

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

**APLICAÇÃO LOCALIZADA E EM ÁREA TOTAL DE
INSETICIDA E ÓLEO MINERAL COM PONTAS DE
PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE APLICAÇÃO, NA
CULTURA DA SOJA**

Paulo Eduardo Rezende Simino

Engenheiro Agrônomo

2016

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

**APLICAÇÃO LOCALIZADA E EM ÁREA TOTAL DE
INSETICIDA E ÓLEO MINERAL COM PONTAS DE
PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE APLICAÇÃO, NA
CULTURA DA SOJA**

Paulo Eduardo Rezende Simino

Orientador: Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira

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

2016

S588a Simino, Paulo Eduardo Rezende
Aplicação localizada e em área total de inseticida e óleo mineral com pontas de pulverização e volumes de aplicação, na cultura da soja / Paulo Eduardo Rezende Simino. -- Jaboticabal, 2016
viii, 47 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016
Orientador: Marcelo da Costa Ferreira
Banca examinadora: Arlindo Leal Boiça Júnior, João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha
Bibliografia

1. Pingente-tecnologia de aplicação. 2. Óleo mineral . 3. Inseticida-soja. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.3.02:633.34



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: APLICAÇÃO LOCALIZADA E EM ÁREA TOTAL DE INSETICIDA E ÓLEO MINERAL COM PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE APLICAÇÃO, NA CULTURA DA SOJA

AUTOR: PAULO EDUARDO REZENDE SIMINO

ORIENTADOR: MARCELO DA COSTA FERREIRA

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


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

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


Prof. Dr. JOÃO PAULO ARANTES RODRIGUES DA CUNHA
Depto de Engenharia Agrícola - Instituto de Ciências Agrárias / UFU - Uberlândia/MG

Jaboticabal, 02 de agosto de 2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Paulo Eduardo Rezende Simino, nascido em Ituverava, SP, no dia nove de setembro de 1986, filho de Eunice Barbosa de Rezende Simino (*in memoriam*) e Paulo Eduardo Simino e irmão de Giovana Paula R. Simino e Lígia Gabriela R. Simino. Iniciou o curso de Engenharia Agrônômica em março de 2005 na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, Campus de Jaboticabal. Durante a graduação passou por estágios nos setores de fruticultura, horticultura e entomologia e participou como coordenador do Dia de Campo nas culturas de soja, milho e amendoim na safra 2007/2008 da empresa Cap Jr. Realizou o estágio curricular na área de pesquisa na empresa Ouro Fino Agrociência. Nessa empresa, trabalhou de janeiro de 2010 a dezembro de 2014 realizando estudos de eficácia e praticabilidade agrônômica de herbicidas, fungicidas e inseticidas, além de estudos de resíduos seguindo as Boas Práticas de Laboratórios (BPL). Em março de 2014 iniciou o mestrado na UNESP-Jaboticabal, pelo programa de Entomologia Agrícola. Desenvolveu em parceria com o amigo Dr. Walter Maldonado Júnior dois aplicativos: o primeiro chamado “PontaCerta” e o segundo “Catálogo PontaCerta”. Eles foram lançados no sistema Android e IOS entre os meses de maio e julho de 2016. O primeiro software tem como objetivo facilitar o profissional do campo a escolher corretamente a ponta de pulverização de acordo com as condições da aplicação, do alvo e do produto fitossanitário utilizado. O segundo trata-se de um catálogo dinâmico com centenas de pontas de pulverização que permite checar informações precisas de cada modelo, além de realizar buscas de forma rápida por tamanho de gotas, tipos de jatos, modelos, entre outros.

Dedico

À Deus e à minha mãe (*in memoriam*), que embora não se fazem presentes em matéria, representam o alicerce de minha vida, irradiando determinação, serenidade, inspiração e oportunidades para conquistar os meus sonhos e lutar por aquilo que acredito.

AGRADECIMENTOS

À meu pai, Paulo Eduardo Simino e minhas irmãs, Giovana Paula R. Simino e Ligia Gabriela R. Simino, que são meu porto seguro e minha fonte de admiração e inspiração. Juntos, eles fazem de mim uma pessoa melhor a cada amanhecer.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira, pela influencia que teve desde a graduação, por ser um exemplo de superação através do planejamento, estudo, trabalho e simplicidade. Sua orientação foi essencial para que eu pudesse obter o melhor aproveitamento durante a pós-graduação, o que o torna um grande amigo e uma pessoa por quem tenho extrema admiração e reconhecimento.

À Prof.^a Dr.^a Nilza Maria Martinelli e ao Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade pelas contribuições dadas no Exame de Qualificação e pelo aceite de fazer parte da mesma.

Minha gratidão aos membros participantes da banca de Dissertação Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior e Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha por terem aceitado o convite de colaborar com esse trabalho e saibam que assim o fizeram com muita sabedoria e humildade.

Ao Eng. Me. Agrônomo Rodrigo Alberto Alandia Román, da empresa *TeeJet*, por ter doado os equipamentos utilizados na pesquisa do mestrado e por me auxiliar sempre que precisei de sua ajuda. Estendo meus agradecimentos à empresa.

