apresenta ação sistêmica (McKINLEY, 2002). De acordo com a classificação dos grupos de modo de ação dos inseticidas pelo IRAC (Comitê de Ação de Resistência a Inseticidas), o indoxacarbe pertence ao Grupo 22A, bloqueadores dos canais de sódio não ocorrendo a despolarização (IRAC, 2015).

As oxadiazinas (indoxacarbe) atuam como bloqueadores dos canais de sódio, reduzindo ou suprimindo a fase ascendente do potencial de ação. O efeito desse proinseticida ocorre quando ele é bioativado por um sistema enzimático (esterase ou amidase) que cliva o grupo de ligação da ureia, formando um metabólito tóxico JT333 (N-decarbomethoxylated) que bloqueia os canais de sódio e causa, como consequência, paralisia e morte da praga (GALO et al., 2002; WING, 2000). A metabolização do indoxacarbe em JT333 relaciona-se com o surgimento de sintomas de neurointoxicação, os quais compreendem desde pequenas convulsões até a paralisia do inseto seguida de morte (WING et al., 2000).

Indoxacarbe é compatível ambientalmente e seguro para organismos não alvos do controle químico, como o parasitoide *Aphidius rhipalisiphi* (Hymenoptera: Aphididae), o ácaro predador *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) e o predador *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) (HARDER et al., 1996; WING et al., 1998). Além da baixa toxicidade aos organismos não-alvo, o indoxacarbe apresenta taxas de dissipação ambiental muito favoráveis ao seu uso como inseticida na agricultura (MCCANN et al. 2001).

2.7.2 *Bacillus thuringiensis*

Bacillus thuringiensis (Bt) está presente em amostras de solos de áreas cultivadas com culturas anuais ou perenes, áreas desérticas, ambientes aquáticos, superfície e interior de plantas, restos vegetais, insetos e pequenos mamíferos mortos, teias de aranha, grãos armazenados e locais inabitados (BERNHARD et al., 1997; PATEL et al., 2013; SWIECICKA et al., 2013; ARGÔLO-FILHO; LOGUERCIO, 2014).

Esta bactéria é bem conhecida pela sua habilidade de produzir inclusões cristalinas (cristais), que têm atraído atenção de pesquisadores em todo mundo devido a sua atividade inseticida (SCHNEPF et al., 1998). Os bioinseticidas à base de Bt são utilizados com sucesso no controle de pragas desde a segunda metade do século XX (SANCHIS, 2011; POLANCZYK et al., 2012). Apresenta efeito letal e/ou subletal na fase jovem e/ou adulta de diversas ordens de insetos de importância agrícola: Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Isoptera, Lepidoptera e Orthoptera (BERGAMASCO et al., 2013; PANIZI, 2013; van FRANKENHUYZEN, 2013; ZHANG et al., 2013; SCHÜNEMANN et al., 2014). Embora os produtos comerciais à base de Bt sejam utilizados contra lepidópteros, dípteros e coleópteros, mais de 1.000 espécies de insetos, pertencentes a diversas ordens de insetos, são suscetíveis a este patógeno (GLARE; O'CALLAGHAM, 2000). O bioinseticida à base de Bt com maior alcance no mercado mundial é o Dipel (Bt kurstaki HD-1). Este produto, pouco tóxico para ácaros, coleópteros, dípteros e hemípteros é altamente eficiente contra mais de 170 lepidópteros-praga (BEEGLE; YAMAMOTO, 1992; GLARE; O'CALLAGHAM, 2000).

Polanczyk, van Frankenhuyzen e Pauli (2017), ressaltaram o aumento da adoção de Bt em sistemas de manejo integrado de pragas no Brasil, após a entrada e rápida dispersão da praga *H. armigera* e após o aumento significativo da praga que era considerada como secundária, *C. includens*, em lavouras de soja, devido ao grande potencial de ocasionar danos e pela dificuldade de controle que essas pragas vêm mostrando nas últimas safras. Juntas essas pragas alavancaram consideravelmente o mercado de produtos contendo Bt em suas formulações, devido sua grande eficiência comprovada em campo, onde apenas no ano de 2016, foram observadas as entradas de empresas nesse mercado com as marcas comerciais Best®, Costar® e BtControl®. A quantidade de produtos à base de Bt quase duplicou nos últimos quatro anos, e atualmente existem 12 produtos com registro no Ministério

da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) além de 10 produtos atualmente registrados em caráter emergencial para a praga *H. armigera*.

No entanto, Gelernter e Schab (1993) e Navon (2000) afirmam que diversos fatores limitam a utilização dos referidos bioinseticidas: o seu custo, que na maioria das vezes é superior ao dos inseticidas químicos; a baixa persistência em campo da maioria das formulações; o baixo espectro de ação a ineficácia contra pragas de solo e endofíticas.

2.7.3 Adjuvantes

Os adjuvantes são substâncias ou compostos sem propriedade fitossanitária, que são adicionados (exceto a água) numa preparação agrícola, para aumentar a eficiência ou modificar determinadas propriedades da solução, visando facilitar a aplicação ou minimizar possíveis problemas. Significa um ingrediente que altera as propriedades físicas de uma mistura. Estes adjuvantes podem desempenhar várias funções distintas (KISSMANN, 1997).

Segundo Vargas e Roman (2006), os adjuvantes são divididos em dois grupos: os modificadores das propriedades de superfície dos líquidos (surfatantes, espalhante, umectante, detergentes, dispersantes e aderentes, entre outros) e os aditivos (óleo mineral ou vegetal, sulfato de amônio e ureia, entre outros) que afetam a absorção devido à sua ação direta sobre a cutícula. Dentre os efeitos dos adjuvantes, destaca-se a redução da tensão superficial das gotas pulverizadas, causando o seu achatamento, o que aumenta a sua superfície de contato com o alvo biológico e melhora a cobertura deste. A tensão superficial refere-se às forças que existem na interface de líquidos não miscíveis, impedindo que eles se misturem (AZEVEDO, 2001).

Quando uma gota de água está sobre uma superfície, o ângulo de contato depende das características dessa superfície, e a cutícula irá agir como uma barreira para a penetração de líquidos nas plantas. As características destas superfícies variam de espécie para espécie dependendo também das condições climáticas (QUIEROZ; MARTINS; CUNHA, 2008). A retenção de líquido de pulverização também é influenciada pela superfície da folha vegetal que pode ser lipofílica ou hidrofílica e

com ou sem pelos (XU et al., 2011). As superfícies foliares de diferentes culturas variam em estrutura. A epiderme presente nas folhas como um sistema de revestimento, formada por células dispostas compactamente, apresenta cutículas e estômatos. Além disso, dependendo da espécie, pode-se encontrar material ceroso, a cutina, e tricomas (ESAU, 1974) os quais provavelmente afetarão o espalhamento da calda quando em contato com estas superfícies.

O emprego de adjuvantes tem sido um assunto de grande interesse para produtores agrícolas devido às melhorias propostas à aplicação de produtos fitossanitários como a proteção das gotas e das moléculas químicas, a redução de deriva e da evaporação, o melhor espalhamento das gotas e uma possível melhora na absorção da calda (FERREIRA, 2010). Chow (1993) abordou que os produtos fitossanitários, possuíam afinidades diferentes com os adjuvantes, o que dificulta a generalização nas recomendações. Neste sentido, Ryckaert et al. (2007) mostram que o uso correto dos adjuvantes pode aumentar significativamente o desempenho dos produtos aplicados. E o seu uso inadequado e a falta de conhecimento podem gerar algumas dúvidas e controvérsias. Todavia, tem-se expandido significativamente o número de produtos comerciais em razão do interesse crescente pelo seu uso (ARAÚJO; RAETANO, 2011).

2.7.4 Silício foliar

Com o intuito de aprimorar o Manejo Integrado de Pragas, como, por exemplo, as práticas culturais que aumentem o grau de resistência das plantas, o uso do silício tem se tornado uma tática essencial (Goussain et al., 2002). Apesar de não ser um nutriente essencial às plantas, sua influência benéfica na produtividade de diferentes culturas é comprovada. Estudos com o silício têm demonstrado que este elemento tem aumentado a resistência física de várias espécies, devido ao aumento da espessura da lamela média (DATNOFF et al., 2007). A aplicação de silicato pode aumentar a resistência das plantas ao excesso de alumínio (WISE et al., 2007) e na cultura da soja, tais aplicações influenciam positivamente na produtividade e diminuição da área foliar atacada por lagartas (ZELIN, BUSSOLARO, SIMONETTI, 2011). A indução da resistência às pragas está relacionada à deposição de sílica na

parede celular da epiderme dos tecidos vegetais, o que constitui uma importante barreira à alimentação de insetos mastigadores (GOUSSAIN et al., 2002; KEEPING et al., 2009). A silicificação da epiderme dificulta a penetração de estiletes e a mastigação pelos insetos, graças ao endurecimento da parede das células vegetais (DATNOFF et al., 1991).

O silício atua por meio de várias ações indiretas, como a diminuição do auto sombreamento, deixando as folhas mais eretas, maior tolerância ao acamamento, maior rigidez estrutural dos tecidos, proteção contra estresses abióticos, como redução da toxicidade de alumínio, manganês, ferro e sódio e estresses bióticos, aumento na proteção contra patógenos e insetos fitófagos, podendo assim estimular o crescimento e a produção vegetal (EPSTEIN, 1994; MARSCHENER, 1995).

2.8 Tecnologia de aplicação

A Tecnologia de Aplicação é uma área de estudo primordial que abrange o controle de insetos, ácaros, plantas-daninhas e agentes patogênicos, considera os aspectos da biologia, química, engenharia, ecologia, sociologia e economia (FERREIRA et al., 2007, MATUO, 1990). O sucesso do tratamento fitossanitário esta baseado na correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação ambiental possível (MATUO, 1990). No entanto, é preciso conhecer os fatores que podem influenciar na aplicação. O conhecimento da cultura, alvo, produto que será utilizado, equipamento e as condições ambientais são essenciais para uma aplicação eficaz (MATUO, 2007; MATARAZO, 2010; AZEVEDO, 2012).

Com a crescente aplicação dos produtos fitossanitários, tornou-se prática o conhecimento da melhor forma de aplicação para cada situação, caso contrário o controle possivelmente não será satisfatório. Tendo em vista que a melhor maneira de evitar perdas e conquistar um controle eficiente, é necessário fazer com que o produto atinja o alvo, e a uniformidade na aplicação e o adequado espectro de gotas são muito importantes (CUNHA et al., 2003).

Os principais fatores que influenciam nos processos de perdas durante a aplicação de um produto fitossanitário são deriva, a evaporação (COMBELLACK,

1981), além de ricocheteio e escoamento (DECARO et al., 2016). Assim, é imprescindível o cuidado para que não sejam produzidas gotas inadequadas de acordo com o alvo, e outras perdas como: volatilização, fotólise e perdas em função da incidência de chuvas também são recorrentes. DECARO et al. (2016) mostra que chuvas até 6 horas após a pulverização podem remover mais de 60% dos produtos aplicados.

Neste sentido, a adição de dois ou mais produtos no tanque do pulverizador imediatamente antes da pulverização, tem sido uma das práticas mais utilizadas entre os produtores, que buscam alternativas que aumentem a capacidade operacional. Em contrapartida, podem ocorrer desvantagens ligadas aos possíveis efeitos adversos desconhecidos das misturas de ingredientes ativos, principalmente com aqueles relacionados à incompatibilidade físico-química, aos efeitos fitotóxicos, perda de eficácia das moléculas fitossanitárias e à ecotoxicologia dos compostos.

Essas misturas podem sofrer ações que se manifestam de forma aditiva (a ação da mistura de produtos é a soma das ações de cada um dos agentes envolvidos), sinérgica (a ação da mistura é superior à soma das ações de cada agente em separado) ou antagônica (a ação da mistura é inferior à soma das ações de cada agente), interferindo ou não no controle do alvo e causando até mesmo danos toxicológicos (IKEDA, 2013). Características da calda que podem influenciar no controle do alvo, eventos como interferência na estabilidade e na eficiência das moléculas também podem ocorrer (REFSTRUP; LARSEN; MEYER 2010). Portanto, o grande desafio desta tecnologia, não deixar que estas alternativas modifiquem as características da calda não pode refletir em redução do efeito biológico esperado para o controle do alvo.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGÔLO-FILHO, R. C.; LOGUERCIO, L. L. *Bacillus thuringiensis* is an environmental pathogen and host-specificity has developed as an adaptation to human-generated ecological niches. **Insects**. v. 5, p. 62-91, 2014. doi:10.3390/insects5010062.

ARAÚJO, D. de; RAETANO, C. G. Adjuvante de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Editora: Fepaf. Botucatu, SP. 2011. 279 p

APROSOJA BRASIL. **A história da soja**. Disponível em: <http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/a-historia-da-soja/>. Acesso em março de 2017.

ÁVILA, C. J.; SOUZA, E. C. S. Palmo a palmo. **Cultivar Grandes Culturas**, n. 191, p. 22-25, 2015.

ÁVILA, J. C; VIVIAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 12 p. (Circular Técnica, 23).

BARROS E M, TORRES J B, RUBERSON J R, OLIVEIRA M D (2010). Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. **Entomol Exp Appl** 137: 237-245.

BASTOS C S, TORRES J B (2004). Os perigos às escondidas. **Rev Cultivar** 60: 10-13.

BEEGLE, C. B.; YAMAMOTO, T. Invitation paper (C.P. Alexander Fund): History of *Bacillus thuringiensis* Berliner research and development. **The Canadian Entomologist**. v. 124, n. 3, p. 587-616, 1992. DOI: <http://dx.doi.org/10.4039/Ent124587-4>.

BERNHARD, K.; JARRET, P.; MEADOWS, M. Natural isolates of *Bacillus thuringiensis*: worldwide distribution, characterization, and activity against insects pests. **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 70, n. 1, p. 59-68, 1997.

BERGAMASCO, V. B.; MENDES, D. R. P.; FERNANDES, O. A.; DESIDÉRIO, J. A.; LEMOS, M. V. F. *Bacillus thuringiensis* Cry1Ia10 and Vip3Aa protein interactions and their toxicity in *Spodoptera spp.* (Lepidoptera). **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 112, p. 152-158, 2013. DOI: 10.1016/j.jip.2012.11.011.

BUENO, A. F.; HIROSE, E.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; HOFFMAN CAMPO, C. B.; ROGGIA S. ***Helicoverpa armigera* e outros desafios do manejo de pragas na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. Folder 11.

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**, v. 93, p. 12-15, 2007.

BUSATO G R, GRUTZMACHER A D, GARCIA M S, GIOLO F P, MARTINS A F (2002) Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotrop Entomol** 31: 525-529.

CARVALHO, R. A. et al. Investigating the molecular mechanisms of organophosphate and pyrethroid resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. **Plos One**, v. 8, n. 4, p. e62268, 17 abr. 2013.

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

CAPINERA J L (2008) Encyclopedia of entomology. 2nd ed. **Springer, Dordrecht**, The Netherlands. v. 1-4. 4346p.

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

CZEPAK, C.; VIVAN, L.M.; ALBERNAZ, K. C. Praga da vez. **Cultivar, Grandes Culturas, Pelotas**, ano 15, n.167, p.20-27, abr. 2013b.

CZEPAK, C.; ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; ALBERNAZ, K. C. Praga da vez. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 176, p. 4-11, 2013b. Disponível em: Acesso em: 17 jul. 2016. doi: 10.1590/S1983-40632013000100015.

COMBELLACK, J. H. The problems involved in improving spraying efficiency. **Australian Weeds**, v.1, p.13-9, 1981.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos 2017/2018. Quinto Levantamento, Fev/2018**. Brasília: CONAB, 2018, 114 p.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira. 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_11_10_09_11_06_boletim_graos_novembro_2015.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira. 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_11_16_15_18_26_safras_nov_2015.pdf>. Acesso em 23 dez. 2015.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, n. 13, p. 4-10, set. 2000.

COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P.F. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2004/2005**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. (Embrapa Trigo. Sistema de Produção 1).

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M.M.; COURRY, J.R.; FERREIRA, L.R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.325-332, 2003a.

CHUNG, G.; SINGH, R. J. Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, n.5, p. 295-341, 2008.

CHOW, P. N. P. Adjuvants in spray formulation in relation to foliar application of herbicides. In: MATTHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. (Ed.). **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB, 1993. p. 291-304.

Cruz I, Monteiro M A R. **Controle biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo**, (2004) 4p. (Comunicado Técnico 98).

CRUZ I, TURPIN F T. Yield impact of larval infestation of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) to mid - whorl growth stage of corn. **J Econ Entomol** 1983, 76: 1052-1054

CRUZ I (1995) **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 45p. (Circular Técnica 21).

DATNOFF LE, RAID RN, SNYDER GH & JONES DB (1991) Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. **Plant Disease**, 75:729-732.

DECARO R. A.; DECARO JUNIOR, S. T.; FERREIRA, M. C. Deposit of pesticides without and with adjuvants on citrus seedlings following different intervals of artificial rain. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p.13-19, 2016.

DEGRANDE, P. E.; VIVIAN, L. M. **Pragas da Soja**. Rondonópolis: Boletim de Pesquisa da Soja: Fundação MT, 2007. 274 p.

DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) a lambda-cialotrina. **Proteção de Plantas**, v. 30, n. 2, p. 311–316, 2001.

EMBRAPA. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Embrapa Soja, 70p., 2000.

ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. Tradução: MORRETE, B. L. São Paulo: Blucher, 1974, 201p.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proccedings National of Academy Science**, v. 91, p. 11-17, 1994.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. In: EL-SHEMY, H. (Ed.). **Soybean: pest resistance**. Cairo: InTech, 2013. p. 231-280.

FAUNA EUROPAEA. ***Helicoverpa armigera* (Hübner 1808)**: taxonomy. [S.l.: n. s.] 2013. Disponível em: < https://fauna.eu.org/cdm_dataportal/taxon/26e3b6b1-f2e8-489f-b4a6-537758e165af> Acesso em: 17 nov. 2017

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Amostragem sequencial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, p. 117-122, 2003.

FERREIRA, M. C. **Padrão do jato aspergido, arraste e distribuição de gotas em função da adição de adjuvantes à calda e à pressão de trabalho com diferentes pontas de pulverização de energia hidráulica**. 2010. 73 f. Tese (Livre Docência em Tratamento Fitossanitário) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2010.

FERREIRA, M. C.; COSTA, G. M.; SILVA, A. R.; TAGLIARI, S. R. A. Fatores qualitativos da ponta de energia hidráulica ADGA 110015 para pulverização agrícola. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 2, p. 471-478, 2007.

FERREIRA, M. C. **Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em citros**. 2003. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2003.

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

FORD, B.J.; STRAYER, J.R.; REID, J.; GODFREY, G.L. The literature of arthropods associated with soybeans. Illinois, Natural History Survival, **Biology Notes**, n. 92, 1975.

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

GASSEN, D. N. **Lagartas de ocorrência antes eventual agora causam preocupação.** Correio Agrícola, São Paulo, n. 1, p. 8-10, 2007.

GAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

GAZZONI, D. L.; MOSCARDI, F. Effect of defoliation levels on recovery of leaf area, on yield and agronomic traits of soybeans. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 33, n. 4, p. 411-424, Apr. 1998.

GAZZONI, D.L.; YORINORI, J.T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja.** Brasília: Embrapa – SPI, 1995. 128 p. (Manuais de pragas e doenças, I).

GELERNTER, W.; SCHWAB, G. E. Transgenic bacteria, viruses, algae and other microorganisms as *Bacillus thuringiensis* toxin delivery systems. In: ENTWISTLE, P. F.; CORY, J. S.; BAILEY, M. J.; HIGGS, S. (Ed.). ***Bacillus thuringiensis, an environmental biopesticide: theory and practice.*** Chichester: John Wiley, 1993. cap. 4, p. 89-104.

GLARE, T. R.; O'CALLAGHAM, M. ***Bacillus thuringiensis: biology, ecology and safety.*** Chichester, John Wiley & Sons, 350p, 2000.

GOUSSAIN MM, MORAIS JC, CARVALHO JG, NOGUEIRA NL & ROSSI ML (2002) Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, 31:305-310.

HARDER, H.H.; RILEY, S.L.; McCANN, S.F. DPX-MP062: A novel broad spectrum, environmentally soft, insect control compound. Brighton **Crop Protection** Conference Pests, Diseases, 1996.

HECKMAN, J. SILICON: A Beneficial Substance, **Better Crops**, v. 97, n. 4, p. 14-16, 2013. Hewitt AJ (2008) Spray optimization through application and liquid physical property variables-I. **Environmentalist** 28:25-30.

HERZOG, D. C.; TODD, J. H. Sampling velvetbean caterpillar on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D. C. (Ed.). **Sampling methods in soybean entomology**. Ney York: Spring-Verlag, 1980. p. 107-140.

HERZOG, D.C. Sampling soybean looper on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D.C. (Ed.) **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer-Verlag, 1980. p. 141-168.

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

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE**. Disponível em:

ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201606.pdf. Acesso em março de 2017.

IKEDA F. S. Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. **Informe Agropecuário**, v.34, n.276, 2013.

JALLOW, M. F. A.; CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. Intra-specific Variation for Host Plant Use in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae):

implications for management. **Crop Protection**, v. 23, n. 10, p. 955-964, 2004. Disponível em: <[http:// dx.doi:10.1016/j.cropro.2004.02.008](http://dx.doi:10.1016/j.cropro.2004.02.008)>.

JUHÁSZ, A. C. P.; PÁDUA, G. P.; WRUCK, D. S. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. Desafios fitossanitários para a produção de soja. **Informe Agropecuário**, v. 276, p. 66-75, 2013.

KEEPING, M. G.; KVEDARAS, O. L.; BRUTON, A. G. Epidermal silicon on sugarcane: cultivar differences and role in resistance to sugarcane borer *Eldana saccharina*. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 60, p. 54-60. 2009

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras e mesas redondas...** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.

KUSS, C. C.; ROGGIA, R. C. R. K.; BASSO, C. J.; DE OLIVEIRA, M. C. N.; PIAS, O. H. C.; ROGGIA, S. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v. 51, n. 5, p. 527-536, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000500013.

LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). [S.l.: s.n.], 2007. **Disponível em:** <<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

LATORRE B A (1990) **Plagas de las hortalizas**. Santiago, FAO, 520p.

LEFEBVRE, A. H. **Atomization and sprays**. New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1989, 421p.

LIANG, Y.; NIKOLIC, M.; BELANGER, R.; HAIJUN, G.; SONG, A. Silicon in Agriculture. From Theory to Practice. **Springer**, Dordrecht, 2015, 1^a ed., 235 p.

LOURENÇÃO, A. L.; RECO, P. C.; BRAGA, N. R.; VALLE, G. E. DO; PINHEIRO, J. B. Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta-da-soja e de percevejos. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 275-281, 2010.

LUGINBILL P (1928) The fall armyworm. **Tech Bull US Depart Agric** 34: 1-91.

LUTTRELL R G, MINK J S (1999). Damage to cotton fruiting structures by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuide). **J Cotton Sci** 3: 35-44.

MAINARDI, J. T.; ASMUS, G. L. Danos e potencial reprodutivo de *Pratylenchus brachyurus* em cinco espécies vegetais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, p. 38-47, 2015.

MARTINS, G. L.; TOMQUELSKI, G. V. Eficiência de inseticidas sobre *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, p. 25-31, 2015.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 887 p. 1995.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990, 139p.

MELO, M. R. S.; ROCHA, J. V.; MANABE, V. D.; CERVI, W. R.; LAMPARELLI, R. A. C. Expansão do cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no Cerrado brasileiro, por meio de séries temporais de dados MODIS. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1159.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

McCANN, S.F.; ANNIS, G.D.; SHAPIRO, R.; PIOTROWSKI, D.W.; LAWDM, 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, n. 2, p. 153-164, 2001.

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

MOSCARDI, B.S.; BUENO, A.F.; SOSA-GOMEZ, 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. (Ed.). **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Brasília: EMBRAPA, 2012. p. 213-334.

MOSCARDI, F.; KASTELIC, J. G. Ocorrência de vírus de poliedrose nuclear e vírus de granulose em populações de *Spodoptera frugiperda* atacando soja na região de Sertaneja/ PR. EMBRAPA. Centro Nacional de Soja. Resultados da pesquisa de soja 1984/85. Londrina: [s.n.].

MOURA, J. Z. **Distribuição espacial e plano de amostragem Sequencial de *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), em dois sistemas de plantio de soja**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

NASCIMENTO, A. R. B. DO et al. Genetic basis of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to the chitin synthesis inhibitor lufenuron. **Pest Management Science**, v. 72, n. 4, p. 810–815, abr. 2016.

NAVON, A. *Bacillus thuringiensis* insecticides in crop protection – reality and prospects. **Crop Protection**. v. 19, n. 8/10, p. 669-676, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00089-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00089-2).

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. In: BONATO, E. R. (Ed.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 2000. p. 19-44.

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. History and contemporary perspectives of the Integrated Pest Management of soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**. v. 42, p. 119–127, 2013. DOI 10.1007/s13744-013-0111-y.

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.

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

PATEL, K. D.; PURANI, S.; INGLE, S. S. Distribution and diversity analysis of *Bacillus thuringiensis* cry genes in different soil types and geographical regions of India. **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 112, p. 116–121, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2012.10.008>.

POLANCZYK, R. A.; DE BORTOLI, S. A.; DE BORTOLI, C. P. *Bacillus thuringiensis* - based biopesticides against agricultural pests in Latin America. In: LARRAMENDY,

M.L.; SOLONESKI, S. (Org.). **Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics**. Rijeka: Intech, 2012, 682p. p. 445-462.

POLANCKYC, R. A.; VAN FRANKENHUYZEN, K.; PAULI, G. The American *Bacillus thuringiensis* based biopesticides market. In: FIUZA, L. M.; POLANCZYK, R. A.; CRICKMORE, N. (Ed.). ***Bacillus thuringiensis* and *Lysinibacillus sphaericus*: Characterization and use in the field of control**. Switzerland: Gewerbestrasse, 2017. p. 173 – 18.

POGUE G M (2002) A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Mem Am Entomol Soc** 43: 1-202.

PLUSCHKELL, U.; HOROWITZ, A.R.; WEINTRAUB, P.G.; ISHAAYA, I. DPX-MP062 - a potent compound for controlling the Egyptian cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.). **Pesticide Science**, v. 54, n. 2, p. 85-90, 1998.

PRASIFKA J R, BRADSHAW J D, MEAGHER R L, NAGOSHI R N, STEFFEY K L, GRAY ME (2009) Development and feeding of fall armyworm on *Miscanthus x giganteus* and switchgrass. **J Econ Entomol** 102: 2154-2159.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; CUNHA, J. P. A. R.; Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Biosci. J.**, Uberlândia, v.24, n.4, p.8-19, 2008.

REFFSTRUP, T. K.; LARSEN, J. C.; MEYER, O. Risk assessment of mixtures of pesticides. Current approaches and future strategies. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 56, p. 174-192, 2010.

RYCKAERT, B. et al. Quantitative determination of the influence of adjuvants on foliar fungicide residues. **Crop Protection**, v. 26, n. 10, p. 1589-1594, 2007.

SANCHIS, V. From microbial sprays to insect-resistant transgenic plants: history of the biopesticide *Bacillus thuringiensis*. A review. **Agronomy for Sustainable Development**. v. 31, p. 217-231, 2011.

Sá V G M, Fonseca B V C, Boregas K G B, Waquil J M (2009). **Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuide) em hospedeiros alternativos**.38: 108-115.

SAVIO, G. M.; PINOTTI, E. B. Controle biológico da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*) por *Baculovirus anticarsia*. **Revista Científica Eletrônica De Agronomia**, Garça, v. 7, n. 13, p. 23-30, 2008.

SOUZA, L. C. F.; PEDROSO, F. F.; PILETTI, L. M. M. S.; SECRETTI, M. L. desempenho agrônomo da soja em sucessão de culturas com espécies de oleaginosas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.4, n. 1, p. 112-126, 2015.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; HIROSE, E. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 2010. 90 p. (Embrapa – CNPSo. Documentos, 269).

SOSA-GÓMEZ, D. R. **Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos**. 2006. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv_fung.pdf> Acesso: 22 Fev. 2018.

SOJA em números (safra 2015/2016). Londrina: **Embrapa Soja**, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>.

SCOLARI, D. D. G. Produção agrícola mundial: o potencial do Brasil. In: SCOLARI, D. D. G. **Visão progressista do Agronegócio Brasileiro**. Brasília, DF: Fundação Milton Campos, 2006.

SCHLESINGER, S. Soja: **O grão que segue crescendo**. 2008. Disponível em: <<http://ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/DP21SchlesingerJuly08.pdf>>. Acesso em março 2017.

SCHNEPF, E.; CRICKMORE, N.; VAN RIE, J.; LERECLUS, D.; BAUM, J.; FEITELSON, J.; ZEIGLER, D. R.; DEAN, D. H. 1998. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**. v. 62, p. 775-806, 1998.

SCHÜNEMANN, R.; KNAAK, N.; FIUZA, L. M. Mode of action and specificity of *Bacillus thuringiensis* toxins in the control of caterpillars and stink bugs in soybean culture. **ISRN Microbiology**. v. 2014, p. 1-12, 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/135675>.

SPARKS, A. N. A review of the biology of the fall armyworm. **The Florida Entomologist**, v. 62, n. 2, p. 82–87, 1979.

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.

SULLIVAN, M.; MOLET, T. CPHST **Pest datasheet for *Helicoverpa armigera***. [S. l.]: USDAAPHIS-PPQ-CPHST, 2007. Disponível em: < https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/owb/downloads/owb-factsheet.pdf >. Acesso em: 14 nov. 2017.

SWIECICKA, I.; BARTOSZEWICZ, M.; KASULYTE-CREASEY, D.; DREWNOWSKA, J. M.; MURAWSKA, E.; YERNAZAROVA. A.; LUKASZUK, E.; MAHILLON, J. Diversity

of thermal ecotypes and potential pathotypes of *Bacillus thuringiensis* soil isolates. **Letters in Applied Microbiolgy**. v. 85, p. 262-272, 2013. DOI: 10.1111/1574-6941.12116.

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.

TOMQUELSKI, G.V.; MARTINS, G. L. M.; DIAS, T. S. Características e manejo de pragas da cultura da soja. **Pesquisa, Tecnologia e Produtividade**, Chapadão do Sul-MS, v. 2, n. 9, p. 61-82, 2015.

TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. L. M. Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos Chapadões. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 6, n. 1, p. 26-39, 2007.

VALICENTE, F. H.; CRUZ, I. Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus. 2001. Sete Lagoas: [s.n.]. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37470/1/circ-15-1.pdf>>.

van FRANKENHUYZEN, K. Cross-order and cross-phylum activity of *Bacillus thuringiensis* pesticidal proteins. **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 114, n. 1, p. 76-85, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2013.05.010>.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 56). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm>. acesso em: 15 jun.

VIANA, P. A.; CRUZ, I.; WAQUIL, J. M. Danos da lagarta-elasma à cultura do milho e medidas para o seu controle. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, **Comunicado Técnico**, 20, 3 p. 2000.

XU, L.; HU, H.; OZKAN, H. E.; BAGLEY, W. E.; KRAUSE, C. R. Droplet evaporation and spread on waxy and hairy leaves associated with the type and concentration of adjuvants. **Pest Management Science**, Chichester, v. 67, n. 7, p. 842–851, 2011.

WANG, N. C.; LI, Z. H. Studies on the biology of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hübner) and tobacco budworm (*Heliothis assulta* Quenee). **Journal of the Shandong Agricultural University**, Taian, v. 1-2, n. 1, p. 13-25, 1984.

WEIRICH NETO, P. H. **Importância de atributos agronômicos para qualificação da semeadura do milho (*Zea mays* L.) no sistema plantio direto na região dos Campos Gerais-PR**. Campinas: Editora Unicamp, 2004.

WISE, H.; NIKOLIC, M.; ROMHELD, V. Silicon in plant nutrition effects on zinc, manganese and boron leaf concentrations and compartmentation In: SATTELMACHER, B.; HORST, W. J (Ed.). **The apoplast of higher plants: Compartment of storage, transport and reactions**. London: Springer, 2007. p. 33-47.

WING, K.D.; SCHNEE, M.; SACHER, M.; CONNAIR, M. A novel oxidiazine insecticide is bioactivated in lepidopteran larvae. **Archives of insect biochemistry and physiology**, v. 37, p. 91103, 1998.

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. 19 n. 8/10, p. 537-545, 2000.

WOLF, W. J.; COWAN, J. C.; WOLFF, H. Soybeans as a food source, **C R C Critical Reviews in Food Technology**, v. 2, n. 1, p. 81-158, 1971.

ZALUCKI, M. et al. The Biology and Ecology of *Heliothis armigera* (Hubner) and *Heliothis punctigera* Wallengren (Lepidoptera, Noctuidae) in Australia - What Do We Know. **Australian Journal of Zoology**, v. 34, n. 6, p. 779, 1986.

ZELIN, E.; BUSSOLARO, I.; SIMONETTI, A. P. M. M. Aplicação de silício no controle de lagartas e produtividade da cultura da soja. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 4, n.1, p.171-180, 2011.

ZHANG, Y.; MA, Y.; WAN, P. J.; MU, L.L.; LI, G.Q. *Bacillus thuringiensis* insecticidal crystal proteins affect lifespan and reproductive performance of *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera exigua* adults. **Journal of Economic Ent Entomology**, v.106, p.614621, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/EC12413>.

CAPÍTULO 2 - EFEITOS DE CALDAS INSETICIDAS ASSOCIADAS AO ADJUVANTE E SILÍCIO FOLIAR NA TENSÃO SUPERFICIAL, ÂNGULO DE CONTATO E ESPECTRO DE GOTAS

EFEITOS DE CALDAS INSETICIDAS ASSOCIADAS AO ADJUVANTE E SILÍCIO FOLIAR NA TENSÃO SUPERFICIAL, ÂNGULO DE CONTATO E ESPECTRO DE GOTAS

RESUMO: Visando reduzir os prejuízos causados por insetos pragas na cultura, a utilização de inseticidas sintéticos é a forma de controle mais empregada pelos agricultores. As caldas fitossanitárias tendem a manter altos os valores de tensão superficial, implicando em desvantagem para as pulverizações devido ao espalhamento reduzido das gotas sobre as superfícies vegetais, com implicações sobre a eficácia. Portanto, propôs-se neste trabalho verificar os efeitos de caldas fitossanitárias associadas ao adjuvante e ao silício foliar, na tensão superficial, ângulo de contato em superfícies foliares na cultura da soja e o espectro de gotas pulverizadas. O trabalho constituiu de três experimentos distintos, a fim de verificar a cinética da tensão superficial, o ângulo de contato em diferentes superfícies, artificiais (lâmina de vidro e parafilm) e naturais em folhas de soja, O delineamento utilizado para os três experimentos foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3x4+1. Diante do exposto, conclui-se que a associação das caldas inseticidas aos aditivos, interfere na cobertura do alvo, uma vez que reduz a tensão superficial das caldas, consequentemente altera o ângulo de contato das gotas formadas com a superfície da folha de soja, diminuem a % de gotas < 100 µm e o SPAN.

PALAVRAS-CHAVE: espalhamento da gota, caracterização das gotas, superfícies foliares, pulverização, tratamento fitossanitário

EFFECTS OF INSECTICIDAL CALDAS ASSOCIATED TO ADJUVANT AND FOLIAR SILICON IN SURFACE TENSION, CONTACT ANGLE AND SPECTRUM OF DROPS IN SOYBEAN CULTURE

ABSTRACT: In order to reduce the damage caused by insect pests in the crop, the use of synthetic insecticides is the most used form of control by farmers. Phytosanitary starches tend to maintain high surface tension values, implying a disadvantage for spraying due to the reduced spread of droplets on plant surfaces, with implications for efficacy. Therefore, it was proposed in this work to verify the effects of phytosanitary silts associated with the adjuvant and the silicon leaf, on the surface tension, contact angle on leaf surfaces in the soybean crop and the spectrum of spray droplets. The work consisted of three different experiments, in order to verify the kinetics of the surface tension, the contact angle in different surfaces, artificial (glass and parafilm) and natural leaves in soybean. The design used for the three experiments was completely randomized, with 3x4 + 1 factorial scheme. In view of the above, it is concluded that the association of insecticidal syrups with the additives interferes with the coverage of the target, since it reduces the surface tension of the syrups, consequently altering the contact angle of the droplets formed with the surface of the soybean leaf, % droplets <100 µm and SPAN.

KEY WORDS: spreading, drop characterization, leaf surfaces, spraying, phytosanitary treatment

1. INTRODUÇÃO

A soja *Glycine max* (L.) Merrill, é o produto com maior expressão de cultivo no Brasil (Embrapa, 2016). A nível mundial, é a oleaginosa mais produzida e consumida, que está em constante demanda e chega a movimentar bilhões de reais, fazendo com que as maiores produtividades sejam sempre almejadas (CONAB, 2018). Visando reduzir os prejuízos causados por insetos pragas na cultura, a utilização de inseticidas sintéticos é a forma de controle mais empregada pelos agricultores. A aplicação de produtos fitossanitários via pulverização é a principal estratégia adotada pelos produtores para manter a população de pragas presentes na cultura da soja em densidades baixas, uma vez que as mesmas, podem ocorrer ao mesmo tempo no campo (PARRA et al., 2010; LARANJEIRA et al., 2015).

Com o intuito de aumentar o espectro de ação da aplicação, diminuir os números de operações e os gastos com o tratamento fitossanitário, os agricultores utilizam misturas de produtos no tanque de pulverização. Combinações que podem alterar as características físico-químicas das caldas, com efeitos nos valores de tensão superficial, pH, condutividade elétrica e estabilidade da calda, fatores que influenciam tanto na eficácia dos tratamentos fitossanitários quanto na qualidade da aplicação. (MACIEL et al., 2010; PETTER et al., 2013).

O uso de aditivos em mistura de caldas fitossanitárias, como os adjuvantes, que são substâncias ou compostos, cuja função é proporcionar melhorias nas caldas aumentando a eficiência ou modificando suas características, facilitando assim a pulverização (KISSMANN, 1997), ou diminuindo perdas por evaporação em condições climáticas desfavoráveis vem sendo muito utilizados (KISSMAN, 1998).

O silício foliar que tem sido muito estudado, com intuito de obter informações sobre seu efeito no manejo integrado de pragas. Goussain et al. (2002), verificaram que a aplicação de silício pode dificultar a alimentação de lagartas, aumentando a relação com a mortalidade, devido à resistência dos tecidos. Entretanto, o silício aplicado via foliar não é redistribuído nos tecidos das plantas, ou seja, a sua ação se restringe ao local onde foi aplicado, exigindo uma boa cobertura e distribuição do produto na superfície foliar e de forma preventiva (FIGUEIREDO, RODRIGUES; 2007).

Apesar de comuns a maioria das combinações não possuem respaldo técnico de fabricantes dos produtos e/ou de órgãos oficiais (BRASIL, 2002). A Associação Brasileira dos Defensivos Genéricos (AENDA) relata a não necessidade de registros de misturas de tanque, mas destaca a responsabilidade do agricultor no caso dessa prática. Portanto, é de grande importância o conhecimento sobre os produtos a serem misturados (PETTER et al., 2012). Considerando que as alterações na calda resumtantes das misturas podem influenciar a resposta na qualidade da aplicação, como a cobertura e distribuição uniforme das caldas fitossanitárias, aumentando a eficiência de controle de insetos pragas na cultura da soja, e a carência de estudos que comprovem o efeito entre estas associações, justifica o presente trabalho, que apresentou este problema como hipótese. Portanto, propôs-se neste trabalho verificar os efeitos de caldas fitossanitárias associadas ao adjuvante e ao silício foliar, na tensão superficial, ângulo de contato em superfícies foliares na cultura da soja e o espectro de gotas pulverizadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constituiu de três experimentos distintos, a fim de verificar a cinética da tensão superficial, o ângulo de contato em diferentes superfícies, artificiais (lâmina de vidro e parafilm) e naturais (folhas de soja), e a caracterização das gotas (DMV, SPAN, $<100\ \mu\text{m}$). Os tratamentos avaliados foram compostos por inseticida químico e biológico, isolados ou em mistura, associados a adição ou não de adjuvante e silício foliar (Tabela 1). O delineamento utilizado para os três experimentos foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial $3 \times 4 + 1$, o primeiro fator é constituído pelo inseticida químico, biológico e a sua mistura, o segundo fator a associação dos aditivos (1= sem aditivo, 2=adjuvante, 3=silício foliar, 4=adjuvante+silício foliar).

Tabela 1. Inseticidas utilizados na composição das caldas fitossanitárias associadas ao adjuvante e silício foliar para o controle de insetos pragas nas culturas da soja.

CALDAS	PRODUTOS
1- Q.	Químico ¹
2- Q.+A.	Químico ¹ + Adjuvante ²
3- Q+S.F.	Químico ¹ + Silício foliar ³
4- Q+S.F.+A.	Químico ¹ + Silício foliar ³ + Adjuvante ²
5- B.	Biológico ⁴
6- B.+A.	Biológico ⁴ + Adjuvante ²
7- B.+S.F.	Biológico ⁴ + Silício foliar ³
8- B.+S.F.+A.	Biológico ⁴ + Silício foliar ³ + Adjuvante ²
9- Q.+B.	Químico ¹ + Biológico ⁴
10- Q.+B.+A.	Químico ¹ + Biológico ⁴ + Adjuvante ²
11- Q.+B.+S.F.	Químico ¹ + Biológico ⁴ + Silício foliar ³
12- Q.+B.+S.F.+A.	Químico ¹ + Biológico ⁴ + Silício foliar ³ + Adjuvante ²
13- Controle	Água

¹Avatar - Indoxacarbe inseticida grupo oxadiazina – dose de 200mL.ha⁻¹; ²Argenfrut - adjuvante grupo hidrocarbonetos alifáticos – dose de 0,5% (v v⁻¹); ³ Supa Sílica - fertilizante foliar líquido – dose 1 L.ha⁻¹; ⁴ Dipel - *Bacillus thuringiensis* inseticida biológico – dose 0,5L.ha⁻¹.

Tensão superficial

As medições foram realizadas em um tensiômetro automático (OCA-15 Plus, Dataphysics Germany). A tensão superficial foi determinada pelo método da gota pendente, onde imagem da gota é capturada por uma câmera e analisada por assimetria de eixos, determinada utilizando para ajuste a equação de Young-Laplace. (ADSA - Axisymmetric Drop Shape Analysis). As gotas foram formadas em uma seringa de precisão de 500 µL e a taxa de liberação das gotas foi com volumes de 5 µL s⁻¹, visando evitar seu desprendimento da ponta da agulha. Os valores de tensão superficial foram mensurados segundo a segundo na unidade de mN m⁻¹. O experimento contou com 12 tratamentos, representados pelas caldas, mais uma testemunha, composta por água, em quatro repetições. Em cada repetição, houve leitura por período de 60 segundos, totalizando 60 valores. A tensão superficial decresce ao longo do tempo até o equilíbrio entre as interfaces (agulha-líquido-ar).

Para efeito de comparação dessas variações foram avaliados os tempos de 1 segundo, 30 segundos e 60 segundos para as caldas utilizadas no experimento.

Ângulo de contato

Para a avaliação do ângulo de contato utilizou-se o mesmo equipamento (OCA15 Plus) e ocorreram de duas formas diferentes perante a pubescência das folhas. A superfície adaxial das folhas de soja, foram analisadas imediatamente pelo software do equipamento, onde o ângulo de contato foi medido durante 60 segundo uma leitura por segundo. A superfície abaxial das folhas devido à alta pilosidade foi analisada em dois softwares simultaneamente, onde a gota após a deposição na superfície da folha, foi feito um Print Screem do software do equipamento no primeiro segundo após a deposição da gota na folha e a imagem gerada foi analisada no software ImageTool, através da opção de medida de ângulo.

Para facilitar a leitura de ângulo de contato da gota sobre a superfície por análise de imagem, foram cortados retângulos longitudinais na dimensão de 5x1 (em cm) da folha de soja e estas foram fixadas numa prensa de forma que eventuais ondulações na superfície analisada não interferisse no padrão de leitura. O volume das gotas para a avaliação do ângulo de contato foi de 2 μ L.

Espectro de gotas

A análise do espectro de gotas foi realizada de forma direta, pelo método da difração de raio laser, utilizando-se um analisador de partículas (Mastersizer S®, Malvern Instruments Co.), que se baseia no desvio da luz após incidir nas gotas, em que o diâmetro das gotas é inversamente proporcional ao ângulo do desvio sofrido pela luz (FERNANDES et al., 2007).

A ponta de pulverização foi instalada à 40 cm do feixe de laser. A pulverização foi acionada com ar comprimido e a pressão de 300 kpa foi mantida constante com um regulador de pressão de precisão. De acordo com o manual do fabricante da ponta de pulverização, o modelo TT 11002 produziu gotas médias. Foi utilizado um oscilador longitudinal para o jato de calda atravessar transversalmente o laser durante a leitura pelo aparelho, visando uma amostragem representativa dos tamanhos de gota produzidos por toda a extensão do jato da ponta. O tempo despendido pelo oscilador

para mover-se de um extremo ao outro do jato aplicado foi ajustado para 3 segundos. As condições ambientais médias no momento de realização dos experimentos foram: temperatura do ar de 26°C, umidade relativa do ar de 55% e ausência de ventos. Os valores relacionados ao espectro de tamanho de partículas foram processados e tabelados diretamente pelo programa (Mastersizer S V.2.19, Malvern Instruments Co.). Para caracterizar o espectro de gotas formado, foram utilizados os valores de diâmetro mediano volumétrico (DMV), porcentagem do volume em gotas com diâmetro menor que 100 µm (%Vol<100 µm) e a uniformidade do espectro de gotas (SPAN). O SPAN é obtido através da equação: $SPAN = (Dv_{0,9} - Dv_{0,1}) / Dv_{0,5}$. Na qual $Dv_{0,1}$ corresponde ao diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor; $Dv_{0,5}$ ao diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor, também conhecido como diâmetro da mediana volumétrica (DMV); $Dv_{0,9}$ ao diâmetro de gota tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor. Com o SPAN, pode-se analisar a variação do tamanho das gotas produzidas no determinado espectro de gotas, ou seja, quanto mais próximo de 0 estiver o valor de SPAN, mais homogêneo é o espectro, ou seja, maior é o volume da calda pulverizado por gotas do tamanho preconizado. Os resultados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise da variância, pelo teste F, e havendo significância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). O software utilizado para realizar a estatística foi o AgroEstat® (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As caldas contendo produtos fitossanitários, com ou sem aditivos diferiram do tratamento adicional (água), que apresentou o maior valor de tensão superficial das gotas, nos três tempos de avaliação (Figura 1). A água pode ser um solvente universal de moléculas polarizadas (MATUO, 1990), indica grande força de ligação por pontes de hidrogênio entre suas moléculas (HEWITT, 2008; IOST; RAETANO, 2010), o que explica seu elevado valor de tensão superficial.

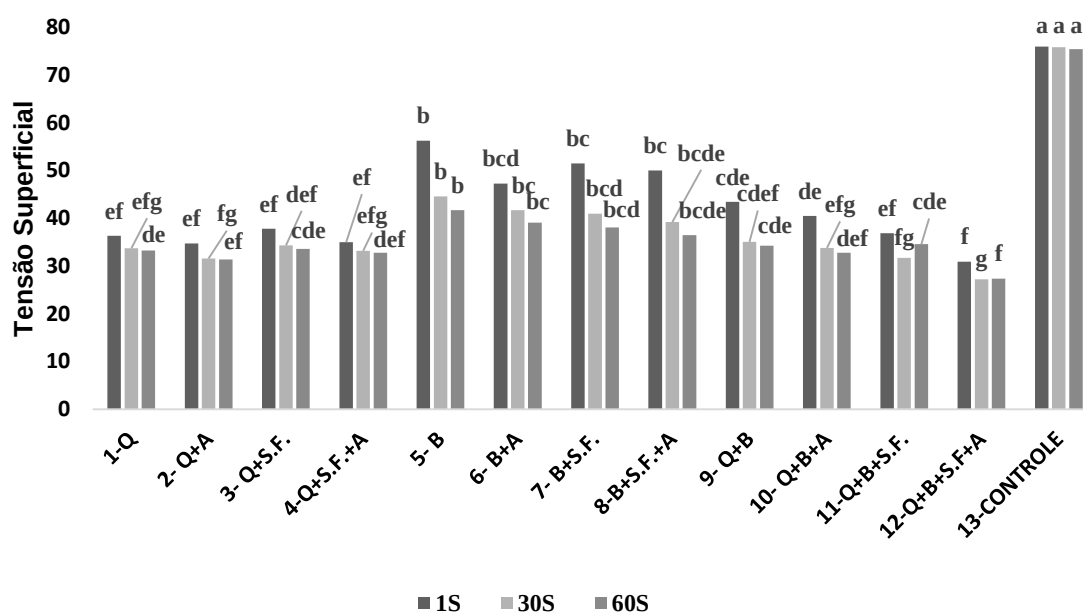


Figura 1. Análise da variância e testes de significância para de tensão superficial de gotas, em mN.ma^{-1} , para caldas fitossanitárias isoladas ou em mistura, associadas a aditivos. 1 segundo (1S) CV=6,86. DMS=9,04. F=47,79**. MG=44,37; 30 segundos (3S) CV=6,00. DMS=6,89. F=82,09**. MG=38,69; 60 segundos (60S) CV=4,88. DMS=5,47. F=124,67**. MG=37,76; F – Valor do F calculado na análise de variância; DMS – Diferença Mínima Significativa; CV – Coeficiente de Variação; MG – Média Geral; ** – significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * – significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns – não significativo ($p \geq 0,05$).