Ao meu amigo Walter Maldonado Júnior por ter colaborado com diversos trabalhos que desenvolvi durante o mestrado, auxiliando nas análises estatísticas e no desenvolvimento dos aplicativos PontaCerta e Catálogo PontaCerta.

Aos membros, ex-membros e colaboradores do NEDTA e do Departamento de Fitossanidade: Jeruska A. M. Brenha, Dieimisson Paulo Almeida, Sérgio Tadeu Decaro Júnior, Ricardo Augusto Decaro, Caio Pizzini Velloso, Jaqueline F. Della Vechia, Eduardo Souza dos Santos, Fabiano Griesang, Leonardo de Freitas Zechin, Renata Thaysa da Silva Santos, Maria Fernanda T. Ramos, Cícero Mariano e Henrique Borges N. Campos, João Marcos da Silva, Caroline Maia, Clara Degli Espoti, Leonardo José Petea Gomes. A participação de vocês foi essencial para que eu alcançasse os resultados.

Ao exemplo de servidor público Gilson José Leite, que nunca mediu esforços em ajudar alguém que precisasse, principalmente com os trabalhos de campo, correspondendo sempre além das expectativas.

Ao produtor e empresário Ricardo Bellodi Bueno, por ter cedido uma área no Sítio Dois Irmãos para que eu realizasse parte dos meus estudos de campo na cultura da soja.

Ao amigo Elton da Silva Bicalho, pela ajuda nas traduções para a versão em inglês do artigo e da dissertação.

Agradeço aos colaboradores Eng. Agr. Wilson Carlos Pazini pela ajuda nas análises laboratoriais, ao Técnico Agrícola Marcelo Scatolin pela contribuição no plantio e tratos culturais da soja, e às secretárias do Dep. De Fitossanidade Cibele da Silva Arton e Ligia Dias Tostes Fiorezzi pela colaboração e atenção em diversas oportunidades que necessitei.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), ao qual aproveito para parabenizar a Coordenação do querido Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes, devendo ser estendido também aos demais professores do programa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos de Mestrado.

SUMARIO

Página

RESUMO	Erro! Indicador não definido.
ABSTRACT	Erro! Indicador não definido.
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos gerais da pulverização de inseticidas em soja	3
2.2 Volume de aplicação	4
2.3 Adjuvantes.....	5
3 REFERÊNCIAS	8
CAPÍTULO 2. QUALIDADE DA APLICAÇÃO LOCALIZADA DE INSETICIDA E ÓLEO MINERAL VARIANDO PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE APLICAÇÃO EM RELAÇÃO À PULVERIZAÇÃO EM ÁREA TOTAL	12
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1 Áreas experimentais.....	15
2.2 Condições da aplicação dos tratamentos	15
2.3 Cobertura.....	19
2.4 Avaliação do depósito de calda sobre as plantas de soja	20
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4 CONCLUSÃO	29
5 REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO 3. INFLUÊNCIA DO INSETICIDA, ÓLEO MINERAL E DO VOLUME DE APLICAÇÃO EM PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA CALDA DE APLICAÇÃO.	32
1 INTRODUÇÃO.....	34
2 MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1 Tensão superficial.....	36

2.2	Ângulo de contato da gota com superfícies	37
2.3	Taxa de evaporação.....	38
2.4	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	39
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4	CONCLUSÃO.....	45
5	REFERÊNCIAS.....	45

APLICAÇÃO LOCALIZADA E EM ÁREA TOTAL DE INSETICIDA E ÓLEO MINERAL COM DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE APLICAÇÃO NA CULTURA DA SOJA E CARACTERÍSTICAS DA CALDA

RESUMO – Os principais métodos de aplicação de produtos fitossanitários na soja são aérea e terrestre, sendo essa feita com barra em área total. Ambas apresentam desuniformidades de cobertura e depósito no perfil vertical da planta, geralmente baixa no terço inferior, o que pode comprometer a eficiência do tratamento, dentre eles o controle de pragas. O presente trabalho avaliou a qualidade da aplicação localizada do inseticida clorpirifós (CapatazBR) realizada com pingentes posicionados na entre linha da cultura. O delineamento dos ensaios de campo foi no esquema fatorial 2 x 3, sendo dois modelos de pontas na aplicação com pingente (XR 11001 e TXA 8001) e três concentrações do óleo mineral Nimbus® (0; 0,5 e 3,0% v/v), além de um tratamento adicional que avaliou a aplicação em área total com pontas do modelo TT 110015. Foi avaliado duas taxas de aplicação (80 e 150 L ha⁻¹) em duas localidades, perfazendo quatro experimentos, quando determinou-se a porcentagem de cobertura e o depósito nos diferentes terços da planta e o depósito total por planta. Avaliou-se em laboratório importantes parâmetros da calda, como a tensão superficial, ângulo de contato da gota com a folha de soja e uma superfície padrão de Parafilm®, a taxa de evaporação e o pH. Esses ensaios foram conduzidos no esquema fatorial 3x2, sendo três concentrações do óleo mineral (0; 0,5 e 3,0% v/v) e duas concentrações equivalentes às taxas de aplicação 80 e 150 L ha⁻¹. De acordo com os resultados, a cobertura e o depósito foram menores para o terço inferior, tanto na aplicação localizada como em área total. A ponta XR apresentou-se com maior capacidade de depósito nos diferentes terços da planta em comparação à ponta TXA, mas o depósito total referente à somatória dos depósitos nos três terços apresentou-se igual entre ambas as pontas e as modalidades de aplicação área total e localizada. A simples adição de inseticida foi suficiente para reduzir a tensão superficial e o ângulo de contato da gota para as superfícies soja e Parafilm® em relação à água. A associação de 0,5% de óleo mineral ao inseticida reduziu o ângulo de contato da gota depositada sobre a superfície do Parafilm® em ambas as taxas de aplicação, enquanto que na soja nenhuma concentração de óleo mineral alterou o ângulo da gota. A calda referente ao volume de 80 L ha⁻¹ e sem adjuvante apresentou a menor tensão superficial, porém proporcionou o pior espalhamento da gota na folha de soja. Nenhuma dose do adjuvante proporcionou efeito na evaporação da gota pendente. O inseticida reduziu o pH da calda e o adjuvante não interferiu nesse parâmetro.