Avaliando os inseticidas isoladamente, verificou diferença para o inseticida biológico, apresentando maior valor de tensão superficial das gotas nos três tempos avaliados (Figura 1). Na combinação desses produtos, a avaliação no tempo de 1 segundo, a calda contendo a adição do adjuvante contribuiu para a redução da tensão superficial na calda com inseticida biológico, porém não diferiu da calda com silício e da mistura dos aditivos, já no tempo de 60 segundos, os aditivos em mistura (adjuvante e silício foliar) reduziram a tensão da calda com inseticida biológico. Salvalaggio et al. (2016) encontraram resultados semelhantes, verificando que a tensão superficial das caldas com *B. thuringiensis* (500 g.ha^{-1}), apresentaram alta tensão superficial, similar à tensão da água, já o tratamento com adição de óleo

mineral ($500 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ e $0,5\% \text{ v v}^{-1}$) apresentou redução na tensão superficial de 39,5%, quando comparada à da água.

Nas caldas em combinação com inseticida químico, biológico e aditivos (Tratamento 12), constatou-se menor valor de tensão superficial nos tempos avaliados (Figura 1). Essa redução dos valores de tensão superficial é comumente verificada, quando feita a mistura de várias formulações de produtos fitossanitários na calda, uma vez que, as formulações comerciais já apresentam alguns componentes que reduzem a tensão superficial (PALLADINI; RAETANO; VELINI, 2005).

Ao avaliar os grupos de produtos fitossanitários (inseticidas, aditivos), verificou-se interação significativa nos de tempos de 1 e 60 segundos (Tabela 2). A adição de silício foliar e do adjuvante reduziu os valores de tensão superficial, demonstrando alterações nas características das caldas para essas combinações de produtos fitossanitários (Tabela 3). Este efeito se deve ao tempo e a modificação da orientação das moléculas entre líquidos ou do líquido com a superfície vegetal (IOST; RAETANO, 2010).

Tabela 2. Valores médios de tensão superficial de gotas em $\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$, para caldas fitossanitárias a 1,30 e 60 segundos.

	Tensão Superficial		
	1S	30S	60S
Químico	35,9 b	33,2b	32,7b
Biológico	51,2 a	41,6a	38,8a
Químico + Biológico	37,9 b	31,9b	32,2b
DMS	3,09	2,3	1,8
Sem Aditivo	45,3 a	37,7a	36,4a
Adjuvante	40,8 b	35,7ab	34,4ab
Silício foliar	42,0 ab	35,6ab	35,4a
Adjuvante + Silício foliar	38,6 b	33,2b	32,2b
DMS	3,9	3,0	2,3
CV%	6,8	6,0	4,8
MG	44,3	38,6	37,7
F1	89,5**	61,6**	47,2**
F2	7,5**	5,8**	8,5**
F1xF2	3,4*	2,4 ^{NS}	3,1*
Fatorial x água	350,6**	831,4**	1356,7**

CV: Coeficiente de variação; MG: Média geral e F: valor do F calculado dos fatores.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns -não significativo ($p \geq 0,05$). As médias na coluna

seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para as caldas com adjuvante (óleo mineral), as reduções na tensão superficial possivelmente deveram-se à formação de micelas pelas moléculas do óleo mineral na calda (IOST & RAETANO, 2010; GIMENES et al., 2013). Estas ligações podem atuar como ponte entre moléculas de água e do inseticida, o que reduz a tensão superficial da calda, substituindo ligações mais fortes representadas por pontes de hidrogênio da água (XU et al., 2011).

Tabela 3. Valores médios de tensão superficial de gotas, em mN.m⁻¹, para caldas fitossanitárias referente ao desdobramento dos graus de liberdade entre a interação das caldas inseticidas com os aditivos.

	1S		
	Químico	Biológico	Químico+Biológico
Sem aditivo	36,3 Ac	56,3 Aa	43,4 Ab
Adjuvante	34,7 Ab	47,3 Ba	40,4 Ab
Silício Foliar	37,8 Ab	51,4 ABa	36,8 ABb
Adjuvante + Silício F.	35,0Ab	50,0 ABa	30,9 Bb
	60S		
	Químico	Biológico	Químico+Biológico
Sem aditivo	33,2Ab	41,7Aa	34,2Ab
Adjuvante	31,3Ab	39,0ABa	32,7Ab
Silício Foliar	33,6Ab	38,0ABa	34,5Aab
Adjuvante + Silício F.	32,7Aa	36,5Ba	27,3Bb

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas, e maiúsculas nas colunas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

A mistura em tanque com diferentes produtos fitossanitários é uma prática presente tendo em vista a economia de operações. No entanto, conhecer possíveis implicações físicas, químicas e biológicas desta prática que possam vir a comprometer a eficiência dos tratamentos realizados é extrema importância. De forma geral, os produtos fitossanitários reduziram a tensão superficial das caldas, com efeito no espalhamento das gotas sobre as folhas, refletindo em maior cobertura da superfície foliar, colaborando com a qualidade da aplicação.

Os resultados obtidos para as leituras do ângulo de contato das caldas fitossanitárias variaram de acordo com as caldas e as diferentes superfícies de leitura utilizadas no experimento (Figura 3).

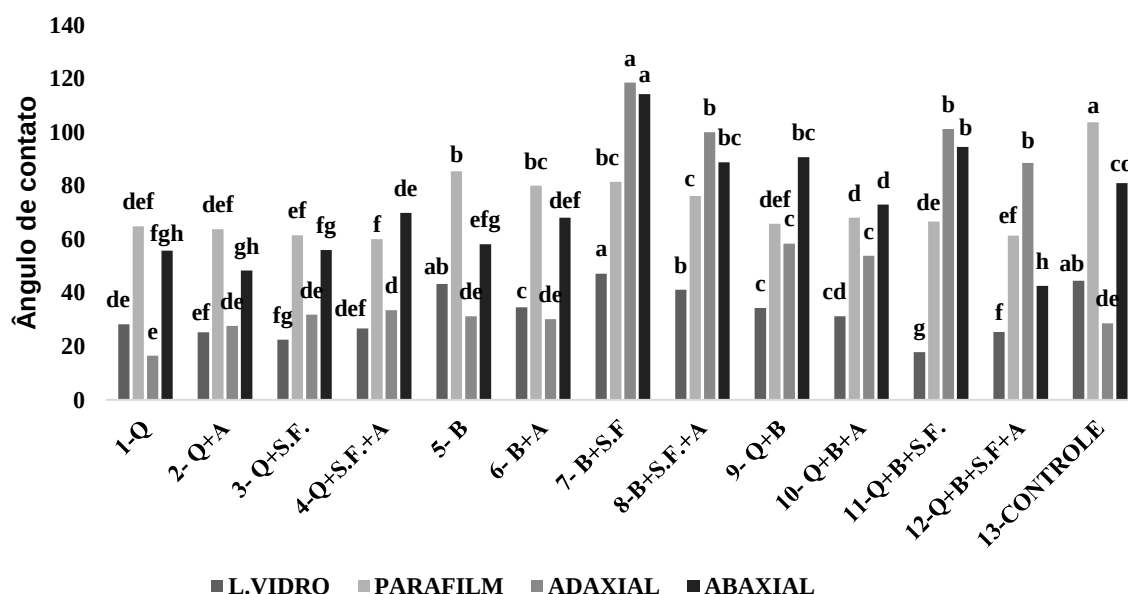


Figura 2 - Análise da variância e testes de significância para o ângulo de contato para as caldas fitossanitárias, em diferentes superfícies. Lâmina de vidro CV=5,70. DMS=5,50. F=75,46**. MG=32,48; parafilm CV=2,82. DMS=6,05. F=115,59**. MG=72,24; adaxial; CV=9,76. DMS=16,04. F=123,34**. MG=55,39; abaxial CV=6,19. DMS=13,31. F=64,13**. MG= 72,39; F – Valor do F calculado na análise de variância; DMS – Diferença Mínima Significativa; CV – Coeficiente de Variação; MG – Média Geral; ** – significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * – significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns – não significativo ($p \geq 0,05$).

Dentre as superfícies artificiais, a calda composta pelo inseticida biológico com silício foliar (tratamento 7) apresentou maior ângulo na superfície da lâmina de vidro. No parafilm ocorreu diferença significativa com todas as caldas em relação a água que apresentou maior ângulo, sendo as caldas preparadas com inseticida biológico, adição do silício foliar e adjuvante apresentaram maiores valores de ângulo de contato em relação as outras composições (Figura 2).

Nas superfícies naturais, tanto a adaxial como a abaxial, a calda que contém inseticida biológico e adição do silício foliar (tratamento 7) diferiu das outras caldas,

apresentando o maior valor do ângulo de contato ($118,53^\circ$). Com esse resultado, podemos caracterizar a calda com baixa capacidade de espalhamento, pois ao medir o ângulo de contato de uma gota na superfície, pode caracterizá-la quanto à capacidade de espalhamento. Quando menor que 90° , pode-se considerar que a superfície é hidrofílica. Porém, se os ângulos forem maiores que 90° , caracterizam-se superfícies hidrofóbicas (MOITA NETO, 2006; IOST; RAETANO, 2010).

Os menores valores de ângulo foram encontrados na calda com inseticida químico (tratamento 1) na superfície adaxial, e na calda em mistura com inseticida químico, biológico, silício foliar e adjuvante (tratamento 12) na superfície abaxial (Tabela 4). Portanto, essas caldas inseticidas avaliadas tiveram ângulo de contato menor do que 90° , indicando que são substâncias que possuem afinidade com a água e proporcionam maior espalhamento na superfície do alvo. Ao misturar os inseticidas, silício e o adjuvante às caldas proporcionou uma maior afinidade com a composição da superfície foliar, resultado em valores menores para o ângulo de contato (MOITA NETO, 2006; IOST; RAETANO, 2010).

No entanto, o espalhamento do líquido nas folhas também depende dos constituintes de sua epiderme, na qual a tensão interfacial (líquido-folha) precisa ser maior que a tensão superficial do líquido para um maior espalhamento (KISSMANN, 1997; LO; HOPKINSON, 1995).

Tabela 4. Valores médios de ângulo de contato para caldas fitossanitárias, em diferentes superfícies, artificiais (lâmina de vidro e parafilm) e naturais em folhas de soja.

	Ângulo de Contato			
	Artificial		Natural	
	L.vidro	Parafilm	Adaxial	Abaxial
Químico	25,6b	62,5c	27,4c	57,4b
Biológico	41,5a	80,8a	69,9b	82,3a
Químico+ Biológico	27,2b	65,4b	75,5a	84,8a
DMS	1,8	2,0	5,4	4,5
Sem Aditivo	35,3a	72,0a	35,3c	68,1c
Adjuvante	30,3b	70,6a	37,2c	63,1c
Silício foliar	29,1b	69,8a	83,8a	88,2a
Adjuvante + Silício foliar	31,0b	65,9b	74,0b	79,9b
DMS	2,3	2,6	6,9	5,8
CV%	5,7	2,8	9,7	6,2
MG	32,4	72,2	55,3	72,3
F1	269,4**	277,4**	284,1**	136,1**
F2	19,0**	14,8**	191,5**	57,8**
F1xF2	28,5**	2,4 NS	42,8**	30,0**
Fatorial x água	138,0**	773,3**	80,0**	143,0**

CV: Coeficiente de variação; MG: Média geral e F: valor do F calculado dos fatores.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns -não significativo ($p \geq 0,05$). As médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve interação das caldas com os aditivos nas superfícies lâmina de vidro, parte adaxial e abaxial. O silício foliar foi o aditivo que apresentou diferença em mistura com inseticida químico e biológico (tratamento11) na lâmina de vidro, na superfície adaxial e abaxial. A calda sem aditivo e a com adjuvante diferiram dos outros aditivos, com menores valores, exceto na calda 9 em que ocorreu um aumento do ângulo de contato (Tabela 5). Evidenciando a mistura dos aditivos nas caldas fitossanitárias, modificaram as ligações entre as moléculas presentes na composição dos produtos fitossanitários.

Tabela 5. Valores médios de ângulo de contato para caldas fitossanitárias, referentes ao desdobramento dos graus de liberdade entre a interação das caldas inseticidas com os aditivos.

	Lâmina de vidro		
	Químico	Biológico	Químico + Biológico
Sem aditivo	28,5Ac	43,3ABa	28,5Ac
Adjuvante	25,2ABb	34,5Ba	31,2Aa
Silício Foliar	22,4Bb	47,2Aa	17,7Cc
Adjuvante + Silício F.	26,6Ab	41,1Ba	25,3Bb
	Superfície Adaxial		
	Químico	Biológico	Químico + Biológico
Sem aditivo	16,5Bc	31,2Cb	58,4Ca
Adjuvante	27,7ABb	30,1Cb	53,8Ca
Silício Foliar	31,8Ac	118,5Aa	101,24Ab
Adjuvante + Silício F.	33,5Ac	99,9Ba	88,5Bb
	Superfície Abaxial		
	Químico	Biológico	Químico + Biológico
Sem aditivo	55,7Bb	58,1Cb	90,6ABa
Adjuvante	48,3Bb	68,0Ca	72,9Ca
Silício Foliar	56,0Bc	114,2Aa	94,5Ab
Adjuvante + Silício F.	69,86Ab	88,8Ba	81,0BCa

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas, e maiúsculas nas colunas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

O diâmetro mediano volumétrico (DMV), a porcentagem do volume de gotas com diâmetro menor que 100 μm (%Vol < 100 μm) e a uniformidade do espectro de gotas (SPAN) foram influenciados pela constituição da calda (Figura 3).

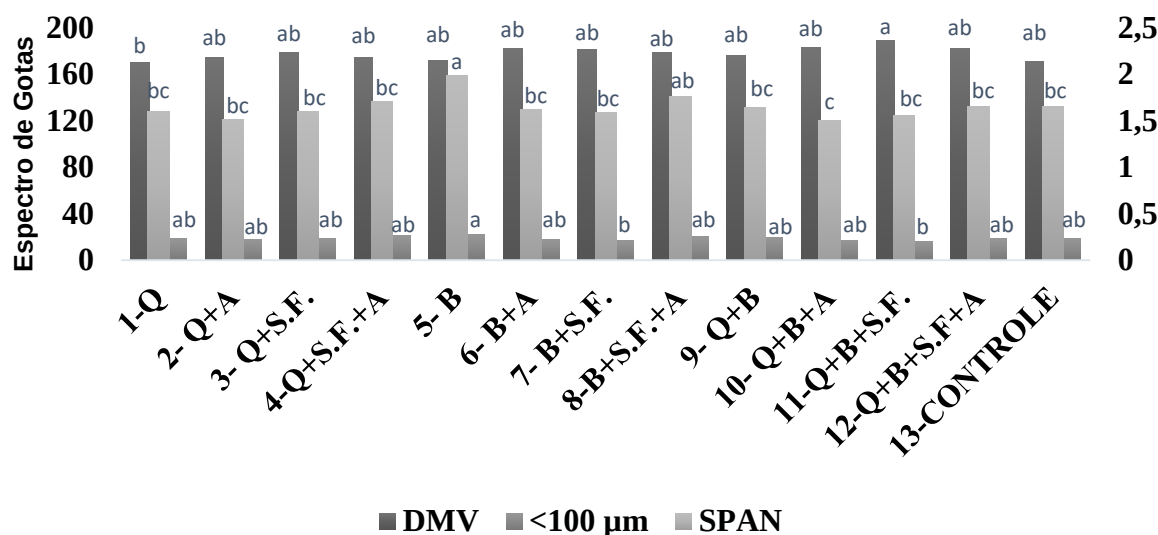


Figura 3 - Análise da variância e testes de significância para o espectro de gotas, para caldas fitossanitárias. Diâmetro mediano volumétrico (DMV) CV=3,42. DMS=18,07. F=2,53*. MG=178,07; Coeficiente de uniformidade (SPAN) CV=5,09. DMS=0,24. F=6,69** MG=1,64. Porcentagem do volume de gotas com tamanho inferior a 100 μm (<100 μm) CV=8,51. DMS=4,72. F=2,90*. MG=18,73. F – Valor do F calculado na análise de variância; DMS – Diferença Mínima Significativa; CV – Coeficiente de Variação; MG – Média Geral; ** – significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * – significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns – não significativo ($p \geq 0,05$).

Para o parâmetro DMV, a calda contendo a mistura de inseticida químico, biológico e silício foliar (tratamento 11) diferiu significativamente da calda com inseticida químico (tratamento 1) apresentando maior valor do parâmetro (Figura 3, Tabela 6). Entretanto, a composição da calda altera as suas características de viscosidade e tensão superficial que resultam em modificação da estrutura interna do jato, com efeito no tamanho e uniformidade das gotas formadas (BUTLER-ELLIS; TUCK; MILLER, 2001). Dessa forma, esta composição indica que ocorreu alteração

significativa no valor do DMV em relação a calda composta somente pelo inseticida químico.

Oliveira et al. (2015) citam que um dos fatores que indicam o risco de deriva de uma ponta é a porcentagem do volume de gotas com diâmetro $\leq 100 \mu\text{m}$. Isso significa que o modelo de ponta TT 11002 que foi modelo utilizado no trabalho, proporciona maior segurança nas aplicações em relação ao risco de deriva.

Para o parâmetro Span, a calda composta por apenas inseticida biológico (Tratamento 5) apresentou diferença significativa em relação a água e a todos os outros tratamentos exceto o tratamento 8, apresentando maior valor de coeficiente de uniformidade. O Span indica a uniformidade no diâmetro de gotas, de modo que, quanto mais próximo de zero, menor será a variação de diâmetro em relação ao DMV, então estas caldas indicam menor uniformidade de gotas.

Para as outras caldas avaliadas houve redução significativa, destacando-se a calda com inseticida químico, biológico e adjuvante (tratamento 10), com menor valor de Span (Tabela 6), o que é bom, pois essa maior uniformidade é interessante possibilita que aplicações sejam feitas com gotas de diâmetro mais próximo do escolhido, sem que haja gotas muito menores nem muito maiores, que podem se perder por deriva e por escorrimento, respectivamente (FERGUSON et al., 2015).

Considerando a interação das caldas com os aditivos, as caldas com o inseticida químico isolado e as caldas em mistura diferiram da calda com apenas inseticida biológico. Para o químico isolado o adjuvante reduziu o valor do Span. O silício foliar reduziu o valor do Span para o inseticida biológico isolado, porém não diferiu dos outros aditivos, a para as caldas em mistura de inseticidas não houve diferença dos aditivos (Tabela 7).

Tabela 6. Valores médios da caracterização do espectro de gotas (DMV, SPAN, <100 µm), para as caldas fitossanitárias.

	Espectro de gotas		
	DMV	SPAN	<100 µm
Químico	174,5b	1,6b	19,1a
Biológico	178,7ab	1,7a	19,1a
Químico +Biológico	182,6a	1,5b	17,8a
DMS	6,1	0,08	1,6
Sem Aditivo	172,7b	1,7a	20,0a
Adjuvante	179,8ab	1,5b	17,6bc
Silício foliar	183,3a	1,5b	17,4c
Adjuvante + Silício foliar	178,5ab	1,7a	19,7ab
DMS	7,8	0,1	2,0
CV%	3,4	5,0	8,5
MG	178,0	1,6	18,7
F1	5,4*	11,4**	2,7ns
F2	4,6**	11,8**	6,5**
F1xF2	0,2ns	3,6**	1,5NS
Fatorial x água	2,5*	0,03ns	0,01ns

CV: Coeficiente de variação; MG: Média geral e F: valor do F calculado dos fatores.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns -não significativo ($p \geq 0,05$). As médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o valor percentual de gotas menores que 100 µm a calda 5 diferiu significativamente das caldas composta pelo inseticida biológico e silício foliar (tratamento 7). A calda em mistura com inseticida químico, biológico e silício foliar (tratamento 11), apresentou menor valor para o parâmetro, indicando que caldas as caldas em mistura apresentam gotas com menor possibilidade de deriva, mostrando que a combinação destes produtos fitossanitários, promoveram mudança neste parâmetro. Pois, o percentual de gotas sujeitas à deriva (%Vol<100 µm) é influenciada pelo modelo da ponta de pulverização, assim quanto menor for essa porcentagem, menor o risco de deriva durante uma aplicação de produto fitossanitário, uma vez que gotas menores que 100 µm são mais propensas à deriva, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (Bueno et al., 2013).

Tabela 7. Valores médios de espectro de gotas para as caldas fitossanitárias, referentes ao desdobramento dos graus de liberdade entre a interação das caldas inseticidas com os aditivos.

	SPAN		
	Químico	Biológico	Químico + Biológico
Sem aditivo	1,6ABb	1,9Aa	1,6Ab
Adjuvante	1,5Ba	1,6Ba	1,5Aa
Silício Foliar	1,6ABa	1,5Ba	1,5Aa
Adjuvante + Silício F.	1,7Aa	1,7Ba	1,6Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula nas linhas não diferem entre si.

4.CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que a associação das caldas inseticidas aos aditivos, interfere na cobertura do alvo, uma vez que reduz a tensão superficial das caldas, consequentemente altera o ângulo de contato das gotas formadas com a superfície da folha de soja, diminuem a % de gotas < 100 µm e o SPAN.

5.REFERÊNCIAS

AZEVEDO, L. A. S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. Campinas, SP: Emopi Gráfica, 2001. 230 p.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat - **Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Versão 1.1.0.668. Jaboticabal: [s.n.], 2013.

BUENO MR, CUNHA JPAR, ROMAN RAA. Tamanho de gotas de pulverização em diferentes condições operacionais por meio da técnica de difração do raio laser. **Engenharia Agrícola**. 35, n5, p.975-985,2013.

BUTLER-ELLIS, M. C.; TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. How surface tension of surfactant solutions influences the characteristics of sprays produced by hydraulic

nozzles used for pesticide application. *Colloids Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 190, n. 3, p. 267-276, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 4074 que regulamenta a Lei 7802 de 11 de julho de 1989 que dispõe sobre agrotóxicos, seus componentes e afins e de outras providencias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2002.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos 2017/2018. Quinto Levantamento, Fev/2018**. Brasília: CONAB, 2018, 114 p.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Soja em números (safra2015/2016).EmbrapaSoja.Disponívelem:www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos. **Acesso em:** 17/10/2016.

FERGUSON JC, CHECHETTO RG, O'DONNELL CC, DORR GJ, MOORE JH, BAKER GJ (2016) Determining the drift potential of Venturi nozzles compared with standard nozzles across three insecticide spray solutions in a wind tunnel. **Pest Management Science** 72:1460–1466.

FERNANDES, A. P.; PARREIRA, R. S.; FERREIRA, M. C.; ROMANI, G. N. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 728-33, 2007.

GIMENES MJ, ZHU H, RAETANO CG, OLIVEIRA RB (2013) Dispersion and evaporation of droplets amended with adjuvants on soybeans. **Crop Protection** 44:84-90.

GOUSSAIN, M.M. et al. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p. 305-310,2002.

lost CAR, Raetano CG (2010) Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola** 30(4):670-680.

KISSMAN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. B. (Org.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 39-51.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, 21. 1997, Caxambu. Palestras e mesas redondas... Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.

LARANJEIRA, F.F.; SILVA, S.X.B.; ANDRADE, E.C.; ALMEIDA, D.O.; SILVA, T.S.M.; SOARES, A.C.F.; FREITAS-ASTUÁ, J, Infestation dynamics of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) in citrus orchards as affected by edaphic and climatic variables. **Experimental and Applied Acarology**, v.66, n.4, p.491 -508, 2015.

LO, C. C.; Hopkinson, M. Influence of adjuvants on droplet spreading. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMICALS, 14., 1995, Melbourne. Proceedings...Rotorua: **New Zealand Forest Research Institute**, 1995. p.144-149. (FRI Bulletin, 193).

MACIEL, C. D. G.; Guerra, N.; Oliveira neto, A. M.; Poletine, J. P.; Bastos, S. L. W.; Dias, N. M. S. Tensão superficial estática de misturas em tanque de glyphosate + chlorimuronethyl isoladas ou associadas com adjuvantes. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 673-685, 2010.

MATUO T (1990) **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal, Funep, p139.

MOITA NETO, J.M. Molhamento e ângulo de contato. Teresina: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí. Março 2006. **Disponível em:** <<http://www.fapepi.pi.gov.br/ciencia/documentos/Molhamento.PDF>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

OLIVEIRA JRG DI, FERREIRA MC, ROMÁN RAA (2010). Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *Pseudoplusia includens*. **Engenharia Agrícola** 30(1):92 - 99.

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

PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; TORRES, M.L.G.; NAVA, D.E.; PAIVA, P.E.B. Bioecologia do vetor *Diaphorina citri* e transmissão de bactérias associadas ao huanglongbing. **Citrus Research & Technology**, v. 31, p. 37-51, 2010.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, p. 129-138, 2013.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, p. 449-457, 2012.

SALVALAGGIO, A. C.; FERREIRA, S. D.; COSTA, N.V.; BAIOCO, R.A.,CORAZZA, K.A.,CAZZO, V.N. Área de espalhamento de gotas de soluções com inseticida biológico e adjuvantes em folhas de mandioca. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 15, p. 82-87, 2016

Xu L, Zhu H, Ozkan HE, Bagley WE, Krause CR (2011) Droplet evaporation and spread on waxy and hairy leaves associated with the type and the concentration of adjuvants. **Pest Management Science** 67:842-851.

CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DE CALDAS FITOSSANITÁRIAS NO CONTROLE DE LAGARTAS DESFOLHADORAS EM FUNÇÃO DA COBERTURA, DEPÓSITO E ESPECTRO DE GOTAS NA CULTURA DA SOJA

AVALIAÇÃO DE CALDAS FITOSSANITÁRIAS NO CONTROLE DE LAGARTAS DESFOLHADORAS EM FUNÇÃO DA COBERTURA, DEPÓSITO E ESPECTRO DE GOTAS NA CULTURA DA SOJA

RESUMO: Atualmente com a tendência em buscar alternativas que possam complementar a eficiência dos inseticidas convencionais, tem se sido utilizado os bioinseticidas (produto à base de Bt). No entanto, é essencial que igual importância seja dada tanto ao produto fitossanitário, quanto a tecnologia de aplicação. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do inseticida químico e biológico com adição ou não de aditivos no controle de lagartas desfolhadoras na cultura da soja em condições de campo. O experimento foi conduzido na área experimental da UNESP/Jaboticabal, SP. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 6 tratamentos mais a testemunha. Os tratamentos avaliados foram, inseticidas químico e biológico, isolados ou associados ao adjuvante e silício foliar. Os fatores avaliados foram depósito, cobertura e espectro de gotas, mortalidade das lepidópteras e produtividade da cultura. Foi concluído que, o terço superior da planta da soja, recebeu maior quantidade de calda depositada e percentual de cobertura. A adição de adjuvante na calda reduziu tamanho da gota, e promoveu melhoria de cobertura no terço médio e inferior. As espécies *C. includens* e *A. gemmatilis* o inseticida químico com e sem aditivo apresentou melhor controle aos 1 e 3 DAA para as lagartas pequenas, para a *S. frugiperda* as caldas estudadas apresentaram controle semelhante, em virtude destes resultados houve incremento na produtividade da soja, principalmente quando adicionou o adjuvante.

PALAVRAS-CHAVE: lepidópteras, tecnologia de aplicação, aditivos

EVALUATION OF PHYTOSANITARY CALVES IN THE CONTROL OF DESFOLIATING LAGARTAS IN THE FUNCTION OF THE COVERAGE, DEPOSIT AND SPECTRO OF DROPS IN SOYBEAN CULTURE

ABSTRACT: Currently, with the tendency to look for alternatives that can complement the efficiency of conventional insecticides, the bio-insecticides (Bt-based product) have been used. However, it is essential that equal importance be given to both the plant protection product and the application technology. In this sense, the objective of the work was to evaluate the efficiency of the chemical and biological insecticide with or without additives in the control of leafhopper caterpillars in the soybean crop under field conditions. The experiment was conducted in the experimental area of UNESP/Jaboticabal, SP. The experimental design was a randomized complete block design with 6 treatments plus the control. The evaluated treatments were chemical and biological insecticides, isolated or associated to the adjuvant and foliar silicon. The factors evaluated were deposition, coverage and spectrum of droplets, lepidoptera mortality and crop productivity. It was concluded that the upper third of the soybean plant received a larger amount of deposit and percentage coverage. The addition of adjuvant in the syrup reduced droplet size, and promoted improved coverage in the middle and lower third. The species *C. includens* and *A. gemmatilis* the chemical insecticide with and without additive had better control at 1 and 3 DAA for the small caterpillars, for the *S. frugiperda* the studied silts presented similar control, due to these results there was an increase in the productivity of the especially when adding the adjuvant.

KEY WORDS: lepidoptera, application technology, additives

1.INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a mais importante oleaginosa em produção sob cultivo extensivo no Brasil (LANA et al., 2007). Constitui uma das principais commodities de exportação do Brasil, na safra de 2017/18, estimou-se aproximadamente 35 milhões de hectares em área plantada e produção de 11.558 mil toneladas (CONAB, 2018). No entanto, um dos principais fatores que afetam a produtividade é a ocorrência de pragas (TOMQUELSKI et al., 2015). Atacada por vários insetos desde a raiz as partes reprodutivas, no período vegetativo ao reprodutivo, causando inúmeras perdas, tanto em redução de estande, quanto na produção de grãos (ÁVILA & GRIGOLLI, 2014). Dentre as espécies mais recorrentes nos cultivos da soja estão: *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebidæ), *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidæ), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidæ) e *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidæ) (GASSEN, 2007; DEGRANDE; VIVAN, 2007; ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

Herzog (1980) observou grande dificuldade de controle de algumas destas espécies, devido ao hábito do inseto em permanecer no terço mediano das plantas, ficando assim protegida da aplicação de inseticidas, especialmente quando a cultura está em sua fase reprodutiva, no qual as folhas do topo oferecem uma barreira às gotas de pulverização. Para o controle são utilizados inseticidas químicos, que podem apresentar resultados mais rápidos e até eficientes (TALEKAR; SHELTON, 1993; CASTELO BRANCO; FRANÇA, 2015). Atualmente, há uma tendência em buscar alternativas que possam complementar o efeito dos inseticidas convencionais, e os bioinseticidas (produto à base de Bt) entra como uma opção, pois tem sido amplamente utilizado no combate destes insetos-pragas. Geralmente, o controle biológico, isoladamente, não pode fornecer o controle eficiente, mas pode atuar como controle adicional, logo, a utilização de inseticida químico é inevitável. Assim, é primordial a escolha de um inseticida seletivo, afim de reduzir os impactos negativos aos inimigos (OLIVEIRA et al., 2013).

Todavia, é essencial que igual importância seja dada tanto ao produto fitossanitário, quanto a tecnologia de aplicação utilizada, ressaltando que o

desenvolvimento da tecnologia de aplicação é indispensável para melhorar a eficiência de controle de pragas, garantindo que o produto alcance o alvo, minimizando-se perdas (BAUER & RAETANO 2000, CUNHA et al., 2003a).

Segundo Viana et al. (2010), os parâmetros de maior importância para a determinação da população de gotas, que podem promover melhoras a qualidade da aplicação, como a quantidade de caldas depositada e maior cobertura nas plantas, consequentemente o controle, são o diâmetro da mediano volumétrico (DMV), coeficiente de uniformidade (SPAN) e a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100 μm . Com o depósito e cobertura por gotas prejudicadas, o ingrediente ativo não atinge o alvo em quantidade e qualidade adequadas, reduzindo o residual de controle, obrigando a uma nova aplicação e, consequentemente, encurtando o intervalo entre aplicações (NAVARINI, 2008).

Deste modo, o objetivo foi avaliar a eficiência do inseticida químico indoxacarbe, e do inseticida biológico dipel com adição ou não de aditivos (adjuvante, silício foliar) no controle de lagartas desfolhadoras na cultura da soja, e a qualidade da cobertura e deposição das caldas aplicadas em condições de campo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação e condução do experimento a campo

O experimento foi conduzido na safra 2015/2016, na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da UNESP - Câmpus de Jaboticabal, SP (latitude de 21° 15' 17" S, longitude de 48° 19' 20" W e altitude média de 575 m), com a cultura da soja, cultivar "CD2737RR", de ciclo médio e hábito de crescimento indeterminado. A semeadura foi realizada no sistema convencional no dia 30/11/2015, utilizando-se o espaçamento de 0,45 m entrelinhas. Cada parcela foi constituída por 10 linhas de semeadura de 10 m de comprimento, perfazendo uma área total de 45 m². Os tratos culturais e aplicações de herbicidas foram realizados de acordo com as recomendações indicadas para a cultura da soja (EMBRAPA, 2011). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 6 tratamentos mais a testemunha, com 4 repetições. Os tratamentos avaliados foram compostos por

inseticida químico e biológico, isolados ou associados ao adjuvante e silício foliar (Tabela 1).

Tabela 1. Inseticidas utilizados na composição das caldas fitossanitárias associadas ao adjuvante e silício foliar para o controle de insetos lepidópteros pragas nas culturas da soja.

CALDAS	PRODUTOS
1- Q.	Químico ¹
2- Q.+A.	Químico ¹ + Adjuvante ²
3- Q.+ S.F.	Químico ¹ + Silício foliar ³
4- B.	Biológico ⁴
5- B.+A.	Biológico ⁴ + Adjuvante ²
6- B.+S.F.	Biológico ⁴ + Silício foliar ³
7- Controle	sem aplicação

¹Avatar - inseticida Indoxacarbe, do grupo oxadiazina – dose de 400ml/há; ²Argenfrut – adjuvante (óleo mineral) grupo hidrocarbonetos alifáticos – dose de 0,5% (v v⁻¹); ³Supa Sílica - fertilizante foliar líquido - dose 1L/ha; ⁴Dipel - *Bacillus thuringiensis* inseticida biológico – dose 0,5L/há.

Foi realizada uma aplicação dos inseticidas, aos 66 dias após a emergência (DAE), época em que a cultura se encontrava no estágio reprodutivo R2. Nas aplicações utilizou-se um pulverizador CO² pressurizado, com barra de 3,0 m e pontas do modelo TT 11002 produziu gotas médias, operando com pressão constante de 300 kpa, e volume de calda de 100 L/ha⁻¹. As condições climáticas médias durante a aplicação foram: umidade relativa 50%, temperatura de 34°C e velocidade do vento de 8 km/h⁻¹.

2.2 Depósito da calda das plantas após pulverização

Para quantificar o depósito das plantas após a da calda pulverizada, adicionou-se à calda um marcador metálico formulado à base de sulfato de manganês (31% de Mn²⁺), na concentração de 6 g L⁻¹. Após a aplicação da calda com o marcador coletou-se, em duas plantas por parcela, dois folíolos da planta. De acordo com o método

descrito por OLIVEIRA e MACHADO-NETO (2003), as amostras foram colocadas em sacos de polietileno, aos quais foram adicionados 150 ml de solução de ácido clorídrico (HCl) $0,2 \text{ mol L}^{-1}$, seguindo-se repouso por 60 minutos para extração do sal aplicado. Após este período o extrato foi filtrado e no qual se quantificou o íon metálico (Mn^{2+}) recuperado em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo iCE 3000. Os folíolos coletados foram lavados e digitalizados para estimar a área foliar por meio de um medidor de área foliar LI-COR (Modelo LI 3100C). As concentrações em $\mu\text{g/mL}^{-1}$ de manganês obtido das leituras do espectrofotômetro foram relacionadas às áreas foliares medidas, e posteriormente transformadas em volume por unidade de área ($\mu\text{L.cm}^{-2}$) através da expressão matemática: $C_i.V_i = C_f.V_f$ em que: C_i = concentração inicial na calda de aplicação (mg L^{-1}); V_i = volume retido pelo alvo (mL); C_f = concentração detectada em densidade óptica (mg L^{-1}); e V_f = volume de diluição da amostra de cada planta (ml). O produto dessa expressão matemática foi dividido pela área foliar do respectivo folíolo, o volume retido pelo alvo foi apresentado em mL de calda/ cm^2 OLIVEIRA e MACHADO-NETO (2003).

2.3 Cobertura das plantas após pulverização

Na avaliação da cobertura da pulverização foram utilizados papéis hidrossensíveis colocados em duas plantas por parcela. Os papéis foram fixados diretamente sobre as folhas de soja utilizando-se grampos metálicos, sendo retirados imediatamente após a secagem da calda pulverizada e acondicionados em sacos de papel para mantê-los fora da exposição da umidade. Posteriormente, os papéis foram digitalizados em escâner de mesa, com resolução de 300 dpi, para processamento das imagens pelo programa computacional QUANT v.1.0.0.22 (FERNANDES FILHO; VALE; LIBERATO, 2002). Este software fornece a informação da porcentagem de área coberta pelas gotas pelo contraste de cores entre a área intocada do papel e a mancha proporcionada pela gota depositada nele e, de acordo com MATUO (1990), a cobertura das gotas pulverizadas pode ser expressa em porcentagem ou por meio do número de gotas por centímetro quadrado que atingem o alvo.

2.4 Caracterização de gotas pulverizadas

A análise do espectro de gotas foi realizada de forma direta, pelo método da difração de raio laser, utilizando-se um analisador de partículas (Mastersizer S®, Malvern Instruments Co.), que se baseia no desvio da luz após incidir nas gotas, em que o diâmetro das gotas é inversamente proporcional ao ângulo do desvio sofrido pela luz (FERNANDES et al., 2007). A ponta de pulverização foi instalada à 40 cm do feixe de laser. A pulverização foi acionada com ar comprimido e a pressão de 300 kpa foi mantida constante com um regulador de pressão de precisão. De acordo com o manual do fabricante da ponta de pulverização, o modelo TT 11002 produziu gotas médias. Foi utilizado um oscilador longitudinal para o jato de calda atravessar transversalmente o laser durante a leitura pelo aparelho, visando uma amostragem representativa dos tamanhos de gota produzidos por toda a extensão do jato da ponta. O tempo despendido pelo oscilador para mover-se de um extremo ao outro do jato aplicado foi ajustado para 3 segundos. As condições ambientais médias no momento de realização dos experimentos foram: temperatura do ar de 26°C, umidade relativa do ar de 55% e ausência de ventos. Os valores relacionados ao espectro de tamanho de partículas foram processados e tabelados diretamente pelo programa (Mastersizer S V.2.19, Malvern Instruments Co.). Para caracterizar o espectro de gotas formado, foram utilizados os valores de diâmetro mediano volumétrico (DMV), porcentagem do volume em gotas com diâmetro menor que 100 μm (%Vol<100 μm) e a uniformidade do espectro de gotas (SPAN). O SPAN é obtido através da equação: $SPAN = (Dv_{0,9} - Dv_{0,1}) / Dv_{0,5}$. Na qual $Dv_{0,1}$ corresponde ao diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor; $Dv_{0,5}$ ao diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor, também conhecido como diâmetro da mediana volumétrica (DMV); $Dv_{0,9}$ ao diâmetro de gota tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor. Com o SPAN, pode-se analisar a variação do tamanho das gotas produzidas no determinado espectro de gotas, ou seja, quanto mais próximo de zero estiver o valor de SPAN, mais homogêneo é o espectro, ou seja, maior é o volume da calda pulverizado por gotas do tamanho preconizado.

2.5 Avaliação de Mortalidade das lagartas desfolhadoras

Em cada parcela, nas linhas centrais, foram realizadas três amostragens utilizando-se um pano com as dimensões de 1 m², sendo que em cada ponto amostral foi avaliado o número de lagartas vivas, contando-se o número de lagartas grandes (> 1,5cm) e pequenas (< 1,5cm) ao zero (Prévia) 2, 4, 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos produtos. (Embrapa, 2011). Os dados foram transformados para $\sqrt{x+5}$ e submetidos a análise de variância (realizado pelo teste de F). A média entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As porcentagens de eficiência (%E) dos tratamentos foram calculadas pela fórmula de Henderson & Tilton (1955), sendo: $\%E = 100 \times [1 - (\text{NIV na testemunha antes da aplicação} \times \text{NIV no tratamento depois da aplicação} / \text{NIV na testemunha depois da aplicação} \times \text{NIV no tratamento antes da aplicação})]$, onde NIV = número de insetos vivos. Assim como a classificação e critérios, assumindo como baixa eficiência (menor que 80%), boa eficiência (80 a 90%) e alta eficiência (maior que 90%).

2.6 Produtividade

Para avaliação do efeito dos tratamentos na produtividade, realizou-se a colheita dos grãos de soja com auxílio de uma colhedora de parcelas nas 3 linhas centrais da parcela útil. Em seguida, determinou-se o teor de umidade nos grãos de soja de cada tratamento pelo método da estufa descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e, posteriormente, fez-se a correção da produtividade estipulada em kg ha⁻¹ para umidade de 13%.

2.7 Análise estatística

Os resultados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise da variância pelo teste F, e havendo significância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). O software utilizado para realizar a estatística foi o AgroEstat® (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2013).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Depósito da calda após pulverização

Com o objetivo de avaliar a quantidade de calda que chegou a superfície das folhas, nas diferentes alturas da planta, foi realizada a recuperação do marcador adicionado à calda, com o valor obtido, transformado para mL de calda por cm² de folha. Observou-se que não houve diferença significativa para as caldas aplicadas, assim como para os terços superior, médio e inferior (Figura 1).

Souza et al. (2007) relatam que as folhas localizadas no terço inferior das plantas são o alvo mais difícil de se atingir em pulverização, devido a sobreposição de folhas existentes no caminho da gota até o alvo e a maior perda em condições ambientais adversas, que implicam em menor número de gotas chegando ao alvo e com isso irregularidade no volume depositado. Resultado também visto na Figura 1, no qual o terço superior ocorreu maior valor (0,0017 mLde calda/cm²) de depósito de caldas em relação ao terço médio e inferior, chegando a um valor 4 vezes maior, enquanto que nos terços médio e inferior os valores de depósitos foram semelhantes.

Assim como no trabalho de Christovam et al. (2010), também foram observados valores muito baixos de depósito para os estratos médio e inferior das plantas, provavelmente devido ao alto enfolhamento da cultura que pode ter dificultado a chegada das gotas até as porções mais internas da planta. Román et al. (2009), relataram que os folíolos da porção superior das plantas de soja interceptam a maior parte das gotas produzidas e, portanto, houve maior dificuldade de penetração das gotas pulverizadas pela massa de folhas, usualmente chamada de efeito guarda-chuva. Farinha et al. (2009), estudando a deposição de calda em pulverização terrestre, em cultivares de soja no estágio R1, não encontraram bom desempenho, em relação à deposição de calda na parte basal, mesmo com o emprego de gotas finas. Embora mais sujeitas à deriva, as gotas finas apresentam capacidade de penetração superior no dossel das plantas (CUNHA et al., 2016).

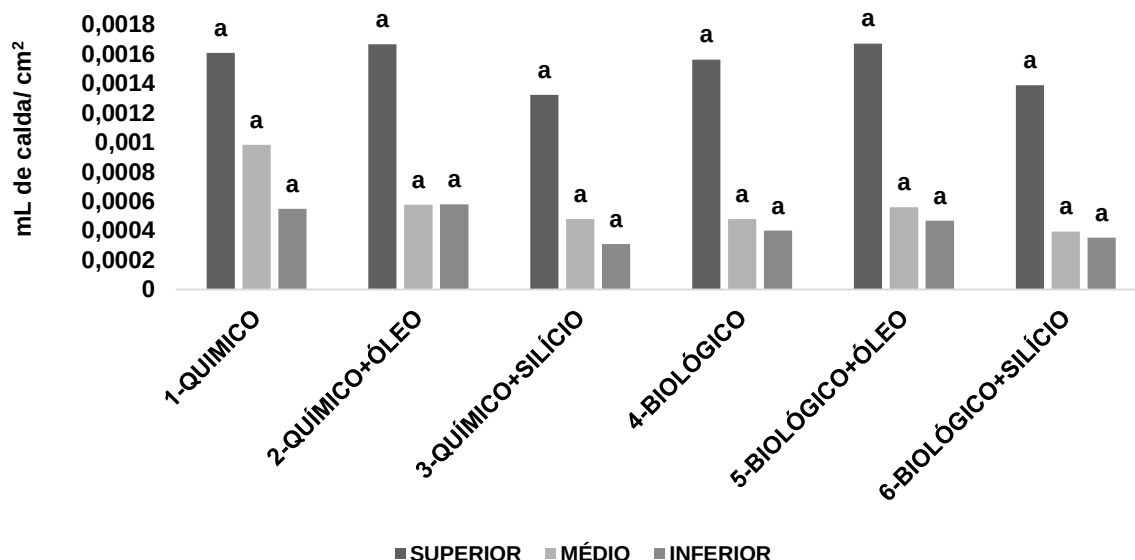


Figura 1. Depósito de calda (mL/cm²) dos tratamentos estudados nas plantas de soja. Jaboticabal/SP. 2015/2016. Médias seguidas de mesma letra entre tratamentos, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados transformados em ARCSEN ($\sqrt{x/100}$). Terço superior F=,034^{ns}, CV= 16,24; Terço médio F= 1,03^{ns}. CV=37,18; Terço inferior F=0,95^{ns}, CV=29,63.

Para o efeito dos aditivos (adjuvante, silício foliar), adicionados as caldas, não foi encontrado efeito significativo na quantidade de calda fitossanitária depositada na planta de soja. Resultado que difere do encontrado por Carbonari et al. (2005) os quais verificaram que a adição de Silwet na dosagem de 0,05% promoveu um maior depósito da calda de pulverização.

3.2 Cobertura das plantas após pulverização

Para a avaliações de cobertura encontradas nos papeis hidrossensíveis fixados nas folhas de soja, houve diferença significativa apenas no terço inferior. Entretanto, o terço superior apresentou maior porcentagem de cobertura com 11,5%, enquanto que o terço médio e inferior apresentou em média 4% e 1% respectivamente. Os tratamentos com o inseticida químico com ou sem aditivos (1,2 e 3) apresentaram os melhores resultados para o terço superior, no terço médio e inferior, sendo que o

tratamento 2 (inseticida químico com adjuvante) se destacou com maior porcentagem de cobertura (Figura 2). Estes resultados, podem ser explicados pelo fato de que, a parte superior das plantas de soja apresenta maior dossel de folhas e área foliar, proporcionando uma barreira de proteção do inseticida para os terços mais inferiores. Resultados também encontrados por Schroder (2007), que identificou maior porcentagem de cobertura de gotas no topo das plantas de soja em relação ao terço inferior dessas plantas na aplicação terrestre e aérea.

Por essa razão, as aplicações precisam vencer a barreira imposta pela massa de folhas e, assim, promover boa cobertura no interior do dossel da planta (Ozkan et al., 2006), pois a redução da área fotossintética tanto do limbo foliar quanto das nervuras, causada pela alimentação de pragas na fase imatura, pode durar dias e causar grandes prejuízos, como desfolhada planta de até 100%.

De acordo com Cunha et al. (2016) uma das formas de se minimizar esse problema, pode estar ligada ao tamanho das gotas, pois são diretamente responsáveis por sua capacidade de penetração no dossel, fato ocorrido no trabalho do ANTUNIASSI et al. (2004) no qual estudou que as gotas menores proporcionam melhor cobertura na parte inferior da planta. Neste sentido os aditivos misturados as caldas inseticidas, possivelmente contribuíram para um incremento na porcentagem de cobertura no terço médio e inferior, correlacionando que, a adição de aditivos nas caldas fitossanitárias, tenham levado a uma diminuição do diâmetro mediano volumétrico (DMV) e do coeficiente de uniformidade (SPAN), promovendo um maior número de gotas efetivas durante a aplicação e, com isto, o aumento da cobertura (Tabela 2).

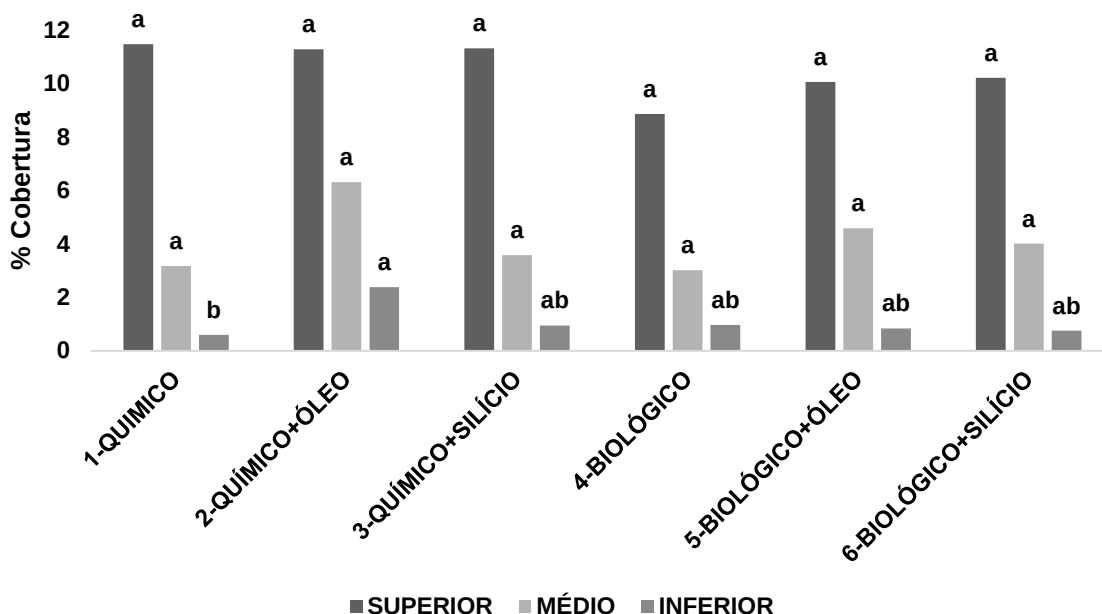


Figura 2. Cobertura (%) nas plantas de soja. Jaboticabal/SP. 2015/2016. Médias seguidas de mesma letra entre tratamentos, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados transformados em $\sqrt{x+5}$. Terço superior $F=0,57^{ns}$, $CV=30,25$; Terço médio $F=0,54^{ns}$, $CV=15,87$; Terço inferior $F=2,59^*$, $CV=8,26$.