Palavras-chave: Adjuvantes, depósito da calda, evaporação, pingente, tensão superficial.

QUALITY OF LOCALIZED INSECTICIDE AND MINERAL OIL APPLICATION WITH DIFFERENT NOZZLES AND VOLUMES APPLICATION IN RELATION TO TOTAL ÁREA SPRAYING

ABSTRACT – The main methods for pesticide application in soybean are by aircraft and tractor using sprayer boom in total Área. Both of them present non-uniformity of coverage and deposit on the vertical profile of the plant, usually low in the bottom third, which can compromise the efficiency of the treatment, including pest control. This study evaluated the quality of the localized application of the insecticide chlorpyrifos (CapatazBR) performed with hose drops positioned in line between the culture. The design of field trials was in a factorial 2 x 3, two models of nozzle on application in hose drop (XR 11001 and TXA 8001) and three mineral oil concentrations Nimbus® (0, 0.5 and 3.0% v / v), plus an additional treatment evaluating the total Área of application with a model of nozzle TT 110015. It was evaluated two spray volumes (80 and 150 L ha⁻¹) in two locality, that is four experiments. It was determined the percentage of coverage and deposition in different thirds of the plant and the total deposit per plant. It was evaluated in a laboratory important parameters such as surface tension, contact angle of the droplet with soybean leaf pattern and a Parafilm® surface, the evaporation rate and pH. These trials were conducted in a 3x2 factorial arrangement, with three concentrations of mineral oil (0, 0.5 and 3.0% v / v) and two concentrations equivalent to application rates of 80 and 150 L ha⁻¹. According to the results, coverage and the deposit was lower for the lower third in both the localized application and in total Área. The nozzle XR presented with greater deposit capacity in the different thirds of the plant compared to the nozzle TXA, but the total deposit (sum of the three thirds) were equal between both nozzle models and the application types. The simple addition of insecticide was sufficient to reduce the surface tension and contact angle of the droplet to the surfaces soybean and Parafilm compared to water. The combination of 0.5% mineral oil to the insecticide reduced the contact angle of the droplet deposited on the surface of Parafilm at both application rates, whereas in soybean no mineral oil concentration alter the angle of the drop. The treatment related to application rate of 80 L ha⁻¹ and without mineral oil had the lowest surface tension, but provided the worst spreading drop in soybean leaves. No adjuvant concentration provided effect in the evaporation pendant drop. The insecticide reduced the pH and the adjuvant did not affect this parameter.

Keywords: Adjuvants, evaporation, hose drop, pesticide deposition, surface tension.

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Data, local do experimento, volume de aplicação e estágio fenológico da cultura no momento da aplicação.....	18
Tabela 2. Condições meteorológicas durante as aplicações referentes à cada tratamento nas áreas 1 e 2.....	18
Tabela 3. Significância das análises estatísticas (Teste F) para os resultados de cobertura dos fatores isolados, interações duplas e triplas e entre os fatoriais vs tratamentos adicionais.	22
Tabela 4. Significância das análises estatísticas (Teste F) para os resultados de depósito dos fatores isolados, interações duplas e triplas e entre os fatoriais vs tratamentos adicionais.2.....	23
Tabela 5. Resumo das análises estatísticas (Teste F) para cada fator, interação entre os fatores e entre os fatoriais vs tratamentos adicional.....	28