Oliveira (2011) confirma a influência dos adjuvantes na variação de DMV, destacando a redução do diâmetro mediano volumétrico nas caldas. Do ponto de vista prático, a redução do tamanho das gotas poderá resultar em melhor cobertura das folhas, com potencial de melhoria do desempenho fitossanitário do tratamento. Cunha et al. (2010), analisando a cobertura de gotas nos diferentes terços da planta de milho afirmou que, no dossel superior da cultura do milho, ocorreu maior porcentagem de cobertura e, no terço inferior, menor cobertura de gotas, o que já era esperado, uma vez que o terço superior se encontra mais próximo ao ponto de lançamento da gota. Porém ao optar por produção de gotas menores, é necessário cautela no momento da aplicação, pois condicionando a qualidade da cobertura do alvo ao diâmetro de gotas, as de menor diâmetro proporcionam maior penetração entre as folhas das culturas (CHRISTOFOLETTI, 1992; SANTOS, 1992; OZEKI & KUNZ, 1998), mas, ao se reduzir o diâmetro das gotas para aumentar a cobertura do alvo, com o mesmo volume de aplicação, maior é a interferência do vento, causando deriva, e da temperatura e umidade do ar, causando perdas por evaporação (CHRISTOFOLETTI,

1999). Efeito este, que pode ter ocorrido para as caldas aplicadas sem adição de aditivos.

3.3 Caracterização de gotas pulverizadas

Para as análises do espectro de gotas, os resultados do fator DMV mostraram que apenas a calda 6 não diferiu da testemunha, apresentando maior diâmetro mediano volumétrico entre os tratamentos estudados, em contrapartida, todas as outras caldas avaliadas reduziram o tamanho das gotas pulverizadas. Quando comparado por inseticidas, os aditivos não apresentaram efeitos significativos para as caldas, porém a adição do adjuvante diminuiu o DMV para 187 e 190 μm (tratamentos 2 e 5). No fator SPAN, as caldas 2 e 6 não diferiram da testemunha, mostrando que a uniformidade do espectro de gotas não sofreu alteração. Quando se observa o parâmetro porcentagem do volume de gotas com tamanho inferior a 100 μm ($\% < 100 \mu\text{m}$), verifica-se que no momento em que a calda é pulverizada, a presença do adjuvante com o inseticida biológico, houve menor produção de gotas menores que 100 μm (Tabela 2).

Tabela 2. Análise da variância e testes de significância para o espectro de gotas, das caldas fitossanitárias. Diâmetro mediano volumétrico (DMV); Coeficiente de uniformidade (SPAN); Porcentagem do volume de gotas com tamanho inferior a 100 μm ($<100 \mu\text{m}$).

Tratamentos	Espectro de gotas		
	DMV	SPAN	$\% < 100$
1- QUÍMICO	174,5 e	1,2 bc	19,17 a
2- QUÍMICO + ÓLEO MINERAL	178,7 e	1,74 abc	19,15 a
3- QUÍMICO + SILÍCIO FOLIAR	182,6 de	1,59 cd	17,84 ab
4- BIOLÓGICO	193,5 bc	1,60 cd	18,27 a
5- BIOLÓGICO + ÓLEO MINERAL	190 cd	1,47 d	16,05 bc
6- BIOLÓGICO + SILÍCIO	200,3 ab	1,81 ab	18,16 ab
7- CONTROLE	203,8 a	1,90 a	15,20 c
F	29,94**	13,97**	8,61**
CV	3,68	7,92	10,11
MG	189	1,69	17,69

Os dados obtidos para caracterização das gotas produzidas pelas caldas fitossanitárias estudadas, mostraram alterações para os fatores avaliados (Tabela 2). Entretanto, estas mudanças podem estar ligadas segundo Butler Ellis; Tuck; Miller. (2001), a composição da calda, de forma que ao se adicionar ativos em sua constituição original, pode causar transformações as suas características, como por exemplo, o efeito no tamanho e uniformidade das gotas formadas.

Tais variações também foram encontradas nos trabalhos de Teixeira (1997), que verificou que ao diminuir as gotas, na maioria das vezes, geram boa cobertura superficial e uniformidade de distribuição da calda, mas essas gotas podem evaporar em condições de baixa umidade relativa ou serem levadas pela corrente de ar. Cunha et al. (2004) mencionam que gotas com diâmetro inferior a 100 µm são as principais responsáveis pelo aumento no risco de deriva. Lefebvre (1989) refere-se a gotas pequenas podem ser arrastadas com facilidade pelo vento, são altamente suscetíveis à evaporação.

Dessa forma, quanto menor o tamanho de gota produzida maior é o percentual de cobertura sobre o alvo, em função do maior número de gotas geradas, porém, também é maior o risco de evaporação e deriva para fora do alvo (ANTUNIASSI et al., 2004; TEIXEIRA, 1997). Portanto, o tamanho de gota torna-se um importante fator a ser considerado em aplicações de produtos fitossanitários, uma vez que se objetiva alcançar o dossel da cultura de forma relativamente uniforme.

3.4 Mortalidade das lagartas desfolhadoras

Os resultados obtidos para a mortalidade da *Chrysodeixis includens*, *Anticarsia gemmatalis* e *Spodoptera frugiperda*, foram significativos, porém não apresentaram diferenças com a testemunha. No entanto, este estudo evidenciou que os tratamentos constituídos pelo inseticida químico (indoxacarbe) pulverizado a campo, reduziu o número de lagartas (Figura 1).

Observando o tratamento 2, o inseticida químico com a adição do óleo (indoxacarbe + adjuvante) diferiu significativamente apresentando maior mortalidade do que o biológico (Dipel, tratamento 4) para a espécie de *C. includens*. Para a *A.*

gemmatalis o inseticida químico com adição de óleo (tratamento 2), diferiu de o inseticida biológico com adição de silício foliar (tratamento 6) que apresentou menor mortalidade. Já para a *S. frugiperda* os tratamentos compostos pelo grupo do inseticida químico com ou sem aditivos (tratamentos 1,2 e 3), e biológico com aditivos (5 e 6) não diferiram entre si, indicando que os caldas aplicadas causaram efeito semelhante na mortalidade da lagarta, e a adição de aditivos não contribuiu para o aumento no controle da espécie, exceto o inseticida biológico isolado que apresentou menor eficiência na mortalidade (Figura 1).

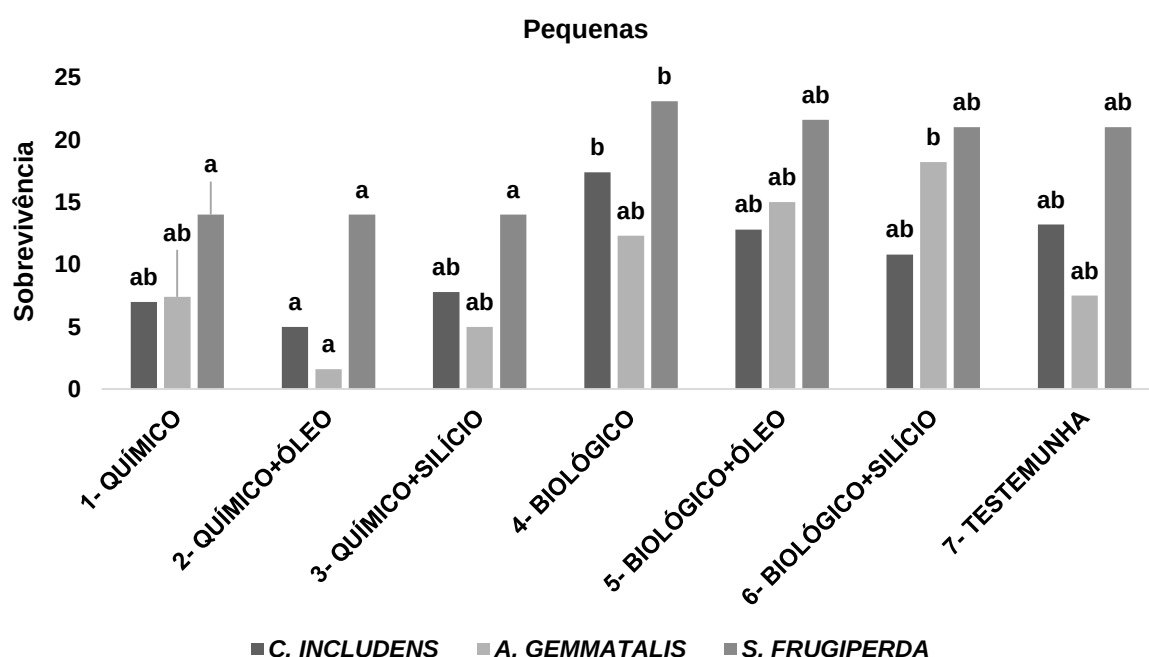


Figura 1. Efeito de inseticidas aplicados em campo, na mortalidade acumulada de lagartas pequenas de *Chrysodeixis Includens* (*C. includens*), $F = 2,67^*$, $CV = 14,54$, *Anticarsia gemmatalis* (*A. gemmatalis*), $F = 2,02^*$, $CV = 17,56$, *Spodoptera Frugiperda* (*S. frugiperda*) $F = 4,76^{**}$, $CV = 7,62$, Jaboticabal, SP, safra agrícola 2015/2016.

A mortalidade encontrada para as lagartas grandes, foram significativas apenas para espécie *Chrysodeixis includens*. Os tratamentos compostos pelo inseticida químico e biológico com ou sem a adição de aditivos não diferiram entre si, apenas o inseticida biológico com adição de óleo diferiu das caldas com químico e aditivo, apresentando menor mortalidade (Figura 2).

Essas observações podem indicar que o produto estudado venha a ser mais eficiente para o controle de lagartas maiores de *C. Includens*, uma vez que as lagartas grandes (> 1,5cm), que são consideradas de difícil controle.

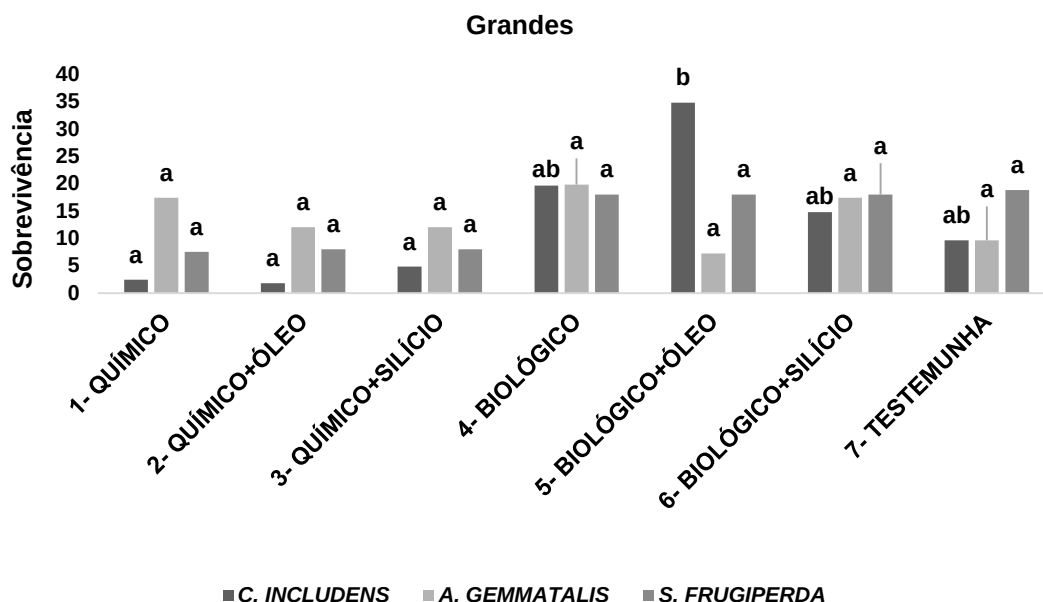


Figura 2. Efeito de inseticidas aplicados em campo na mortalidade acumulada de lagartas grandes de *Chrysodeixis Includens* (*C. includens*) $F= 3,98^*$, $CV= 35,52$, *Anticarsia gemmatalis* (*A. gemmatalis*) $F= 1,18^{NS}$, $CV= 18,64$, *Spodoptera Frugiperda* (*S. frugiperda*) $F= 1,09^{NS}$, $CV= 10,17$, Jaboticabal, SP, safra agrícola 2015/2016.

Esta constatação da variação de eficiência entre os tratamentos com o inseticida químico e o biológico, possivelmente tenha relação com os diferentes mecanismos de ação, destacando o rápido controle do inseticida químico diferente do inseticida biológico que é proveniente de organismos vivos, a contaminação da lagarta por Bt ocorre exclusivamente pela ingestão, enquanto inseticidas químicos podem atuar também por contato. O Indoxacarbe é classificado como inseticida sintético de contato e ingestão, pertencente ao grupo oxadiazina que atua como um bloqueador de canais de sódio, causando sintomas neurotóxicos (WING et al., 2000), causando sintomas que variam de pequenas convulsões até a paralisia seguida de morte (WING et al., 1998; WING et al., 2000; SILVER et al., 2010). E a bactéria *Bacillus thuringiensis*, é o ingrediente ativo da maioria dos bioinseticidas, conhecida pela sua habilidade de produzir inclusões cristalinas (cristais) que resulta em grandes danos ao

tecido epitelial do intestino médio e a morte da lagarta intoxicada (SCHNEPF et al., 1998).

Diante dos resultados, consideramos que os tratamentos compostos pelo inseticida químico, possam ser eficientes no controle das espécies estudadas. Uma vez que o indoxacarbe restringe seu dano, em reduzir o nível de desfolha, provocando rápida redução na alimentação (WING et al., 2000; MARTINELLI et al., 2003; WING et al., 2010). Para os tratamentos constituídos com inseticida biológico, acredita-se que o baixo incremento na mortalidade acumulada ocorrido para as espécies, seja devido ao seu mecanismo de ação mais lento. De modo que, em um primeiro momento, agride o epitélio intestinal interrompendo a alimentação da lagarta, em poucas horas após o início da exposição, e posteriormente evolui para uma infecção generalizada, causando a morte das lagartas depois de 2 a 4 dias (BUENO et al., 2012). Outro aspecto a ser levado em consideração a esses dados, é a possibilidade de ocorrência de chuvas no período de avaliação, tenha contribuído para a redução dos propágulos do patógeno sobre as folhas e, conseqüentemente, ter evitado o aumento da mortalidade de lagartas com o passar do tempo, considerando que os inseticidas biológicos tendem a ser mais sensíveis a fatores ambientais, o que dificulta sua persistência nas plantas.

A eficiência de controle das lagartas pequenas de *C. includens* submetida aos diferentes tratamentos variou de 2 a 89 % para os tamanhos (Figura 3), sendo que a eficiência de controle, aos 1 e 3 dias após a aplicação das caldas fitossanitárias formadas pelo inseticida químico com ou sem aditivo, foi superior a 80 %, valor considerado satisfatório.

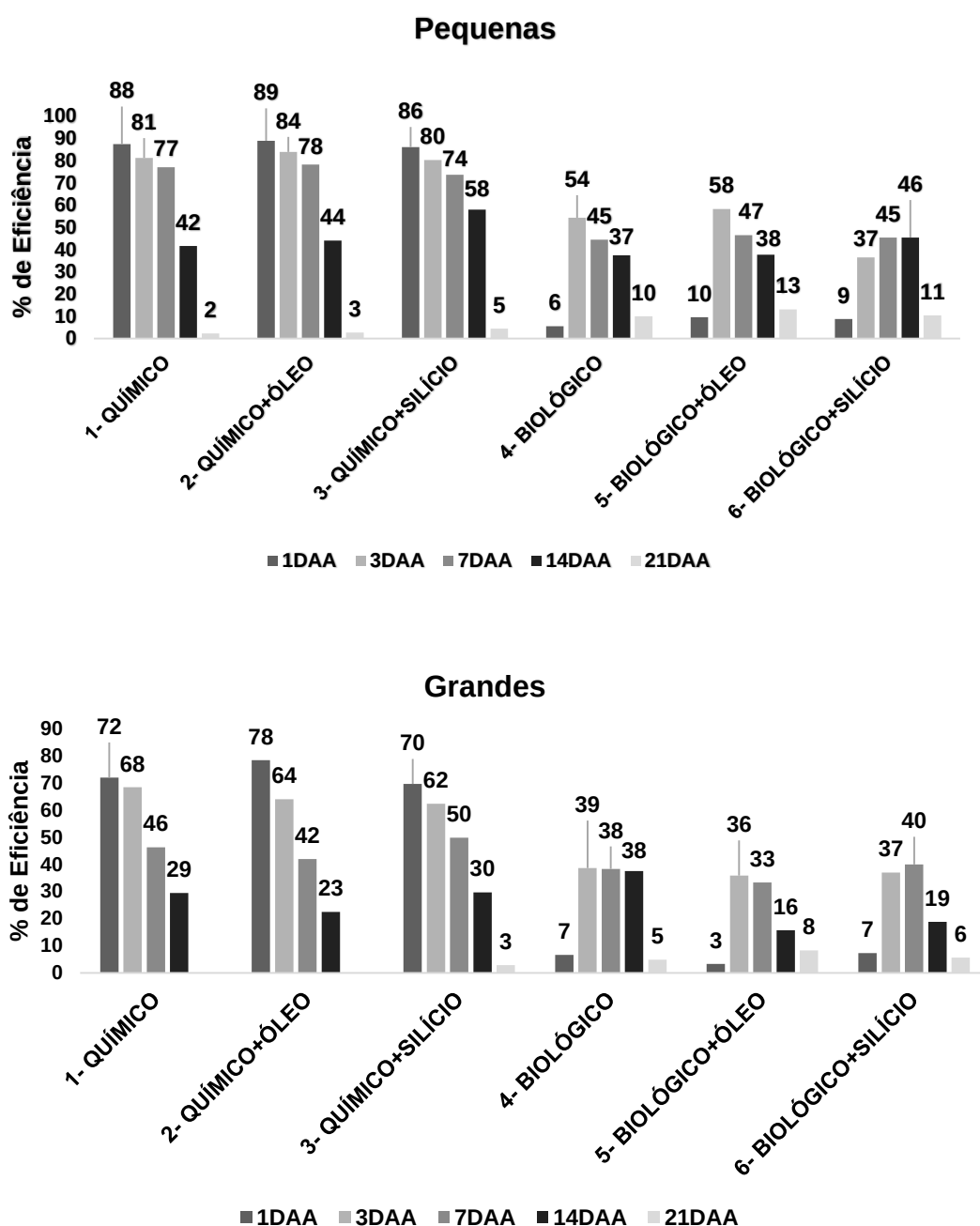


Figura 3. Efeito de inseticidas no controle de *Chrysodeixis includens* na cultura da soja. Porcentagem de eficiência (%E) em lagartas pequenas e grandes, aos 0 (prévia), 1, 3, 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA). Coeficiente de variação lagartas pequenas, CV = prévia 8,29; 1 DAA 18,1; 3 DAA 35,1; 7 DAA 20,2; 14 DAA 13,1; 21 DAA 16,8; coeficiente de variação lagartas grandes, CV = prévia 14,6; 1 DAA 19,8; 3 DAA 10,09; 7 DAA 24,2; 14 DAA 18,7; 21 DAA 10,3.

Aos 7 e 14 dias a eficiência ficou em torno de 76 % e 48% respectivamente, aos 21 dias já não houve mais controle, indicando que o residual do inseticida diminuiu e não proporcionou um controle satisfatório de *C. includens* (Figura 3). Esse desempenho insatisfatório do inseticida a partir do sétimo dia após a pulverização indica que aplicações preventivas podem não proteger satisfatoriamente a lavoura de soja, sendo indicado realizar o controle da praga apenas quando o seu nível de controle for atingido.

A mortalidade das lagartas grandes (Figura 3) causada pelos tratamentos com inseticida químicos com ou sem aditivo, não apresentaram eficiência satisfatória em nenhum dos períodos de avaliação após a aplicação, variando de 0 a 78%. Embora o tratamento 2 (químico + óleo) mesmo não atingindo a porcentagem de eficiência requerida para um controle satisfatório, tenha se destacado entre os demais tratamentos alcançando 78% de eficiência após 1 dia da aplicação, este efeito pode ter sido causado pela adição do adjuvante (óleo), resultando na proteção do inseticida e, permitindo maior consumo do ingrediente ativo pela lagarta, consequentemente elevação da eficiência de controle. Araújo e Raetano (2011) observaram que o uso de adjuvantes, a base de óleos, diminui a taxa de degradação dos produtos fitossanitários. Nos tratamentos com *Bacillus thuringiensis* (dipel), com ou sem aditivo para lagartas pequenas, variou de 6 a 58 %, o efeito destes tratamentos não causou eficiência satisfatória em nenhum dos períodos avaliados, o maior valor de mortalidade encontrado foi de 58% aos 3 dias de avaliação, com o tratamento biológico mais adição de adjuvante (óleo), sugerindo, que a eficiência do produto biológico foi definida com poucos dias após a aplicação. Para as lagartas grandes, a eficiência também não foi satisfatória, com mortalidade máxima de 40% aos 14 dias.

A mortalidade das lagartas pequenas de *A. gemmatilis* submetida aos diferentes tratamentos variou de 3 a 88 % para os tratamentos com inseticida químico de 3 a 62% para os tratamentos com inseticida biológico. Os dados mostraram eficiência satisfatória superior a 80% para os tratamentos com inseticida químico com ou sem aditivo aos 1 DAA, aos 3 DAA apenas os tratamentos químicos com aditivo demonstraram eficiência satisfatória, o tratamento 2 (químico + óleo) e o tratamento 3 (químico+silício) 85% e 81% respectivamente. Para lagartas grandes de *A. gemmatilis*, a porcentagem de controle foi menor, variando de 3 a 80 % nos

tratamentos químicos e 3 a 62 % no biológico. A única calda eficiente no controle desta espécie, foi o tratamento 2 (químico + óleo) com 80 %.

É importante destacar que para os ambos tamanhos de lagartas avaliados, o tratamento que diferiu dos demais foram as caldas com aditivo, no caso do adjuvante (óleo mineral), pode ter contribuído para melhorar a qualidade da aplicação, a manutenção da eficiência mantendo um bom nível de controle, e para o fertilizante foliar pode ter aumentado a resistência física devido ao aumento da espessura da lamela média (DATNOFF et al., 2007).

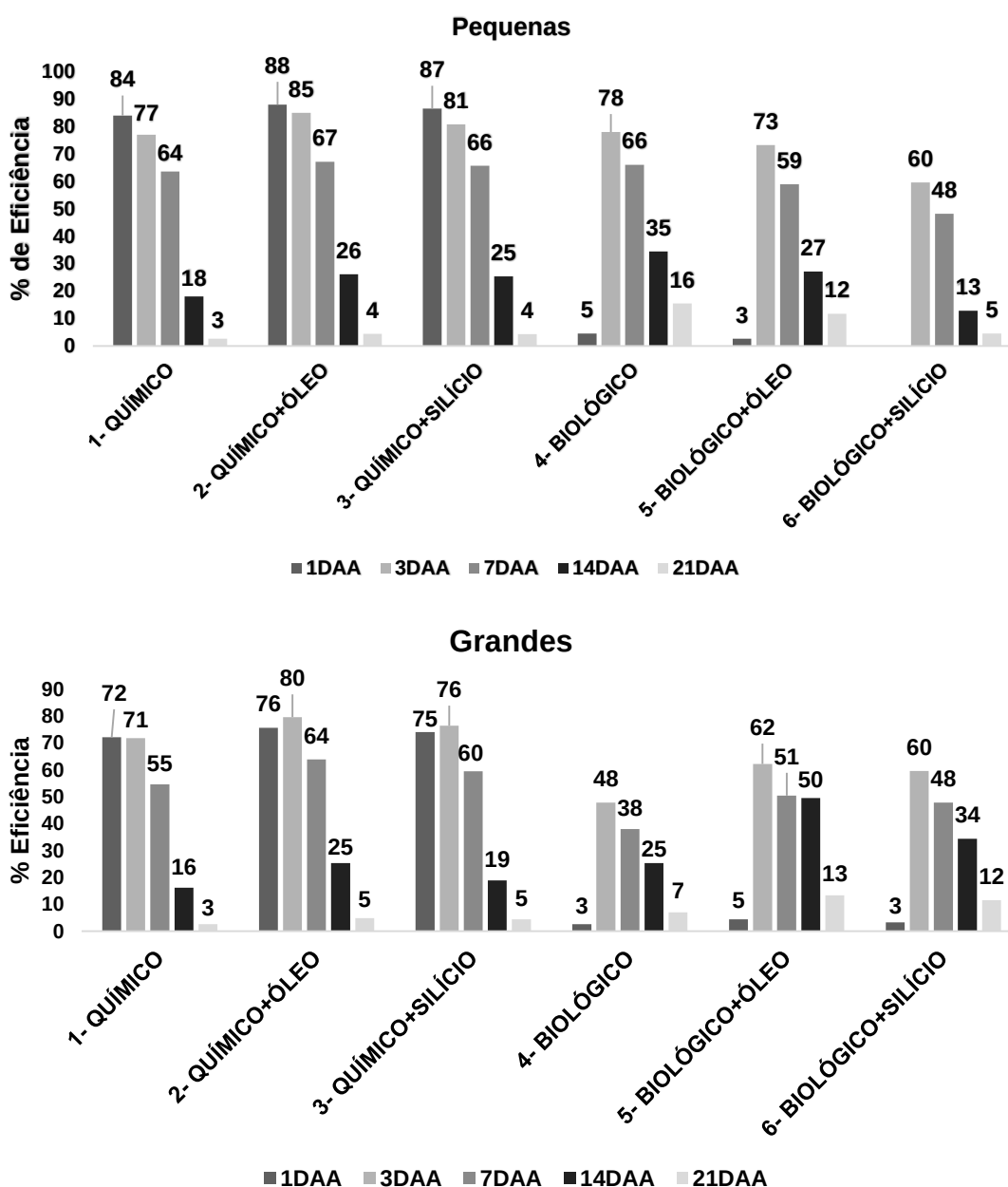
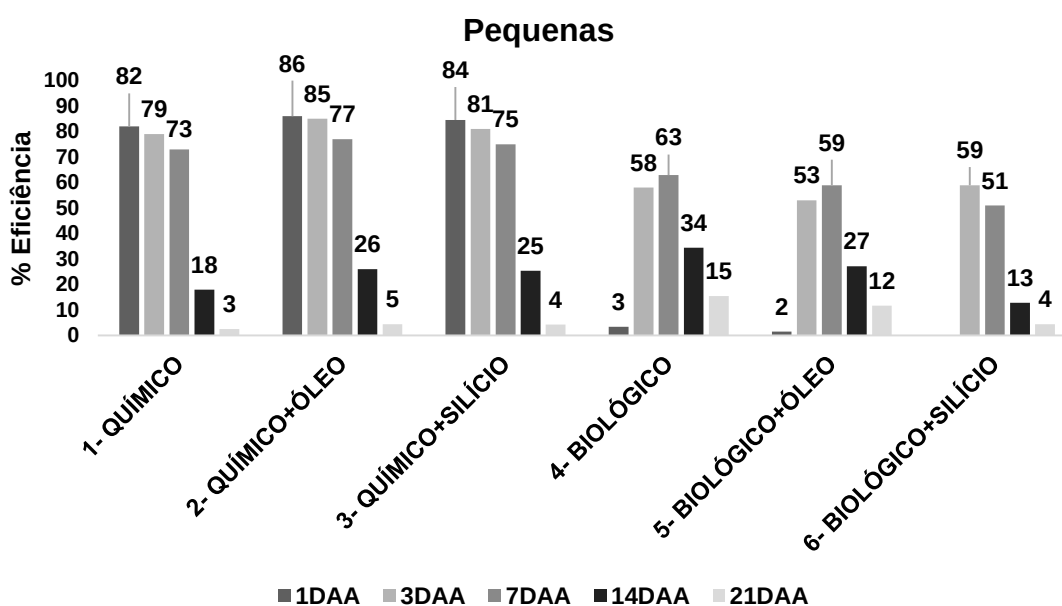


Figura 4. Efeito de inseticidas no controle de *Anticarsia gemmatilis* na cultura da soja. Porcentagem de eficiência (%E) em lagartas pequenas, grandes, pequenas+grandes aos 0 (prévia), 1, 3, 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA). Coeficiente de variação lagartas pequenas, CV = prévia 15,6; 1 DAA 14,8; 3 DAA 19,4; 7 DAA 31,5; 14 DAA 10,9; 21 DAA 46,9; coeficiente de variação lagartas grandes, CV = prévia 13,1; 1 DAA 18,6; 3 DAA 35,1; 7 DAA 28,7; 14 DAA 16,6; 21 DAA 14,4.

A mortalidade das lagartas pequenas *S. frugiperda* submetida aos diferentes tratamentos (Figura 5), variou de 3 a 86% para os tratamentos com inseticida químico, e 2 a 63% para os tratamentos com inseticida biológico. Os dados mostraram eficiência satisfatória superior a 80% para os tratamentos com inseticida químico com ou sem aditivo (óleo, silício), com 1 e 3 dias após a aplicação. Os tratamentos químicos com adição de óleo e silício (2 e 3) apresentaram bom desempenho também ao terceiro dia após a aplicação com 85% e 84% respectivamente. Para lagartas grandes de *S. frugiperda*, a porcentagem de controle foi menor, variando de 3 a 81 % nos tratamentos químicos e 3 a 63 % no biológico. A única calda eficiente no controle desta espécie, foi o tratamento 2 (químico + óleo) com 81 % aos 1 e 3 DAA.



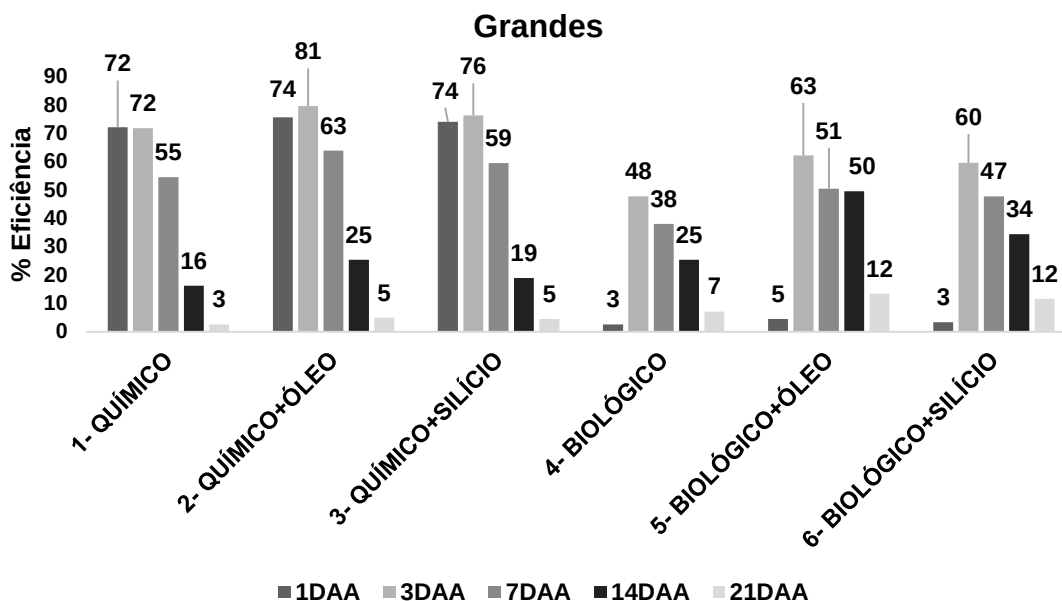


Figura 5. Efeito de inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura da soja. Porcentagem de eficiência (%E) em lagartas pequenas e grandes aos 0 (prévia), 1, 3, 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA). Coeficiente de variação lagartas pequenas, CV = prévia 23,4; 1 DAA 29,72; 3 DAA 34,25; 7 DAA 29,59; 14 DAA 25,34; 21 DAA 35,96; coeficiente de variação lagartas grandes, CV = prévia 22,1; 1 DAA 19,4; 3 DAA 28,5; 7 DAA 38,4; 14 DAA 34,3; 21 DAA 28,09.

A mortalidade de lagartas desfolhadoras estudadas neste trabalho (*A. gemmatilis*, *C. includens*, *S. Frugiperda*) submetida aos diferentes tratamentos estudados mostrou variação de eficiência no controle das espécies. Fato que já vem acontecendo há algum tempo, de acordo com Tomquelski e Martins, 2007, em pesquisas avaliando a eficiência de inseticidas no controle de lagartas desfolhadoras na soja, também encontraram diferentes porcentagens de eficiências no controle. Considerando que um inseticida é eficiente quando alcança, no mínimo, 80% de eficiência no controle de uma praga (TOMQUELSKI; MARTINS, 2007, MAPA, 2012).

Resultados semelhantes foram apresentados no trabalho de Razaq et al. (2005), encontraram elevada eficiência do indoxacarbe no controle de *H. armigera* em algodoeiro, Babariya et al. (2010) em guandú. Liu, Sparks e Chen (2003) observaram que a maioria das lagartas de *P. xylostella* parou de se alimentar algumas horas após o tratamento com indoxacarbe em altas concentrações, indicando seus efeitos

significativos na redução da alimentação. No entanto, quando as lagartas estavam em folhas tratadas com baixas concentrações de indoxacarbe, se alimentavam somente até 24 horas (LIU; SPARKS; CHEN, 2003).

Tais resultados mostrando o efeito satisfatório e imediato dos tratamentos com inseticida químico com ou sem aditivos, pode estar relacionado principalmente em razão da sua função vital exercida nos insetos. Os canais de sódio são responsáveis pela iniciação e disseminação dos potenciais de ação nas células excitáveis, possuindo um grande número de sítios de ligação, sendo acessíveis nas membranas neuronais e sensível ao envenenamento, causando interrupção instantânea na alimentação das pragas (TOSHIO, 1992; WING et al, 2010).

Vinaykumar et al. (2013) em estudo realizado com *H. armigera* na cultura da soja relataram resultados distintos aos encontrados neste trabalho, na qual a eficácia do indoxacarbe no controle de lagartas ocorreu com até sete dias após a aplicação. Liu, Sparks e Chen (2003) avaliaram os resíduos foliares de indoxacarbe em condições de campo em repolho e observaram atividade residual, com mortalidade acima de 90% até 14 dias após a aplicação, com queda para 46% apenas 21 dias após a aplicação.

No controle biológico, diferentes resultados foram encontrados por diversos trabalhos, que relatam a eficiência de *B. thuringiensis* contra larvas de *S. frugiperda* (VALICENTE e BARRETO, 2003; VALICENTE et al, 2010; SUMERFORD e SOLOMON, 2000; ASHFAQ et al, 2001). Valicente e Fonseca 2004, relatam que *B. thuringiensis* causou mortalidade de 95,8% em *S. frugiperda*. Hernandez 1988, relata mortalidade de 100% em teste realizado com duas concentrações diferentes de *B. thuringiensis*. Entretanto, alguns fatores podem ter contribuído na eficiência destas caldas inseticidas.

Para que a toxina Cry seja letal para artrópodes praga são necessárias várias etapas sequenciais e complexas iniciando pela dissolução do cristal após a ingestão (FAST & MILNE, 1979) em pH adequado (GRINGORTEN et al., 1992), ativação das pro-toxinas (MOHAN & GUJAR, 2001), ligação a receptores específicos nas microvilosidades apicais das células colunares do intestino médio (GÓMEZ et al., 2007; BENFARHAT-TOUZRI et al., 2013; VALAITIS & PODGWAITE, 2013) e a formação de poros nestas células, rompendo as estruturas do intestino médio

(GROCHULSKI et al., 1995). Por fim, a germinação dos esporos ingeridos pelo inseto junto com o (s) cristal (is) desencadeia o processo de septicemia (WILSON & BENOIT, 1993) causando a morte do organismo alvo. No entanto, qualquer interferência com esta série de eventos associados ao modo de ação do Bt auxilia na sobrevivência do inseto (TABASHNIK, 1994).

Por exemplo, Aranda et al. (1996) em estudo realizado para avaliar a interação entre as toxinas Cry e as células epiteliais do intestino médio de *S. frugiperda* observaram que, embora as toxinas Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac e Cry2 B se liguem aos receptores, esta ligação não implica em toxicidade para o inseto. Assim, presença e ausência de receptores específicos para as toxinas Cry nas microvilosidades apicais das células colunares do intestino médio (GÓMEZ et al., 2007; VALAITIS & PODGWAITE, 2013) pode ter refletido nos resultados encontrados.

Outro fator importante a ser considerado nos resultados, é o processo de produção do Bt, uma vez que é bastante exigente em termos nutricionais sendo necessárias quantidades adequadas de carbono, nitrogênio e sais minerais incluindo cálcio, manganês, zinco, ferro, cobre, magnésio e sódio (VALICENTE et al., 2010). Yao et al. (2002b) estudaram o efeito do manganês sobre o crescimento Bt. Foi observado pelos autores que em altas concentrações (80 a 160 mg/dm³) este elemento é importante para o micro-organismo, enquanto que em baixas concentrações (inferiores a 80 mg/dm³) foi verificado efeito contrário. Resultado semelhante foi observado por Polanczyk (2004), onde foi verificado interação negativa entre o manganês e o crescimento de Bt, com todas as amostras com valores inferiores a 80 mg/dm³.

Condiderando a adição do aditivo a calda (adjuvante, silício foliar), mesmo que estes não apresentem função fitossanitária, e sim características que possam vir a contribuir para o controle, o adjuvante na melhoria da qualidade da aplicação, e o silício foliar na formação de barreira mecânica, podendo causar indução de resistência da planta aos isentos, podem resultar em resultado sinérgico ou antagônico desta interação. O uso de adjuvantes na formulação de bioinseticidas é importante para evitar a perda por evaporação e também para que o produto cubra toda superfície foliar com um grau satisfatório de aderência, melhorando a sua dispersão e aumentando o período residual. Uma grande variedade de ingredientes tem sido

utilizada com esta finalidade: umidificantes, aderentes, dispersantes, coadjuvantes e agentes protetores (ROSAS-GARCÍA, 2009). Porém podem causar variação quanto ao seu potencial biológico, através do efeito dos aditivos e/ou adjuvantes, efeitos sinérgicos de aditivos entre as toxinas nos produtos, e também diferenças em lotes (TAKELAR & SHELTON, 1993).

3.5 Produtividade

Na produtividade média da área experimental de soja, verificou-se que ocorreu diferença significativa entre os tratamentos, o inseticida químico com adição de óleo (2) diferiu do tratamento controle (7), proporcionou maior produtividade da cultura, com incremento de 303 Kg/há⁻¹ de soja. Os outros tratamentos com inseticida químico e biológico, com ou sem aditivos, mesmo não diferindo do controle, proporcionaram aumentos relativos (kg/há⁻¹) na produtividade final (Figura 3).

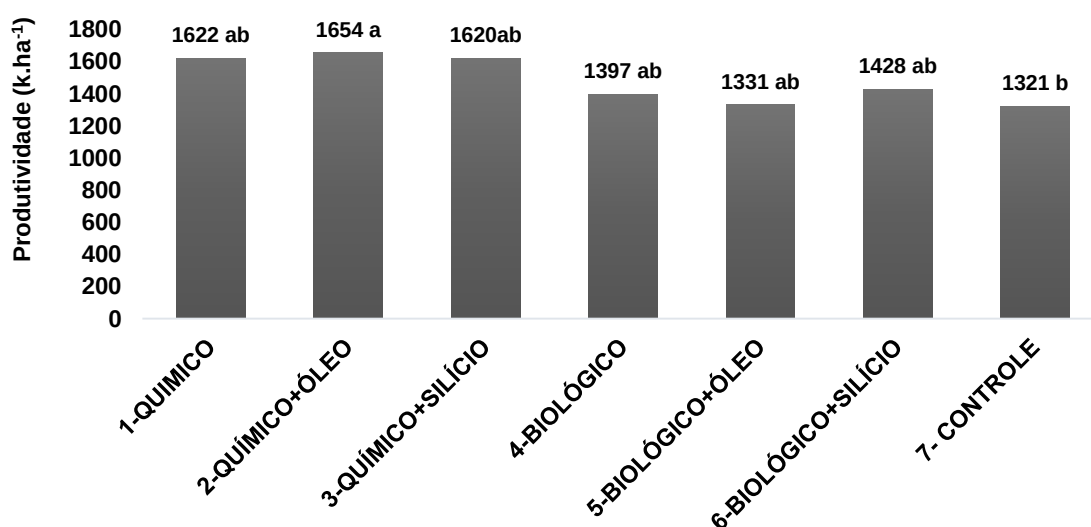


Figura 3. Produtividade (kg ha⁻¹) de plantas de soja submetida à aplicação de inseticida visando o controle de lagartas desfolhadoras. Jaboticabal/SP. 2015/2016. Médias seguidas de mesma letra entre tratamentos, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. F= 4,17**, CV= 9,59. MG= 1482,12.

Dessa forma, verificou-se melhora na eficiência agronômica proporcionada pela adição do adjuvante, evidenciando um eventual efeito do óleo em proporcionar um aumento na eficácia do inseticida. Possivelmente houve maior absorção do ingrediente ativo através da cutícula cerosa da folha, com uso do óleo mineral, resultando numa maior quantidade de produto e conseqüentemente um melhor controle das pragas (CURRAN et al., 1999). A utilização de adjuvante em associação com inseticida auxilia na cobertura e penetração de gotas, e conseqüentemente, interfere positivamente na eficiência do inseticida (DI OLIVEIRA, 2008), diminuindo a volatilidade e a fotodegradação (CURRAN et al., 1999).

Assim como Juliatti et al. (2004) foi verificado que a produtividade da cultura da soja não apresentou diferença significativa quando utilizadas diferentes doses de silício como tratamentos. Porém, de acordo com Lima Filho et al. (1999) o silício pode estimular o crescimento e a produção vegetal por uma série de ações como maior rigidez estrutural da planta protegendo-a assim de fatores abióticos diminuindo a incidência de pragas e doenças, fatores estes que poderiam ter contribuído para o aumento da produtividade da cultura da soja, levando ao aumento de produtividade no experimento. Portanto, como os fatores estudados auxiliaram na eficiência de controle, a utilização do aditivo adjuvante pode ser uma alternativa viável, e que resulta numa melhora na eficiência, juntamente com a tecnologia aplicada que conseguiu atingir os terços inferiores, podendo contribuir para o controle de lagartas.

4. CONCLUSÕES

O terço superior da cultura da soja, recebeu maior quantidade de calda depositada e percentual de cobertura.

A adição de adjuvante na calda reduziu tamanho da gota, e promoveu melhoria de cobertura no terço médio e inferior, e incremento na produtividade de grão de soja.

Para as espécies *C. includens* e *A. gemmatilis* o inseticida químico com e sem aditivo apresentou melhor controle aos 1 e 3 DAA para as lagartas pequenas, para a *S. frugiperda* as caldas estudadas apresentaram controle semelhante.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASI, U.R. et al. Avaliação da cobertura de folhas em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004. Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004. p.48-51. 1 CD-Rom.

ARANDA, E.; SÁNCHEZ, J.; PEFEROEN, N.; GUERECAL, L.; BRAVO, A. Interaction of *Bacillus thuringiensis* crystal protein with the midgut epithelial cells of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.68, n.3, p.203-212, 1996.

ARAÚJO, D.; RAETANO, C. G. Adjuvantes de produtos fitossanitários. In: **Tecnologia de aplicação para grandes culturas**, Passo fundo: Aldeia Norte, 2011. p. 27-49.

ÁVILA, C. B.; GRIGOLLI, J. F. J. **Pragas de soja e seu controle**. Tecnologia e Produção: Soja 2013/2014, FUNDAÇÃOOMS, Curitiba: Midiograf, p. 109-168, 2014.

ÁVILA, J. C.; VIVIAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 12 p. (Circular Técnica, 23).

ASHFAQ M. 2001. Larval Mortality and Development of *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) Reared on a Transgenic *Bacillus Thuringiensis*-Cotton Cultivar Expressing CryIAC Insecticidal Protein. *J Econ Entomol* 94 (5), p. 1053-1058.

BABARIYA, P.M.; KABARIA, B.B.; PATEL, V.N.; JOSHI, M.D. Chemical control of gram pod borer, *Helicoverpa armigera* Hubner infesting pigeonpea. **Legume Research**, v.33, n.3, p.224-226, 2010.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Versão 1.1.0.668. Jaboticabal: [s.n.], 2013.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional da Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

BENFARHAT-TOUZRI, D.; SAADAoui, M.; ABDELKEFI-MESRATI, L.; SAADAOU, I.; HICHEM AZZOUZ, H.; TOUNSI, S. Histopathological effects and determination of the putative receptor of *Bacillus thuringiensis* Cry1Da toxin in *Spodoptera littoralis* midgut. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.112, p.142-145, 2013.

BUENO AF, SOSA-GÓMEZ DR, CORRÊA-FERREIRA BS, MOSCARDI F & BUENO RCOF (2012). **Inimigos naturais das pragas da soja. Soja: manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-praga** (ed. by CB Hoffmann-Campo, BS Corrêa-Ferreira & F Moscardi) Embrapa, Brasília, Brasil, pp.493-630.

BUTLER Ellis, M. C.; TUCK, C. R.; MILLER, P. C. H. How surface tension of surfactant solutions influences the characteristics of sprays produced by hydraulic nozzles used for pesticide application. *Colloids Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 190, n. 3, p. 267-276, 2001.

CARBONARI, C. A.; MARTINS, D. MARCHI, S. R.; CARDOSO, L. R. Efeito de surfactantes e pontas de **pulverização na deposição de calda de pulverização em plantas de grama-seda**. *Planta Daninha*. Viçosa. v. 23, n. 4, p. 725-729, 2005.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H. Traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (L.). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Pragas introduzidas no Brasil**: insetos e ácaros. Piracicaba: Fealq, 2015. p. 516-528.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos 2017/2018. Quinto Levantamento, Fev/2018**. Brasília: CONAB, 2018, 114 p.

CORRÊIA, C. M. D. **Efeito de óleo de soja na persistência de endosulfan no ambiente**. 2005. p. 85. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CUNHA JPAR, MARQUES, R.S. & ALVES, G.S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 63, n.6, p. 761-768, nov/dez, 2016.

CUNHA, J.P.A.R. et al. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.3, p.366-372, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rca/v41n3/v41n3a07.pdf>> Acesso em: 13 agost.2018. doi: 10.1590/S1806-66902010000300007.

CUNHA, J.P.A.R. et al. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39,n.10,p.977-985,2004.Disponívelem:<<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n10/22319.pdf>>doi:10.1590/S0100204X2004001000005.

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, 2003a.

CURRAN, W. S. et al. Adjuvants for enhancing herbicide performance. **Agronomy Facts 37**. Penn State College of Agricultural Sciences, 1999. p 1-5.

CHRISTOVAM, R. S.; RAETANO, C. G.; AGUIAR JUNIOR, H. O.; DAL-POGETTO, M. H. F. A.; PRADO, E. P.; GIMENES, M. J.; KUNZ, V. L. Assistência de ar em barra de pulverização no controle da ferrugem asiática da soja. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 231-238, 2010.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos**. São Paulo: Shell Brasil, 1992. 122 p.

DEGRANDE, P. E.; VIVIAN, L. M. **Pragas da Soja**. Rondonópolis: Boletim de Pesquisa da Soja: Fundação MT, 2007. 274 p.

DI OLIVEIRA, J.R.G. **Cobertura da cultura da soja e deposição de inseticida aplicado com e sem adjuvante e diferentes equipamentos e volumes de calda**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de produção 15: tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja/ Embrapa Cerrados/ Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 261 p.

FARINHA JV, MARTINS D, COSTA NV & DOMINGOS VD. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. **Ciência Rural**, 39:1738-1744, 2009.

FAST, P.G.; MILNE, R. Bacillus thuringiensis parasporal toxin: dissolution of crystals with retention of toxicity. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, n.34, p.319, 1997.

FERNANDES, A. P.; PARREIRA, R. S.; FERREIRA, M. C.; ROMANI, G. N. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 728-33, 2007.

FERNANDES FILHO, E. I.; VALE, F. X. R. e LIBERATO, J. R. **QUANT v.1.0.0.22**: Quantificação de doenças de plantas. Viçosa: editora, 2002. 1 CD-ROM.

GASSEN, D. N. **Lagartas de ocorrência antes eventual agora causam preocupação.** Correio Agrícola, São Paulo, n. 1, p. 8-10, 2007.

GÓMEZ, I.; PARDO-LÓPEZ, L.; MUNOZ-GARAY, C.; FERNANDEZ, L.E.; PÉREZ, C.; SÁNCHEZ, J.; SOBERÓN, M.; BRAVO, A. Role of receptor interaction in the mode of action of insecticidal Cry and Cyt toxins produced by *Bacillus thuringiensis*. **Peptides**, New York, v. 28, p. 169-173, 2007.

GRINGORTEN, J.L.; MILNE, R.E.; FAST, P.G.; SOHI, S.S.; van FRANKENHUYZEN, K. Suppression of *Bacillus thuringiensis* G endotoxin activity by low alkaline pH. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.60, p. 47-52, 1992.

GROCHULSKI, P.; MASSON, L.; BORISOVA, S.; PUSZTAI-CAREY, M.; SCHWARTZ, J-L., BROUSSEAU, R.; CYGLER, M. *Bacillus thuringiensis* CryIA (a) insecticidal toxin: crystal structure and channel formation. **Journal of Molecular Biology**, London, v.254, p.447–464, 1995.

HENDERSON, C.F.; TILTON, E.W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal Economic Entomology**, v. 48, n. 2, p. 157-161, 1955.

HERZOG, D. C. Sampling Soybean Looper on soybean. In: **Sampling methods in soybean entomology**, New York: Springer-verlag, 1980. p.68- 140.

JULIATTI, C.F.; PEDROSA, G.M.; LANNA, Q.M.R.; BRITO, H.S.; MELLO, B. Influência do silício na redução de podridão de sementes por *Fusarium Semitectum* na cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 57-63, 2004.

LANA, R. M. Q.; BUCK, G. B.; LANA, Â. M. Q.; PEREIRA, R. P. Doses de multifosfato magnesiano aplicados a lanço em pré-semeadura, sob sistema plantio direto: cultura da soja. **Ciência. Agrotécnica.**, Lavras, v.31, n.6, 2007.