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 2

- FIGURA 1.** Aplicação localizada com pingente utilizando um quadriciclo (a) detalhe para o posicionamento do pingente na entre linha da soja e a angulação dos bicos em relação às plantas de soja (b) 17
- FIGURA 2.** Ilustração dos modelos de pontas de pulverização e dos ângulos de abertura dos jatos utilizados nos experimentos: XR 11001 (a), TXA 8001 (b) e TT 110015 (c) (TEEJET TECHNOLOGIES, 2014) 17
- FIGURA 3.** Esquema da disposição dos papéis hidrossensíveis nos diferentes terços da planta de soja. 20
- FIGURA 4.** Software Gotas que avaliou a porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis. 20
- FIGURA 5.** Cobertura do papel hidrossensível (%) na aplicação com volume de calda de 80 L ha⁻¹ na Área 1 (quadros a, b, c, d) e Área 2 (quadros e, f, g, h) colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma variável do eixo x do gráfico (ex. quadro “a” TS, TM e TI), colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma variável da legenda de cada quadro (ex. quadro “a” XR 11001 e TXA 8001); quando efeito das interações entre tratamentos adicionais x fatoriais e efeito entre os tratamentos adicionais for NS: não significativo, * signif a 5% e ** signif. a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey; TS, TM e TI: terço superior, médio e inferior, respectivamente; 0; 0,5 e 3,0% v/v: concentrações do óleo mineral. 24
- FIGURA 6.** Cobertura do papel hidrossensível (%) na aplicação com volume de calda de 150 L ha⁻¹ na Área 1 (quadros a, b, c, d) e Área 2 (quadros e, f, g, h) colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma variável do eixo x do gráfico (ex. quadro “a” TS, TM e TI), colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma variável da legenda de cada quadro (ex. quadro “a” XR 11001 e TXA 8001); quando efeito das interações entre tratamentos adicionais x fatoriais e efeito entre os tratamentos adicionais for NS: não significativo, * signif a 5% e ** signif. a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey; TS, TM e TI: terço superior, médio e inferior, respectivamente; 0; 0,5 e 3,0% v/v: concentrações do óleo mineral. 25

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 7. Depósito ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^2$) da aplicação com volume de calda de 80 L ha^{-1} na Área 1 (quadros a, b, c, d) e Área 2 (quadros e, f, g, h); colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma variável do eixo x do gráfico, colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma variável da legenda de cada quadro; quando efeito das interações entre tratamentos adicionais x fatoriais e efeito entre os tratamentos adicionais for NS: não significativo, * significativo a 5 e ** a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey; TS, TM e TI: terço superior, médio e inferior, respectivamente; 0; 0,5 e 3,0% v/v: doses do óleo mineral na calda.26

FIGURA 8. Depósito ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^2$) da aplicação com volume de calda de 150 L ha^{-1} na Área 1 (quadros a, b, c, d) e Área 2 (quadros e, f, g, h); colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma variável do eixo x do gráfico, colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma variável da legenda de cada quadro; quando efeito das interações entre tratamentos adicionais x fatoriais e efeito entre os tratamentos adicionais for NS: não significativo, * significativo a 5 e ** a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey; TS, TM e TI: terço superior, médio e inferior, respectivamente; 0; 0,5 e 3,0% v/v: doses do óleo mineral na calda.27

FIGURA 9. Depósito total ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^2$) por planta na taxa de aplicação de 80 L ha^{-1} na Área 1 e 2 (Quadros a, b) e 150 L ha^{-1} na Área 1 e 2 (Quadros c, d); colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma concentração do óleo mineral, colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma ponta de pulverização. Coluna verde refere-se ao depósito da planta que recebeu aplicação em área total, quando comparado tratamento adicional aos fatoriais e seu efeito for ns: não significativo, * significativo a 5 e ** a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey;.....29

CAPÍTULO 3.

FIGURA 1. Figura 1. Tensiômetro modelo OCA 15 Plus durante análise da tensão superficial.36

Figura 2. Gota depositada sobre a superfície adaxial da folha de soja com detalhes para a pilosidade da folha.37

Figura 3. Gota depositada sobre a superfície de Parafilm® com característica hidrofóbica.38

Figura 4. Imagem da gota pendente projetada no computador (esquerda) e detalhe para a gota na extremidade da agulha (direita)39

Figura 5. Desdobramento da Tensão superficial das caldas ($\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$) em diferentes concentrações de óleo mineral e em diferentes volumes de aplicação em

comparação ao tratamento adicional água; colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma concentração do óleo mineral; colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem entre as mesmas concentrações equivalentes às caldas de 80 ou 150 L ha⁻¹; coluna do tratamento adicional com ** significa que difere estatisticamente em relação aos fatoriais pelo Teste de Tukey ($p \geq 0,01$) 40

Figura 6. Figura 6. Desdobramento do ângulo de contato da gota (°) em diferentes concentrações de óleo mineral e em diferentes volumes de aplicação para a superfície adaxial da folha de soja e na superfície padrão de Parafilm®; colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma concentração do óleo mineral; colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem entre as mesmas concentrações equivalentes às caldas de 80 ou 150 L ha⁻¹; coluna do tratamento adicional água com ** difere estatisticamente em relação aos tratamentos fatoriais pelo Teste de Tukey ($p \geq 0,01$) 41

Figura 7. Taxa de evaporação da gota (% do volume) em resposta aos fatores concentração da calda de aplicação e concentração do óleo mineral após 1, 2, 3 e 4 minutos das análises 44

Figura 8. Valor de pH em resposta aos fatores concentração da calda equivalente aos volumes de aplicação de 80 e 150 L ha⁻¹ e concentração do óleo mineral em calda contendo inseticida..... 45

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A aplicação de produtos fitossanitários tem sido largamente praticada na cultura da soja (*Glycine max* L.), visando reduzir prejuízos causados por pragas, doenças e plantas daninhas (GUEDES et al., 2012; COSTA et al., 2015). Entretanto, a quantidade e a qualidade das aplicações nem sempre é adequada, implicando em baixa eficiência no controle do alvo e em impactos ambientais (MARTINS; TOMQUELSKI, 2015).

Neste sentido, a espécie *Chrysodeixes includens* (Walker, [1958]) (Lepidoptera: Noctuidae) tem ganho importância pela ampliação de casos de ocorrência (BALDIN et al., 2014) e pelas dificuldades de atingí-la em aplicações, uma vez que a oviposição dessa espécie pode atingir mais de 60% no terço inferior da soja (PANSERA-DE-ARAÚJO et al., 1999).

Nas aplicações comumente praticadas com barras horizontais em área total, têm-se verificado que os depósitos e coberturas são diferentes entre os terços da planta de soja, em geral menores no terço inferior (COSTA et al., 2015). Há métodos que visam melhorar esta distribuição, mas ainda sem uma resposta eficiente para a melhoria da cobertura em posições naturalmente mais difíceis de serem atingidas, como é o terço inferior.

Segundo Balsari et al. (2006) a altura da aplicação tem influência diretamente proporcional à porcentagem de deriva. Quanto menor a distância entre o bico e o alvo, menor o risco potencial de deriva. Outro fator que influenciou foi o tamanho da gota, sendo que o maior diâmetro promoveu menor deriva.

Diante disso, a aplicação com pingentes que posicionam as pontas de pulverização mais favoravelmente à colocação de gotas na região onde a lagarta se encontra pode ser uma alternativa promissora. Nesta situação deve haver menos perdas por deriva e evaporação, além de possível melhora na qualidade da distribuição das gotas para aquele alvo, com possível efeito na eficácia de controle.

Outro recurso é o uso de adjuvantes, que pode apresentar efeito na redução da evaporação, deriva e tensão superficial além de aumentar o espalhamento da gota (XU et al., 2010; CUNHA et al., 2016). Em determinadas situação, essa melhoria

pode viabilizar a redução do volume de aplicação, algo incessantemente buscado na agropecuária, pois implica em ganhos no desempenho operacional.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a aplicação localizada e em área total da calda contendo inseticida e óleo mineral com dois modelos de pontas de pulverização e dois volumes de aplicação, na cultura da soja. Nesse sentido, avaliou-se também o efeito do inseticida, do óleo mineral e do volume de aplicação em diferentes parâmetros de qualidade da calda de aplicação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da pulverização de inseticidas em soja

Estudar métodos que melhore o cultivo da soja se faz necessário devido à importância que essa cultura tem para o Brasil. A maior área cultivada de grãos no país é representada por essa oleaginosa, com cerca de 33 milhões de hectares plantados na safra 2015/16 e com estimativa de produção de 96,9 milhões de toneladas (CONAB, 2016).

A ocorrência de pragas tem acarretado reduções na produção de soja e uma das alternativas para reverter esses prejuízos é associar os conceitos do Manejo Integrado de Pragas (MIP) aos da tecnologia de aplicação. Segundo o MIP, uma das táticas para controlar as pragas é a aplicação consciente de produtos químicos e biológicos. Segundo Matuo (1990), para realizar uma aplicação deve-se empregar os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária e se necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de Áreas não alvo. Para que isso aconteça, o responsável pela aplicação deve compreender as áreas de biologia, química, engenharia, ecologia, sociologia e economia (FERREIRA, 2007).

A decisão de realizar a aplicação deve ser tomada após o levantamento da infestação da praga e se o nível de controle tenha sido atingido. Quando se realiza uma aplicação desnecessária, reduzem-se os lucros do produtor e pode causar um desequilíbrio no ecossistema. O tratamento realizado tardiamente, não apenas requer uma dose maior para matar o alvo, como também compromete a produção devido ao ataque não ter sido controlado no momento adequado (MATTHEWS, 2014).

A escolha do que aplicar deve seguir vários parâmetros técnicos, dentre eles alguns de maior relevância como a eficiência do produto para o alvo, a rotação do modo de ação a fim de evitar a resistência das populações de pragas, a seletividade à inimigos naturais e à cultura e o custo benefício do tratamento.

O sucesso da aplicação começa com a escolha da melhor máquina e do melhor modelo de ponta de pulverização (NUYTTENS et al., 2007). O tamanho das gotas pulverizadas deve ser escolhido a partir das características do alvo, produto e

cultura, a fim de obter uma cobertura suficiente para efetuar o controle (FUNDAÇÃO ABC, 1996; CUNHA et al., 2011).

O espaçamento entre linhas reduzido, atualmente praticado na soja, visa o rápido sombreamento da entre-linha como método de evitar o crescimento de plantas daninhas (CUNHA et al., 2011). Em contrapartida, a penetração das gotas pulverizadas é prejudicada, sendo necessário utilizar os conhecimentos em tecnologia de aplicação para reverter essa situação.

Segundo Antuniassi et al. (2012) produtos sistêmicos permitem usar menor número de gotas que produtos de contato. Os alvos posicionados no interior da cultura promovem grande dificuldade para serem atingidos pelas gotas da aplicação. Por conta disso, esses requerem pontas que produzam gotas menores, pois essas penetram com maior facilidade através pelos estratos da cultura, quando comparada a gotas grossas.