LIMA FILHO, F.O.; LIMA, G.T.M.; TSAI, M.S. Supressão de patógenos em solos induzida por agentes abióticos: o caso do silício. Piracicaba: **Potáfos** 1999. 5p. (Informações Agronômicas, 87).

LEFEBVRE, A. H. **Atomization and sprays**. New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1989. 421 p.

LIU, T. X.; SPARKS, A. N.; CHEN, W. Toxicity, persistence and efficacy of indoxacarb and two other insecticides on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) immatures in cabbage. **International Journal of Pest Management**, Abingdon, v. 49, n. 3, p. 235-241, 2003.

MAPA Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Procedimentos para Registro de Agrotóxicos**: Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins. 2012. Disponível em: < www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 20 jul. 2017.

MARTINELLI, S.; MONTAGNA, M. A.; PICINATO, N. C.; SILVA, F. M.; FERNANDES, O. A. Eficácia do indoxacarb para o controle de pragas em hortaliças. **Horticultura brasileira, Brasília**, v. 21, n. 3, p. 501-505, 2003.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139 p.

MOHAN, M.; GUJAR, J.T. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* strains and commercial formulations to the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L). **Crop Protection**, Guildford, v. 30, p.306-311, 2001.

NAVARINI, L. **Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008.

OLIVEIRA, H. N.; ANTIGO, M. R.; CARVALHO, G. A.; GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F. Selectivity of inseticides used in the sugar-cane on adults of *Trichogramma galloi* ZUCCHI (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, p. 1267-1274, 2013.

OLIVEIRA, R. B. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. 2011. 122f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

OLIVEIRA, M. L.; MACHADO-NETO, J. G. Use of tracer in the determination of respiratory exposure and relative importance of exposure routes in safety of pesticide applicators in citrus orchards. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, Flórida, v. 70, n. 3, p. 415-21, 2003.

OZKAN, H.E.; ZHU, H.; DERKSEN, R.C.; GULER, H.; KRAUSE, C. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust. **Aspects of Applied Biology**, Wellebourne, v.77, p. 1-8, 2006.

OZEKI, Y.; KUNZ, R.P. Tecnologia de aplicação aérea - aspectos práticos. In: _____. Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária/UFSM, 1998. p.65-78.

POLANCZYK, R. A. **Estudos de *Bacillus thuringiensis* Berliner visando ao controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith)**. 2004. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

RAZAQ, M.; SUHAIL, A.; ASLAM, M.; ARIF, M.J.; SALEEM, M.A.; KHAN, M.H.A. Evaluation of new chemistry and conventional insecticides against *Helicoverpa armigera* (Hubner) on cotton at multan (Pakistan). **Pakistan Entomologist**, v.27, n.1, p.71-73, 2005.

ROSAS-GARCIA, N.M. Biopesticide production from *Bacillus thuringiensis*: An environmentally friendly alternative. **Recent Patents on Biotechnology**, Beijing, v.3, p.28-36, 2009.

ROMÁN, R. A. A.; CORTEZ, J. W.; FERREIRA, M.C.; DI OLIVEIRA, J. R. G. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.3, p.223-232, 2009. <https://doi.org/10.5380/rsa.v10i3.14529>.

SANTOS, J.M.F. Aviação agrícola - **Manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos**. São Paulo: Rhodia Agro, 1992. 100 p.

SILVER, K. S.; SONG, W.; NOMURA, Y.; SALGADO, V. L.; DONG, K. Mechanism of action of sodium channel blocker insecticides (SCBIs) on insect sodium channels. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, Amsterdam, v. 97, n. 2, p. 87-92, 2010.

SOUZA, R.T. et al. Depósito de pulverização com diferentes padrões de gotas em aplicações na cultura do algodoeiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, unesp, p.75-82,2007. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v27nspe/11.pdf>> Acesso em: 13 agost. 2018. doi: 10.1590/S0100-69162007 000200011.

SUMERFOR DV e SOLOMON WL. 2000. **Growth of wild *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae collected from Bt and non-Bt cotton**. Fla Entomol. 83: p 354-357

SCHNEPF, E.; CRICKMORE, N.; VAN RIE, J.; LERECLUS, D.; BAUM, J.; FEITELSON, J.; ZEIGLER, D. R.; DEAN, D. H. 1998. *Bacillus thuringiensis* and its

pesticidal crystal proteins. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**. v. 62, p. 775-806, 1998.

SCHRODER, E. P. Pulverizadores. **Cultivar Máquinas**, v. 07, n. 64, p. 20-22, 2007.

TABASHNIK, B.E. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.39, p.47–79, 1994.

TAKELAR N.S.; SHELTON A.M. Biology, ecology and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.38, p.275- 301, 1993.

TEIXEIRA, M.M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficiencia de la pulverización hidráulica**. 1997. 310f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

TOMQUELSKI, G.V.; MARTINS, G. L. M.; DIAS, T. S. Características e manejo de pragas da cultura da soja. **Pesquisa, Tecnologia e Produtividade**, Chapadão do Sul-MS, v. 2, n. 9, p. 61-82, 2015.

TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. L. M. Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos Chapadões. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 6, n. 1, p. 26-39, 2007.

TOSHIO, N. Nerve membrane Na⁺ channels as targets of insecticides. **Trends in Pharmacological Sciences**, Amsterdam, v. 13, p. 236-241, 1992.

VALAITIS, A.P.; PODGWAITE, J.D. *Bacillus thuringiensis* Cry1A toxin-binding glycoconjugates present on the brush border membrane and in the peritrophic

membrane of the Douglas-fir tussock moth are peritrophins. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.112, p. 1-8, 2013.

VALICENTE FH, BARRETO MR (2003) *Bacillus thuringiensis* survey in Brazil: geographical distribution and insecticidal activity against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotrop Entomol* 32: p 639-644.

VALICENTE FH, EDGARD ATP, MARIA JVV, NEWTON PC, ANDRÉIA AC, CLÁUDIA TG, UBIRACI GL (2010). Molecular characterization and distribution of *Bacillus thuringiensis* cry1 genes from Brazilian strains effective against the fall 77 armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Biol Control* 53: p 360-366.

VIANA, R. G.; TUFFI SANTOS, L. D.; DEMUNER, A. J.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, E. A.; MACHADO, A. F. L.; SANTOS, M. V. Quantificação e composição química de cera epicuticular de folhas de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 753-758, 2010.

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.

WILSON, G.R.; BENOIT, T.G. Alkaline pH activates *Bacillus thuringiensis* spores. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.62, p. 87-89, 1993.

WING, K. D.; ANDALORO, J. T.; MCCANN, S. F.; SALGADO, V. L. Indoxacarb and the sodium channel blocker insecticides: chemistry, physiology and biology in insects. In: GILBERT, L. I.; GILL S. S. (Eds.). **Insect control biological and synthetic agents**, Amsterdam: Academic Press, 2010, p. 35-57.

WING, KEITH D. et al. Bioactivation and mode of action of the oxadiazine indoxacarb in insects. **Crop Protection**. v. 19, n. 8, p. 537-545, 2000.

WING, K. D.; SCHNEE, M. E.; SACHER, M.; CONNAIR, M. A novel oxadiazine insecticide is bioactivated in lepidopteran larvae. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, New York, v. 37, n. 1, p. 91-103, 1998.

YAO, J.; LIU, Y.; GAO, Z.T.; LIU, P., SUN, M.; QU, S. S.; YU, Z. N. A microcalorimetric study of the biologic effect of Mn(II) on *Bacillus thuringiensis* growth. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, Dordrecht, v.70, n.2, p.415-421, 2002.

CAPÍTULO 4 - INTERAÇÃO DE CALDAS FITOSSANITÁRIAS NO CONTROLE DE *HELICOVERPA ARMIGERA* NA CULTURA DA SOJA

INTERAÇÃO DE CALDAS FITOSSANITÁRIAS NO CONTROLE DE *HELICOVERPA ARMIGERA* NA CULTURA DA SOJA

RESUMO: A combinação de produtos fitossanitários pode apresentar inúmeros efeitos adversos desconhecidos. No entanto, pesquisas com compatibilidade de misturas entre inseticidas com e sem aditivos são escassas, e estudos científicos neste sentido para o controle de *H. armigera* não foram encontrados. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a mortalidade de *H. armigera* alimentadas com folhas de soja pulverizadas com inseticida químico e biológico, com e sem adição de aditivos, e qual interação essa combinação causou entre os inseticidas. O experimento foi conduzido utilizando com folhas de soja pulverizadas com os inseticidas estudados e oferecidas como alimentação para as lagartas de *H. armigera* de 3º instar. Na qual avaliou-se a mortalidade durante sete dias seguidos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 12 tratamentos mais a testemunha sem aplicação, com 20 repetições, sendo os tratamentos os seguintes: indoxacarbe e *Bacillus thuringiensis* isolado e em misturas, com ou sem aditivos. Concluiu, que a combinação entre o indoxacarbe e o *Bacillus thuringiensis* comprometeu a eficiência de controle da *H. armigera*. E os aditivos adicionados as caldas promoveram efeitos positivos na eficiência de controle da *H. armigera*.

PALAVRAS-CHAVE: mistura de calda, indoxacarbe, *Bacillus thuringiensis*

INTERACTION OF PHYTOSANITARY CALVES IN THE CONTROL OF *HELICOVERPA ARMIGERA* IN THE CULTURE OF SOYBEAN

ABSTRACT: The combination of phytosanitary products can have numerous unknown adverse effects. However, researches with compatibility of mixtures between insecticides with and without additives are scarce, and scientific studies in this sense for the control of *H. armigera* have not been found. Thus, the objective of this work was to evaluate the mortality of *H. armigera* fed with soybean leaves sprayed with chemical and biological insecticide, with and without addition of additives, and what interaction this combination caused among the insecticides. The experiment was conducted using soybean leaves sprayed with the insecticides studied and offered as feed for the 3rd instar *H. armigera* caterpillars. In which mortality was assessed for seven days in a row. The experimental design was the completely randomized with 12 treatments plus the control without application, with 20 replicates, with the following treatments: indoxacarb and *Bacillus thuringiensis* alone and in mixtures, with or without additives. He concluded that the combination of indoxacarb and *Bacillus thuringiensis* compromised the control efficiency of *H. armigera*. And the additives added to the syrup promoted positive effects on the control efficiency of *H. armigera*.

KEY WORDS: syrup mixture, indoxacarb, *Bacillus thuringiensis*

1. INTRODUÇÃO

Frequentemente é relatada ocorrência de lagartas da subfamília *Heliothinae*, atacando diferentes culturas de importância econômica, dentre elas a soja. Três espécies de lagartas desta subfamília são observadas ocasionando danos, a *Heliothis virescens* (Fabricius), *Helicoverpa zea* (Boddie) e *Helicoverpa armigera* (Hübner) (CZEPAK et al., 2013b). A *Helicoverpa armigera* é registrada em inúmeros locais no mundo, diversas culturas, com ampla distribuição, e presente nos continentes Europeu, Asiático, Africano e Oceania (ZALUCKI et al. 1986; GUO, 1997). É uma das principais pragas da cultura da soja (*Glycine max*) na Austrália (DUFFIELD, 1998; ANON, 2004) e em muitas partes da Ásia (CHENG, 1987; CHAU, 1995; VAN DEN BERG et al., 1998). No ano de 2013 teve seu primeiro registro confirmado no Brasil, ocasionando danos nas culturas de algodão e soja (CZEPAK et al., 2013a).

Atualmente, os inseticidas com registro para o controle de *H. armigera* são: os biológicos (*Bacillus thuringiensis*), feromônios sexuais (Z11-hexadecenal Z9-hexadecenal) e os químicos Acetato, Clorpirifós, Zeta-cipermetrina, teflubenzuron, Indoxacarbe, Espinosade, Espinetoram, Clorfenapir, Chorfuazurom, Flubendiamide, Clorantraniliprole, Lufenurom, Metoxifenozone, Tiodicarbe, Metomil, Tiodicarbe + imidacloprido (Agrofit, 2015).

Neste sentido, a combinação de produtos fitossanitários pode apresentar inúmeros efeitos adversos desconhecidos, podendo interferir na estabilidade e na eficiência das moléculas (REFFSTRUP; LARSEN; MEYER, 2010). Como por exemplo, interferir na estabilidade da calda, reduzir a eficiência das moléculas sobre o alvo, intensificar a seleção de populações de pragas resistentes ou até mesmo causar surtos de pragas (hormese) (AHMAD, 2004; BELZ; CEDERGREEN; SORENSEN, 2008; CALABRESE, 2008). Alguns autores observaram que a combinação de produtos pode provocar desarranjo das moléculas, ou mesmo estimular ou inibir uma desintoxicação metabólica do organismo alvo, podendo potencializar a toxicidade (sinergismo) ou inibir a ação de um deles (antagonismo) (REFFSTRUP; LARSEN; MEYER, 2010; HERNÁNDEZ et al., 2013).

Diversos trabalhos demonstraram efeito antagônico na combinação entre herbicidas (VIDAL et al., 2003; MATZENBACHER et al., 2015), inseticidas (CORBEL

et al., 2004; WILLMOTT; CLOYD; ZHU, 20013), entre herbicidas e inseticidas (PETTER et al., 2007; PETTER et al., 2012), entre inseticidas e fungicidas (PETTER et al., 2013) e entre acaricidas e fertilizantes foliares (ANDRADE; FERREIRA; FENÓLIO, 2013). No entanto, pesquisas envolvendo a compatibilidade de misturas entre inseticidas com e sem aditivos são escassas, e estudos científicos neste sentido para o controle de *H. armigera* não foram encontrados.

Com intenção de fornecer informações úteis sobre as combinações de produtos fitossanitários no tanque do pulverizador, para o planejamento de estratégias de minimização de problemas no controle desta praga, o objetivo do trabalho foi avaliar a mortalidade de *H. armigera* alimentadas com folhas de soja pulverizadas com inseticida químico e biológico, com e sem adição de aditivos (adjuvante, fertilizante foliar) e avaliar a qual tipo de interação ocorre entre os inseticidas aplicados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Fitossanidade, localizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), Campus de Jaboticabal – SP. As lagartas de *Helicoverpa armigera* utilizadas nos experimentos (experimento 1 e repetição) foram provenientes de gerações sucessivas de uma criação mantida no laboratório de entomologia da ESALQ/USP em Piracicaba-SP, que foi doada para realização deste trabalho. Nos experimentos foram utilizadas folhas de soja da “cultivar “BRS284”, cultivada área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da UNESP. Ao atingirem o 3º ínstar, as lagartas foram isoladas em placas de Petri, cada placa continha duas lagartas e a folha de soja com pulverizada com os inseticidas que formaram a calda fitossanitária (Tabela 1). A pulverização com os respectivos tratamentos foi realizada com auxílio de torre de Potter (Burkard Manufacturing, Rickmansworth, Herts, Reino Unido) calibrada a 34,5 kPa, utilizando-se volume de 1mL de calda em cada aplicação. Após a secagem das caldas sobre as folhas foram oferecidas como alimento as lagartas, que foram avaliadas durante sete dias seguidos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 12 tratamentos mais a testemunha sem aplicação, com 20 repetições.

Os dados obtidos ao sétimo dia após a aplicação dos inseticidas foram utilizados para calcular a eficiência dos tratamentos pela fórmula proposta por Abbott (1925), onde a taxa de mortalidade de cada tratamento foi corrigida a partir dos dados de mortalidade da testemunha (sem aplicação), a qual foi de 10 %. Para análise estatística, os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ submetidos à análise de variância, as médias foram comparadas entre si utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$).

Tabela 1. Inseticidas utilizados na composição das caldas fitossanitárias associadas ao adjuvante e silício foliar para o controle de insetos pragas nas culturas da soja.

CALDAS	PRODUTOS
1- Q.	Químico ¹
2- Q.+A.	Químico ¹ + Adjuvante ²
3- Q+S.F.	Químico ¹ + Fertilizante ³
4- Q+S.F.+A.	Químico ¹ + Fertilizante ³ + Adjuvante ²
5- B.	Biológico ⁴
6- B.+A.	Biológico ⁴ + Adjuvante ²
7- B.+S.F.	Biológico ⁴ + Fertilizante ³
8- B.+S.F.+A.	Biológico ⁴ + Fertilizante ³ + Adjuvante ²
9- Q.+B.	Químico ¹ + Biológico ⁴
10- Q.+B.+A.	Químico ¹ + Biológico ⁴ + Adjuvante ²
11- Q.+B.+S.F.	Químico ¹ + Biológico ⁴ + Fertilizante ³
12- Q.+B.+S.F.+A.	Químico ¹ + Biológico ⁴ + Fertilizante ³ + Adjuvante ²
13- Controle	água

¹Avatar - Indoxacarbe inseticida grupo oxadiazina – dose de 200ml/ha; ²Argenfrut - adjuvante grupo hidrocarbonetos alifáticos – dose de 0,5% (v v⁻¹); ³Fertilizante - Supa Sílica - silício foliar líquido - dose 1L/ha; ⁴Dipel - *Bacillus thuringiensis* inseticida biológico – dose 0,5L/ha.

A interação entre os inseticidas foi verificada com a comparação da porcentagem de eficiência observada e a esperada para os produtos isolados e combinados pelo teste de qui-quadrado (MORALES-RODRIGUEZ; PECK, 2009). Os valores da eficiência esperada da interação (ME) foram calculados usando a fórmula $ME = MI + MA [(1-MI).100-1]$, onde MI corresponde a eficiência (%) do inseticida isolado (indoxacarbe) e MA corresponde a eficiência (%) do inseticida isolado (*bacillus*

thuringiensis). O resultado do teste qui-quadrado foi comparado ao valor de qui-quadrado tabelado (3,841), com um grau de liberdade, usando a fórmula $\chi^2 = (MIA - ME)^2 / ME$, onde MIA é a eficiência de controle observada para a combinação dos dois inseticidas. O efeito não aditivo entre dois produtos foi inferido quando o valor de qui-quadrado excedeu o valor tabelado (3,841). Valores positivo ou negativo entre MIA-ME foi considerado sinérgico ou antagônico, respectivamente (MORALES-RODRIGUEZ; WARNNER, 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos experimentos, foram iguais, e permitiram avaliar os efeitos das caldas inseticidas aplicadas no controle da *H. armigera*. O efeito dos produtos já foi constatado desde o 1ºDAA (1 dia após aplicação), a calda com inseticida químico mais fertilizante (3-Q+F), a associação do inseticida químico e biológico combinado com fertilizante (11-Q+B+F), e a associação do inseticida químico e biológico combinado com fertilizante e adjuvante (12-Q+B+F+A) apresentaram diferença significativa com maior mortalidade (Tabela 2).

No 2ºDAA, a calda com inseticida químico mais adjuvante (2-Q+A) e a mistura de químico, biológico com adição de fertilizante e adjuvante (12-Q+B+F+A) foram as que diferiram da testemunha mostrando maior efeito na mortalidade. No 3º e 5ºDAA, o inseticida biológico com adjuvante (6-B+A), e biológico com fertilizante (7-B+F) foram os tratamentos que causaram efeito na mortalidade, e para o 4º DAA a calda em mistura com inseticida químico, biológico com adjuvante se destacou entre todas as outras apresentando melhor controle da lagarta (Tabela 2).

Tabela 2. Análise da variância e testes de significância para o efeito de mortalidade das caldas fitossanitárias aplicadas em lagartas de 3º instar de *Helicoverpa armigera*.

CALDAS	1DAA	2DAA	3DAA	4DAA	5DAA	6DAA	7DAA
1-Q	0,2 bc	0,4 ab	0,8 abc	0,6 abcd	0,0 b	0,0 a	0,0 a
2- Q+A	0,7 abc	0,8 a	0,2 bc	0,3 bcd	0,0 b	0,0 a	0,0 a
3- Q+F	1,4 a	0,2 ab	0,1 c	0,3 bcd	0,0 b	0,0 a	0,0 a
4-Q+F+A	0,9 ab	0,4 ab	0,4 bc	0,3 bcd	0,0 b	0,0 a	0,0 a
5- B	0,0 c	0,0 b	1,0 ab	0,5 bcd	0,3 ab	0,0 a	0,2 a
6- B+A	0,0 c	0,6 ab	1,4 a	0,0 d	0,0 b	0,0 a	0,0 a
7- B+F	0,0 c	0,0 b	0,2 bc	0,8 abc	0,7 a	0,0 a	0,3 a
8-B+F+A	0,0 c	0,3 ab	0,7 abc	0,1 cd	0,5 ab	0,1 a	0,3 a
9- Q+B	0,0 c	0,1 ab	0,7 abc	0,9 ab	0,3 ab	0,0 a	0,0 a
10- Q+B+A	0,0 c	0,2 ab	0,4 bc	1,3 a	0,1 b	0,0 a	0,0 a
11-Q+B+F	1,3 a	0,6 ab	0,0 c	0,1 cd	0,0 b	0,0 a	0,0 a
12-Q+B+F+A	1,1 a	0,8 a	0,1 c	0,0 d	0,0 b	0,0 a	0,0 a
13- Controle	0,0 c	0,0 b	0,0 c	0,1 cd	0,0 b	0,1 a	0,0 a
F	12,31**	3,18**	5,44**	6,04**	4,05**	0,92ns	2,13*
CV	24,52	28,07	29,03	26,75	22,07	8,97	16,87
DMS	0,76	0,77	0,88	0,77	0,55	0,18	0,39

Q - Indoxacarbe inseticida grupo oxadiazina – dose de 200ml/ha; A - adjuvante grupo hidrocarbonetos alifáticos – dose de 0,5% (v v⁻¹); F - fertilizante - Supa Sílica - silício foliar líquido - dose 1L/ha; B - Dipel - *Bacillus thuringiensis* inseticida biológico – dose 0,5L/ha. F – Valor do F calculado na análise de variância; DMS – Diferença Mínima Significativa; CV – Coeficiente de Variação; ** – significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01); * – significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01=<p<0,05); ns – não significativo (p>=0,05) pelo teste de Tukey. Os dados foram transformados em Raiz (x+0,5).

Avaliando separadamente a eficiência de controle do grupo com inseticida químico, verificou-se na tabela 2, que nos três primeiros dias após a aplicação, a calda composta com apenas o indoxacarbe apresentou menor eficiência de controle (10,30 e 70%), não atingindo o controle satisfatório para *H. armigera*. Ao adicionar-se os aditivos houve incremento no controle da lagarta. A adição do adjuvante à composição da calda fitossanitária, aumentou a mortalidade para 35,75 e 85%, e para a calda com fertilizante foliar para 70,80 e 85%, está com destaque o primeiro dia após a aplicação, com 70 % de mortalidade contra 10% com apenas o indoxacarbe, já para a mistura

do inseticida químico com o adjuvante e o fertilizante o controle foi de 45,65 e 85% respectivamente (Figura 1).

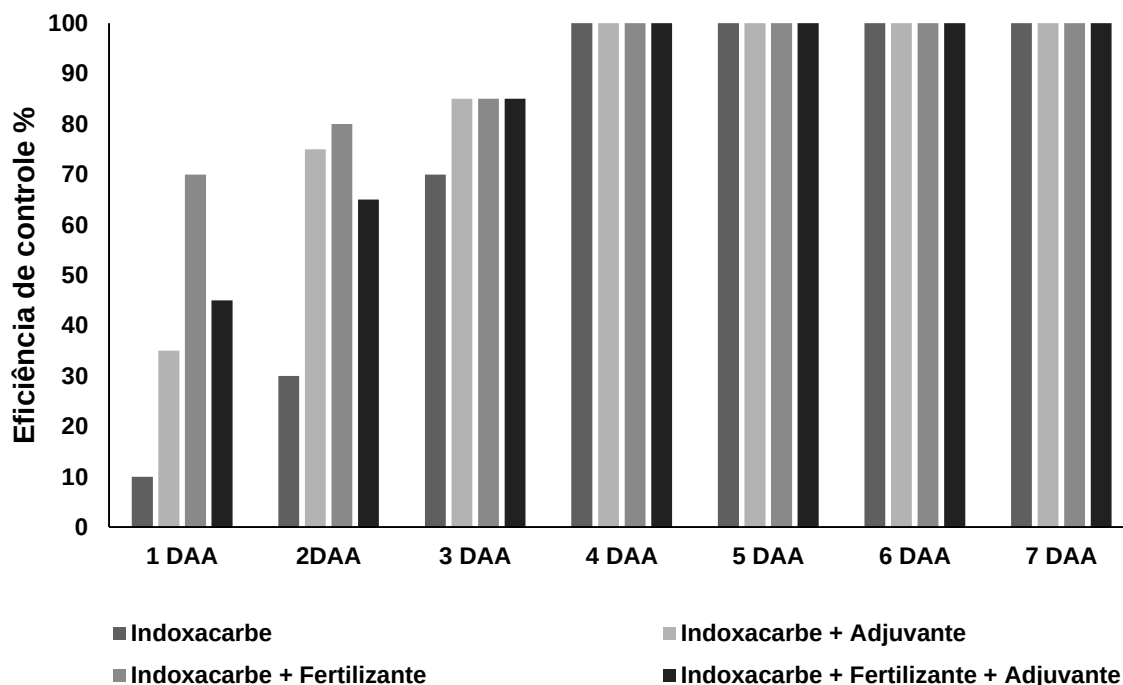


Figura 1. Eficiência (%) de controle da *Helicoverpa armigera* exposta ao inseticida químico (indoxacarbe - Avatar), com e sem aditivos (adjuvante / óleo mineral - Argenfruit; Fertilizante - silício foliar – Supa sílica), ao decorrer dos sete dias de avaliação.

Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que, o inseticida químico (indoxacarbe) pertence a classe Oxadiazina, que atua inibindo a entrada de íons de sódio em células nervosas, resultando em paralisia e morte de lagartas, e por ser um pró-inseticida que só é bioativado pela esterase no interior dos insetos depois da ingestão, fator que determina uma ação seja mais lenta na mortalidade dos insetos (WING et al., 1998). A adição do fertilizante foliar possivelmente, promoveu melhorias nas porcentagens de controle, em função de um efeito detrimental direto do produto ou indireto por meio da indução de compostos de defesa da planta pela aplicação de silício (Goussain et al., 2006).

O trabalho do Barbosa (2015) verificou que o indoxacarbe apresentou boa eficiência na mortalidade de *H. armigera* sendo mais efetivo na época de coleta de folhas (ECF) de zero e cinco dias nas avaliações aos 7 e 10 dias após o início da ingestão (DAII). O trabalho Liu et al. (2002) mostrou que o inseticida indoxacarbe também foi eficiente no controle da lagarta-medede-palmo em repolho. Barbosa (2015) também mostrou que a partir da época de coleta de folhas (ECF) de 10 dias apresentou baixa eficiência, demonstrando boa ação inicial, mas curto período residual. O desempenho satisfatório foi observado também por Chatterjee & Mondal (2012) e Abbas et al. (2015) para *H. armigera*.

Em estudo com *S. frugiperda*, também foi encontrado efeito significativo do silício na mortalidade da lagarta ao final do 2º ínstar, alimentadas com folhas provenientes de plantas que receberam esse mineral (Goussain et al., 2002). De acordo com Jones & Handreck (1967) e Raven (1983), a aplicação de silício proporciona o maior transporte do elemento para a parte aérea da planta, sendo depositado nas células epidérmicas como sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), tornando os tecidos foliares mais rígidos, o que pode ter dificultado a alimentação destes insetos.

Djain & Pathak (1967) verificaram que a resistência dos tecidos vegetais foi positivamente correlacionada com o teor de silício das plantas, em 20 variedades de arroz, também observaram redução na taxa de alimentação e na sobrevivência da broca-do-colmo *Chilo suppressalis* (Walker) em plantas com maiores teores de silício, sendo a mortalidade, provavelmente, resultado do excessivo desgaste da região incisora da mandíbula das lagartas. O efeito do silício na redução de populações de insetos-praga como delíacidos, gorgulhos, lagartas, pulgões e tripes foram verificados em várias culturas (Djain & Pathak 1967, Tayabi & Azizi 1984, Salim & Saxena 1992, Sawant et al. 1994, Carvalho et al. 1999). O aumento no teor de silício nas folhas pode, portanto, dificultar a alimentação das lagartas, causando aumento de mortalidade e canibalismo e, portanto, tornando as plantas de milho mais resistentes à lagarta-do-cartucho. (Goussain et al., 2002).

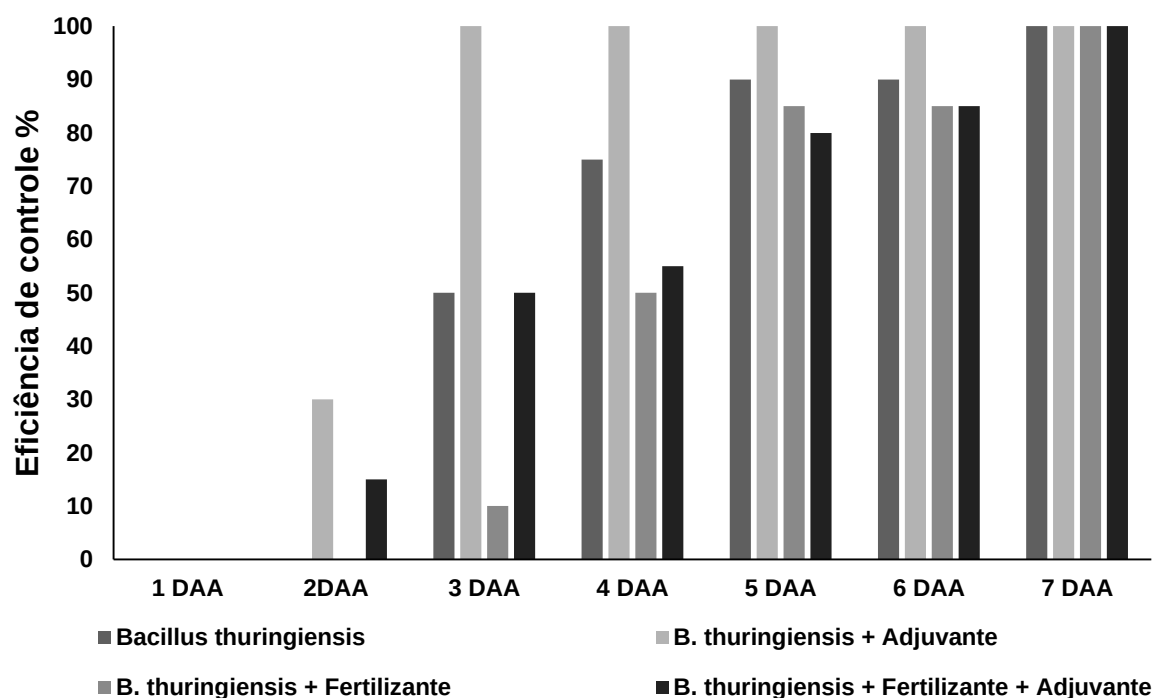


Figura 2. Eficiência (%) de controle da *Helicoverpa armigera* exposta ao inseticida biológico (*B. thuringiensis* - Dipel), com e sem aditivos (adjuvante / óleo mineral - Argenfruit; Fertilizante - silício foliar – Supa sílica), ao decorrer dos sete dias de avaliação.

Para o grupo do inseticida biológico (Figura 2), *Bacillus thuringiensis* (dipel) verificou-se que ocorreu variação no controle do 2DAA ao 6DAA, a adição de adjuvante a calda possivelmente contribuiu para o aumento na eficiência de controle da lagarta, atingindo 100% ao terceiro dia após a aplicação. Para as caldas compostas com adição de fertilizante foliar e para a mistura dos dois aditivos se mostraram eficientes a partir do quinto dia após a aplicação com 80 e 85%.

A mistura do composto (adjuvante) a calda com inseticida biológico pode ter gerado efeito sinérgico, pois os óleos vegetais podem funcionar como aditivos, proporcionando assim a utilização de menores quantidades de inseticidas, visto que, agem como um substrato alternativo poupando o inseticida da detoxificação (inativação de substâncias tóxicas) ou reage com outro sítio de ação, prevenindo a detoxificação do inseticida (CASIDA, 1970), aumentando assim a letalidade dos

mesmos nas populações resistentes (BRINDLEY; SELIM, 1984). Portanto a ação combinada de inseticidas e óleos minerais podem gerar resultados como a soma dos efeitos de cada composto ou um efeito total superior a esta soma, além disso, essa mistura pode minimizar a contaminação ambiental dos resíduos de inseticidas persistentes e preservar insetos benéficos (RAFFA; PRIESTER, 1985).

Por atuarem de maneiras diferentes entre si, os adjuvantes podem promover alteração nas propriedades físico-químicas das caldas, criando condições favoráveis a melhoria da aplicação dos produtos fitossanitários, aspecto que possivelmente foi responsável pelos resultados encontrados neste trabalho. Dentre os efeitos e alterações, destaca-se a redução da tensão superficial das gotas pulverizadas, aumentando sua superfície de contato com o alvo biológico e melhorando a cobertura do mesmo (HESS; FOY, 2000; VAN ZIL et al., 2010; XU et al., 2010). A tensão superficial é uma importante propriedade visto que a retenção e a adesividade da calda na superfície foliar é consequência da boa molhabilidade. Esta ocorre em função do ângulo de contato que a gota pulverizada forma com o alvo, que por sua vez é influenciado pela presença de surfactantes na calda (TANG; DONG; LI, 2008). Yu et al. (2009) e Xu et al. (2010) mostram que a adição de surfactantes à calda levou ao aumento da molhabilidade após a deposição das gotas no alvo.

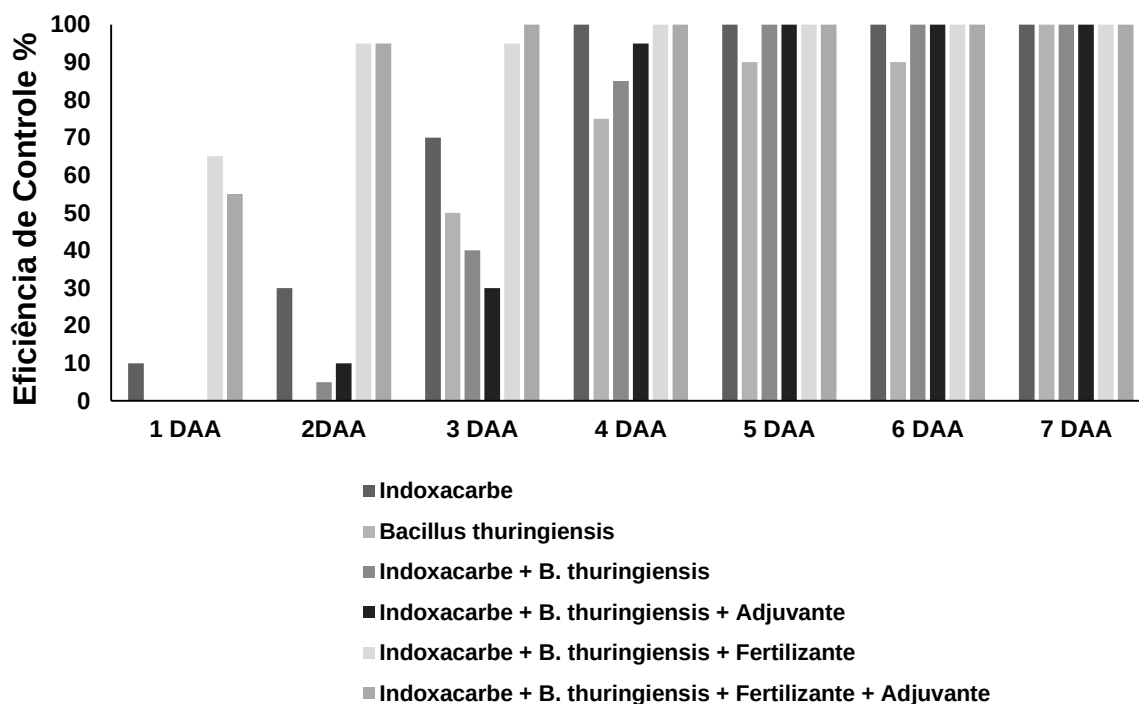


Figura 3. Eficiência (%) de controle da *Helicoverpa armigera* exposta a mistura de inseticida químico (indoxacarbe - Avatar) com inseticida biológico (*B. thuringiensis* - Dipel), com e sem aditivos (adjuvante / óleo mineral - Argenfruit; Fertilizante - silício foliar – Supa sílica), ao decorrer dos sete dias de avaliação.

Observando os resultados de controle de *H. armigera* no 1DAA, o inseticida químico isolado causou 10% de mortalidade, ao misturar os inseticidas sem aditivos (indoxacarbe + *Bacillus thuringiensis*) observou-se um possível efeito negativo, a porcentagem de controle diminuiu para zero. Ao avaliar o efeito da mistura de inseticidas com adição dos aditivos, notamos que houve um aumento na mortalidade de 55% para a calda em combinação com indoxacarbe + *B. thuringiensis* + fertilizante, e de 45% para a calda com indoxacarbe + *B. thuringiensis* + fertilizante + adjuvante (Figura 3).

No 2DAA a mortalidade da lagarta foi de 30% com o indoxacarbe isolado, e com a combinação indoxacarbe + *Bacillus thuringiensis*, houve uma redução de 20% na eficiência de controle comparado ao inseticida químico isolado. Porém ao adicionar os aditivos a calda com os dois inseticidas (químico, biológico) atingiram 95% de

eficiência de controle da *H. armigera*, tanto com adição apenas do fertilizante, como a adição do fertilizante com o adjuvante (Figura 3). 3DAA, a mistura reduziu sem aditivos em 30 % a eficiência de controle do indoxacarbe e 10% do *Bacillus thuringiensis* isolados, em contrapartida a adição de aditivos nessa combinação de inseticidas, promoveram um controle extremamente satisfatório alcançando 95% de controle com a calda composta por indoxacarbe + *B. thuringiensis* + fertilizante, e 100% com indoxacarbe + *B. thuringiensis* + fertilizante + adjuvante (Figura 3). A partir do 4DAA, todas as caldas avaliadas isoladamente ou em mistura, com e sem aditivos apresentaram boa eficiência de controle, com exceção do inseticida biológico isolado que atingiu alta eficiência (90%) ao 5 DAA, considerando os critérios de eficiência de controle propostos por Henderson & Tilton (1955), onde baixa eficiência é menor que 80%, boa eficiência fica entre 80 a 90% e alta eficiência maior que 90%.

Assim, podemos verificar que os resultados das combinações entre os inseticidas químicos e biológicos associados aos aditivos (fertilizante, adjuvante), possivelmente provocou alterações nas características das caldas estudadas proporcionando melhor eficiência desde o primeiro dia após a aplicação.

Segundo Vechia (2017) a combinação de produtos possibilita a ocorrência de interações complexas que podem resultar em aumento (sinergismo) ou redução (antagonismo) da eficiência no controle do alvo desejado. Este tipo de interação pode ocorrer mesmo quando a combinação de produtos se mostra compatível fisicamente. Neste sentido, o efeito da interação com as combinações do inseticida químico (indoxacarbe) com o biológico (*B. thuringiensis*), aos sete dias após aplicação foi antagônico em ambos os experimentos, no qual o valor de qui-quadrado foi de $\chi^2 = 1,60$ e o $Mia-ME = -12,5$. Estas interações podem ser resultantes de interações químico-químicas diretas, onde um químico interage diretamente com outro químico causando uma mudança química, que levará a uma alteração na toxicidade causando um efeito mais forte ou mais fraco, interações toxicocinéticas a qual resultará em efeitos sobre a absorção, distribuição, metabolismo ou eliminação dos compostos, esta interação pode resultar em um aumento na dose interna da forma ativa de outro composto, e interações toxicodinâmicas quando a presença de dois (ou mais) compostos altera a resposta sem afetar a dose de cada um dos compostos. Eles ocorrem no local do receptor celular, ou na molécula alvo, ou entre os locais ou alvos

do receptor, quando a interação ocorre no mesmo local de receptor, isto normalmente resulta em antagonismo (REFSTRUP; LARSEN; MEYER, 2010). Assim como os resultados encontrados neste trabalho, chegando a 30% de redução da mortalidade, quando comparado com o inseticida isolado.

O antagonismo entre produtos pode comprometer a eficácia de inseticidas e/ou acaricidas em condições de campo (PRADO et al., 2011). Ao contrário da incompatibilidade física, que é facilmente visualizada antes que a aplicação seja realizada, a incompatibilidade biológica não é facilmente visualizada, no qual será notada com a redução de eficiência em campo Vechia (2017). No entanto, estes efeitos podem variar dependendo das características da população do artrópode (PRADO et al., 2011).

Portanto, estas combinações devem ser evitadas a fim de preservar o efeito do indoxacarbe e do *Bacillus thuringiensis*, no controle da *Helicoverpa armigera*. Diante do exposto, estudos futuros serão necessários para entender melhor como esta interação antagônica ocorre no interior da lagarta. Outro fator primordial é verificar se a aplicação do inseticida químico antes da aplicação do inseticida biológico também resulta neste mesmo tipo de interação, assim como avaliar o efeito de outras combinações entre produtos fitossanitários. Antes da utilização de inseticidas em misturas na cultura da soja, deve se conhecer as características físico químicas de cada produto e o potencial de interação entre eles.

4. CONCLUSÕES

A combinação entre o inseticida químico (indoxacarbe) e o biológico (*Bacillus thuringiensis*) influenciou a eficácia de controle da *H. armigera*.

Os aditivos adicionados as caldas promoveram efeitos positivos na eficiência de controle da *H. armigera*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, M. Potentiation/antagonism of deltamethrin and cypermethrins with organophosphate insecticides in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidade). **Pesticide Biochemistry Physiology**, v. 80, p. 31-42, 2004.

ANDRADE, D. J.; FERREIRA, M. C.; FENÓLIO, L. G. Compatibilidade entre acaricidas e fertilizantes foliares em função de diferentes águas no controle do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 39-50, 2013.

ANON. Soybean Pest Management. **Internet resource**. Queensland Department of Primary Industries and Fisheries, 2004. Disponível em: <<http://www2.dpi.qld.gov.au/fieldcrops/8718.html>>. Acesso em: 17/08/2018.

BELZ, R. G.; CEDERGREEN, N.; SORENSEN, H. Hormesis in mixture – Can it be predicted? **Science of the total environment**, v. 404, p. 77-87, 2008.

CALABRESE, E. J. Hormesis and mixtures. **Toxicology Applied Pharmacology**, v. 3, p. 229-262, 2008.

CEDERGREEN, N.; KUDSK, P.; MATHIASSEN, S. K.; STREIBIG, J. C. Combination effects of herbicides on plants and algae: do species and test systems matter? **Pest Management Science**, West Sussex, v. 63, n. 3, p. 282-295, 2007.

CHATTERJEE, M.L.; MONDAL, S. Sustainable management of key lepidopteran insect pests of vegetables. **Acta Horticulturae**, v.958, p.147-153, 2012. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.958.17.

CHAU, L.M. Integrated pest management: a strategy to control resistance of *Spodoptera exigua* and *Helicoverpa armigera* caterpillars to insecticides on soybean in the Mekong Delta. **Pesticide Science**, v.43, p. 255–258, 1995.

CHENG, C.H., Assessment of yield loss of soybean caused by leaf-feeding pest insects (Taiwan, ROC). **Plant Protection Bull**, v.29, p. 410–411, 1987.

CORBEL, V.; RAYMOND, M.; CHANDRE, F.; DARRIET, F.; HOUGARD, J. M. Efficacy of insecticide mixtures against larvae of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) resistant to pyrethroids and carbamates. **Pest Management Science**, v. 60, p. 375–380, 2004.

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

CZEPAK, C.; VIVAN, L.M.; ALBERNAZ, K. C. Praga da vez. **Cultivar, Grandes Culturas, Pelotas**, ano 15, n.167, p.20-27, abr. 2013b.

DEMKOVICH, M.; DANA, C. E.; SIEGEL, J. P.; BERENBAUM, M. R. Effect of piperonyl butoxide on the toxicity of four classes of insecticides to navel orangeworm (*Amyelois transitella*) (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park Md, v. 108, n. 6, p. 2753-2760, 2015.

DUFFIELD, S.J. **Pest management of *Helicoverpa* in the Riverina: using the tools at our disposal**. In: Zalucki, M.P.; Drew, R.A.I.; White, G.G. (Eds.). *Pest Management: Future Challenges*. The University of Queensland Printery, Brisbane, p.48–55, 1998.

HARTZLER, B.; PRINGNITZ, B.; OWEN, M. Interactions between ALS-herbicides and organophosphate insecticides. Disponível em:

<<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2000/5-22-000/interaction.html>>. Acesso em: 20 set. 2004.

HENDERSON, C.F.; TILTON, E.W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal Economic Entomology**, v. 48, n. 2, p. 157-161, 1955.

HERNÁNDEZ, A. F.; PARRÓN, T.; TSATSAKIS, A. M.; REQUENA, M.; ALARCÓN, R.; LÓPEZ-GUARNIDO, O. Toxic effects of pesticide mixtures at a molecular level: Their relevance to human health. **Toxicology**, v. 307, p. 136-145, 2013.

MARKING, L.L. Toxicity of chemical mixtures. In: RAND, G.M. e PETROCELLI, S.R. **Fundamentals of aquatic toxicology**. (Eds). Hemisphere Publishing, Washington DC, USA. 1985, p. 164-176.

MATZENBACHER, F. O.; KALSING, A.; DALAZEN, G.; MARKUS, C.; MEROTTO JR, A. Antagonism is the predominant effect of herbicide mixtures used for imidazolinone-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control. **Planta Daninha**, v. 33, p. 587-597, 2015.

MORALES-rodriguez, A.; Peck, D. C. Synergies between biological and neonicotinoid insecticides for the curative control of the white grubs *Amphimallon majale* and *Popillia japonica*. **Biological Control**, v. 51, p. 169–180, 2009.

GUO, Y.Y. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. **Acta Entomologica Sinica, Beijing**, v. 40, n. 1, p. 1-6, 1997.

REFFSTRUP, T. K.; LARSEN, J. C.; MEYER, O. Risk assessment of mixtures of pesticides. Current approaches and future strategies. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 56, p. 174-192, 2010.

MORALES-RODRIGUEZ, A.; WARNNER, K. W. Efficacy of thiamethoxam and fipronil, applied alone and in combination, to control *Limoni*us californicus and *Hypnoidus* bicolor (Coleoptera: Elateridae). **Pest Management Science**, v. 7, p. 584-591, 2015.

NASH, R.G. Phytotoxic pesticide interaction in soil. **Agronomy Journal**, v. 59, p. 227-230, 1967.

NASH, R.G. Synergistic phytotoxicities of herbicide-insecticide combination in soil. **Weed Science**, v. 16, p. 74-77, 1968.

PRADO, E. P.; ARAÚJO, D.; RAETANO, C. G.; POGETTO, M. H. F. A. D.; AGUIAR-JÚNIOR, H. O.; CHRISTOVAM, R. S. Influência da dureza e potencial hidrogeniônico da calda de pulverização sobre o controle do ácaro-da-leprose em frutos de laranja doce. **Bragantia**, v. 70, p. 389-396, 2011.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L. P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, p. 129-138, 2013.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, p. 449-457, 2012.

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**, v. 25, p. 389-398, 2007

VAN DEN BERG, H.; SHEPARD, B.M., NASIKIN Damage incidence by *Etiella zinckenella* in soybean in East Java. **Indonesia International Journal of Pest Management**. vol.44, n.3, 1998.

VECHIA, J.F.D. **Interação entre produtos fitossanitários no manejo de *brevipalpus yothersi* e *diaphorina citri* na cultura dos citros**.2017.104 f. Dissertação. (Mestre em Agronomia Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista – UNESP Câmpus de Jaboticabal,2017.

VIDAL, R. A.; MACHRY, M.; HERNANDES, G. C.; FLECK, N.G. Antagonismo na associação de glyphosate e triazinas. **Planta Daninha**, v. 21, p. 301-306, 2003.

ZALUCKI, M. P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P.H. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: What do we know? **Australian Journal of Zoology**, v. 34, p. 779-814, 1986.

WALKER, C. H. **Factors Determining the Toxicity of Organic Pollutants to Animals and Plants**. In Organic Pollutants, 2. ed. London, CRC Press, p. 17– 66. 2009.

WOZNICA, Z.; NALEWAJA, J. D MESSER SMITH, A. Sulfosulfuron efficacy is affected by surfactants, pH of spray mixture, and salts Pesticide Formulations and Application Systems: A New Century for Agricultural Formulations, **Twenty First Volume**, [S.l], v. 1414, p. 11-22, 2001. DOI: 10.1520 / STP10714S.

WILLMOTT, A. L.; CLOYD, R. A.; ZHU, K. Efficacy of pesticides mixtures against the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) under laboratory and greenhouse conditions. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, p. 247-256, 2013.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As interações entre os inseticidas químico e biológico em caldas com silício foliar e óleo mineral para o controle de lagartas desfolhadoras na cultura da soja causaram alterações nos parâmetros avaliados.

A associação das caldas inseticidas reduziu a tensão superficial, a % de gotas < 100 µm e o SPAN, consequentemente alterou o ângulo de contato das gotas formadas nas diferentes superfícies da folha de soja.

O terço superior da cultura da soja, recebeu maior quantidade de calda depositada e percentual de cobertura. A adição de adjuvante na calda promoveu melhoria de cobertura no terço médio e inferior, e incremento na produtividade com adição de adjuvante.

Para o controle das espécies *C. includens* e *A. gemmatilis* o inseticida químico com e sem aditivo apresentou melhor controle aos 1 e 3 DAA para as lagartas pequenas, para a *S. frugiperda* as caldas estudadas apresentaram controle semelhante.

A mistura entre o inseticida químico (indoxacarbe) e o biológico (*Bacillus thuringiensis*) influenciou a eficácia de controle da *H. armigera*, os aditivos adicionados as caldas promoveram efeitos positivos na eficiência de controle da *H. armigera*.

A recomendação de aditivos na calda fitossanitária dependerá das características morfológicas da superfície da planta e do alvo em questão. Portanto, outros trabalhos devem ser conduzidos no sentido de verificar o efeito das misturas de produtos fitossanitários associados aos aditivos. Analisando as variáveis importantes para a qualidade das pulverizações e eficiência de controle de insetos pragas.