Quando se utiliza gotas mais finas a tolerância às condições meteorológicas desfavoráveis se torna menor (BALAN et al., 2008). Porém, na prática, nem sempre a aplicação é interrompida quando se depara com essas condições. Dentre os motivos mais frequentes que colaboram para a ocorrência desse gravíssimo erro estão: o desconhecimento por parte do operador das perdas ocasionadas pela deriva e evaporação, ausência de equipamentos nas propriedades que medem a temperatura, umidade do ar e velocidade do vento, frota de pulverizadores menor do que a necessária, pouca instrução de técnicos que orientem a atividade.

Além da má distribuição vertical da calda nas plantas de soja, outras irregularidades comprometem principalmente a eficácia da aplicação. De modo geral o terço superior é o que apresenta o maior depósito e cobertura do produto, enquanto o terço inferior o menor (BOSCHINI et al., 2008; VILLALBA et al. 2009; COSTA et al., 2015).

Dessa forma, diante dos problemas do campo e dos fundamentos da área de Tecnologia de Aplicação, melhorias devem ser constantemente pesquisadas e transmitidas a fim de se obter o maior sucesso no controle das pragas.

2.2 Volume de aplicação

Segundo Palladini e Souza (2005) o volume de aplicação é a quantidade

necessária para proporcionar a máxima cobertura em função do equipamento e da técnica de aplicação. Volume alto é quando o limite máximo é atingido, que se trata do ponto de escorrimento, enquanto o volume baixo refere-se ao menor volume necessário para efetuar o controle de forma eficiente.

O principal objetivo de reduzir o volume de aplicação deve-se ao ganho na capacidade operacional, redução nos custos da operação, menor desgaste dos equipamentos e maior capacidade de realizar o tratamento no momento mais adequado (MATUO, 1990).

Conforme descrito por Palladini e Souza (2005) não existe um volume fixo para uma cultura, alvo, produto ou tipo de equipamento. Há inúmeras variáveis que interferem nesse parâmetro, como o espaçamento entre linhas, o estágio de desenvolvimento da cultura, a densidade de plantio, o tipo de pulverizador, condições climáticas durante a aplicação, hábitos do alvo, assim como o diâmetro da gota a ser utilizada.

Outro fator importante e pouco estudado refere-se aos aspectos da calda quando se concentra o(s) produto(s) fitossanitário(s). Segundo DECARO JÚNIOR (2015), a alteração da concentração de adjuvante na calda pode proporcionar mudanças na instabilidade, na formação de gotas mais sujeitas à deriva e no ângulo de contato da gota com a superfície. Estudar esses efeitos é de suma importância para que o uso dos adjuvantes aconteça quando realmente for necessário, evitando assim prejuízos decorrentes de aplicações com baixa eficiência.

2.3 Adjuvantes

A utilização de adjuvantes adicionados aos produtos fitossanitários tem conquistado espaço no mercado brasileiro devido às melhorias divulgadas tanto na eficiência como na redução dos impactos ambientais e de contaminação através da redução da deriva e da evaporação (OLIVEIRA, 2011).

A ação dos adjuvantes pode ocorrer em várias etapas do processo da aplicação, por conta das diversas recomendações que esses produtos possuem. Dentre as funções específicas estão os efeitos tamponante, dispersante, emulsificante, molhante, adesivo e espalhante, anti-evaporante, anti-espumante e redutor de deriva e de volatilização. É fato que um único adjuvante não é capaz de

desempenhar todas as funções relatadas, por isso algumas associações são realizadas a fim de se obter melhores resultados (STOCK, 2000; TU; RANDALL, 2003).

Os adjuvantes podem ser classificados como úteis e ativadores (VAN VALKENBURG, 1982; HAZEN, 2000; TU; RANDALL, 2003). Os ativadores assumem papel específico de melhorar a eficiência do agrotóxico enquanto os úteis atuam como facilitadores no processo de pulverização através da redução dos efeitos negativos, tais como evaporação, deriva e homogeneidade da calda.

Os óleos minerais são classificados como ativadores e são os produtos mais antigos na categoria de penetrantes (MANTHEY et al., 1989). Sua associação pode acontecer com herbicidas, inseticidas e fungicidas ou até mesmo ser aplicado isoladamente com efeito em insetos e fungos (MENDONÇA et al., 2007).

Para reduzir a deriva, o adjuvante necessita apresentar efeito na redução da evaporação e/ou no aumento das gotas. Há trabalhos que comprovam a ação de óleo vegetal e mineral no aumento no diâmetro das gotas, na redução das porcentagens de gotas com diâmetro inferior a 100, 150 e 200 μm e na redução da evaporação (SANDERSON et al., 1997, CUNHA et al., 2016). Segundo Decaro Júnior (2015) a adição de óleo mineral na dose acima de 11% apresenta efeito no aumento da gota de aplicação, há relatos de efeitos insignificantes de óleos quando adicionados à calda de aplicação para os mesmos parâmetros.

O óleo mineral emulsionável é um produto baseado em até 5% de surfactante e o restante de óleo mineral altamente refinado. A eficiência dos surfactantes é determinada pelas condições ambientais, características do alvo e a interação entre o surfactante e o agrotóxico utilizado (OLIVEIRA, 2011).

Os surfactantes são classificados de acordo com a forma de ionização ou dissociação na água. Quando se ionizam positivamente são denominados de catiônicos, negativamente aniônicos, quando não se ionizam denominados de não iônicos e com ambas as cargas (positivas e negativas) são denominados de anfóteros (KISSMANN, 1998).

A resposta da associação de um surfactante não iônico com um produto fitossanitário pode ser totalmente diferente da obtida por um surfactante catiônico ou aniônico. Segundo Hock (2004), a seleção errada de um surfatante pode reduzir a

eficiência do ingrediente ativo do agrotóxico e aumentar o risco de toxidez na planta.

O efeito de um adjuvante associado ao agrotóxico pode apresentar resultados opostos em parâmetros como tensão superficial, espalhamento da gota e espectro de gotas quando se altera a concentração dos produtos na calda. Essa situação pode acontecer devido aos diferentes volumes de aplicação realizados, às características da formulação de cada produto e as interações entre eles, bem como da forma de recomendação dos produtos, se por área ou volume de calda.

Nesse contexto, verifica-se grande necessidade em identificar os efeitos das interações entre os adjuvantes, os produtos fitossanitários, as superfícies e as pontas de pulverização. Pontos importantes para essas análises são: variação das concentrações dos produtos na calda, a tecnologia de aplicação indicada para a atividade e as interações da calda com a superfície do alvo.

3 REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R. et al Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In SIMPOSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004. Botucatu. Anais...Botucatu: Fundação de Estudo e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2004. P. 48-51.

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. In: TOMQUELSKI, G. V. et al. (Eds.). **Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012**. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. 2012. cap. 16, p. 113-139.

ALVES, G. S.; CUNHA, J. P. A. R. Deposição de calda em diferentes posições da planta e produtividade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com o uso de barra auxiliar de pulverização. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-8, 2011.

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

BALDIN, E.L.L.; LOURENÇÃO, A.L.; SCHLICK-SOUZA, E.C. Outbreaks of ***Chrysodeixis includes*** (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) in common bean and castor bean in São Paulo State, Brazil. *Bragantia Paulista*. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052014005000037&script=sci_arttext> Acesso em: 22 fev. 2016.

Com doi:

<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0277>

BASSO, C. J.; KUSS, C. C.; PIAS, O. H. C.; MURARO, D. S.; CUTTI, L. Neonicotinóide insecticide systemicity in soybean plants and its effect on brown stink bugs. **Pesquisa Agropecuária Tropical.**, Goiânia, v. 46, n. 1, p. 96-101, Jan./Mar. 2016

BATISTA FILHO, A., RAMIRO, Z. A.; ALMEIDA, J. E. M.; LEITE, L. G.; CINTRA, E. R. R.; LAMAS, C. Manejo integrado de pragas em soja: impacto de inseticidas sobre inimigos naturais. **Arq. Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 61-67, jan-mar/2003.

BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; MACEDO JÚNIOR, E. K.; GUIMARÃES, V. F. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 171-175, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v30i2.1789>>.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**: Grãos. Oitavo levantamento safra 2015/2016 [Online],. – N. 8 V.3 Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_27_09_24_04_boletim_graos_maio__2016_-_final.pdf>. Acesso em 29 mai. 2016.

COSTA, L. L; FERREIRA, M. C; CAMPOS, H. B. N; CARVALHO, G, G, F; BARBOSA, J. C. The mixture volume sprayed by hidraulic and centrifugal energy nozzle for the controlo of Asian soybeans rust. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 37, n. 4, p. 425-433, 2015.

CUNHA, J.P.A.R.; LASMAR, O.; RAMOS, A.M.P.; ALVES, G.S. Evaporation time of droplets containing thiamethoxam and adjuvantes sprayed on sugar cane leaves. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 1, p. 1-8, Jan./Mar. 2016.

CUNHA, J. P. A. R.; FARNESE, A. C.; OLIVET, J. J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.

DECARO JÚNIOR, S.T. Avaliação de um pulverizador de volume ultra baixo e de adjuvantes em caldas fitossanitárias na cultura do citros. 2015. 140 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

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 Entomologia Agrícola). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Transporte no Floema. In Kerbauy, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. Cap 6, p. 179-197, 452p.

FERREIRA, M. C.; COSTA, G. M.; SILVA, A. R.; TAGLIARI, S. R. A. Fatores qualitativos para a ponta hidraulica de jato plano ADGA 110015 na pulverização agricola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, 2007.

FUNDAÇÃO ABC. **Conquiste o futuro com a tecnologia presente: tecnologia de aplicação de defensivos**. Castro: Fundação ABC, 1996. 36 p.

GUEDES, J. V. C; FIORIN, R. A; STUMER, P.R.A; E. D.; PERINI, C. R; BIGOLIN, M. Sistemas de aplicação de inseticidas no controle de *Anticarsia gemmatalis* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 910-914, 2012.

HAZEN, J. L. Adjuvants: terminology, classification, e chemistry. **Weed Technology**, Champaign, v. 14, p. 773-784, 2000.

HOLTZ, V.; COUTO, R. F.; OLIVEIRA, D. G. de. REIS, E. F. dos. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. **Ciencia Rural** [online]. 2014, vol.44, n.8 [citado 2016-05-29], pp.1371-1376. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000801371&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0103-8478. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130783>.

KISSMANN, 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.

MARTINS, G.L.M.; TOMQUESLSKI, G.V. Eficiência de inseticidas no controle de *Chrysodeixis includens* (Lepdoptera:Noctuidae) na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v.2, n. 4, p. 25–30, out./dez. 2015.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. London: Blackwell Science, 4ed., 2014, p. 536.

MATUO, T. **Técnicas de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139p.

MENDONÇA, C. G.; RAETANO, C. G.; MENDONÇA, C. G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. especial, p. 16-23, 2007.

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

PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. G; CRUZ, I. B. M DA; CAVALHEIRO, M; OLIVEIRA, A. K. de. Placement of noctuide eggs (Lepidoptera) on soybean plants. **Annals of the Entomological Society of America**. Lanham. v.92, n.5, p. 702-706, 1999.

PALLADINI, L. A.; SOUZA, R. T. Sistema de produção de uva de mesa no norte do Paraná: doenças e seu controle. **Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho**, 2005.

PRADO, E. P.; RAETANO, C. G.; AGUIAR JUNIOR, H. O.; POGETTO, M. H. F. A.; CHRISTOVAM, R. S.; GIMENES, M. J.; ARAÚJO, D. Velocidade do ar em barra de pulverização na deposição da calda fungicida, severidade da ferrugem asiática e produtividade da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 1, p. 45-50, 2010.

SANDERSON, R. et al. Relative drift potential and droplet size spectra of aerially applied propanil formulations. **Crop Protection**, Guildford, v. 16, n. 8, p. 717-721, 1997

STOCK, D.; BRIGGS, G. Physiochemical properties of adjuvants: values and applications. **Weed Technology**. Champaign, v.14, p. 798-806, 2000.

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M. et al. **Weed control methods handbook the nature conservancy**. Davis: TNC, 2003. p. 1-24

VAN VALKENBURG, J. W. Terminology, classification, and chemistry. In: **Adjuvants for herbicides**. Champaign: WSSA, 1982. p. 1-9.

VILLALBA, J. F.; DAGOBERTO, M.; COSTA, N. V.; DOMINGOS, V. D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1738-1744, 2009.

XU, L.; ZHU, H.; OZKAN, H. E.; THISTLE, H. W. Evaporation rate and development of wetted Área of water droplets with and without surfactant at different locations on waxy leaf surfaces. **Biosystems Engineering**, v. 106, p. 58 – 67, 2010.

CAPÍTULO 2. QUALIDADE DA APLICAÇÃO LOCALIZADA DE INSETICIDA E ÓLEO MINERAL VARIANDO PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE APLICAÇÃO EM RELAÇÃO À PULVERIZAÇÃO EM ÁREA TOTAL

RESUMO – A aplicação de inseticidas na soja tem apresentado falhas que comprometem o controle das pragas. Um dos motivos está relacionado ao baixo depósito do produto e da cobertura da calda nas folhas localizadas no terço inferior das plantas. O presente trabalho avaliou a qualidade da aplicação realizada com pingentes em relação à aplicação em área total. Foram conduzidos experimentos em duas áreas distintas, sendo dois ensaios em cada área, totalizando quatro experimentos. Os dois ensaios de cada localidade diferiram quanto ao volume de aplicação: 80 e 150 L ha⁻¹. Em cada um dos experimentos, o delineamento foi no esquema fatorial 2 x 3, com dois diferentes modelos de pontas na aplicação com pingente: XR 11001 e TXA 8001 e três concentrações de óleo mineral: 0; 0,5 e 3,0% v/v, além de um tratamento adicional com aplicação em área total com a ponta TT 110015. Para avaliação da qualidade da aplicação, determinou-se a cobertura com o uso de papéis hidrossensíveis posicionados nos terços superior, médio e inferior e o depósito da calda através da adição do marcador sulfato de manganês na calda e posterior coleta das folhas nos três terços. Os resultados obtidos demonstraram que a aplicação localizada com pingente não promoveu incremento significativo na cobertura e no depósito da calda quando comparado ao tratamento realizado em área total, independente do terço da planta. A adição de óleo mineral na concentração de 3,0% melhorou a cobertura com a ponta TXA 8001 em relação à de 0,5%v/v quando aplicado com a calda equivalente a 80 L ha⁻¹, enquanto que na calda equivalente à 150 L ha⁻¹ o resultado foi o oposto. A ponta XR 11001 não apresentou efeito para a adição de óleo mineral. O cálculo do depósito total revelou não haver diferença entre a aplicação em área total e a localizada.

Palavras-chave: Adjuvante, cobertura, depósito, marcador, pingente, tecnologia de aplicação

CHARPTER 2.- QUALITY OF LOCALIZED APPLICATION OF INSECTICIDE AND MINERAL OIL VARYING NOZZLES AND APPLICATION VOLUMES IN RELATION TO SPRAYING IN TOTAL ÁREA

ABSTRACT – The application of insecticides in soybean has shown failure that compromise pest control. One of the reasons is related to the low amount of product deposited and coverage of spray liquid on the leaves located in the bottom third of the plants. This study assessed the quality of application carried out with hose drop in relation to the application in total Área. Experiments were conducted in two distinct area, with two experiments in each area, totalizing four experiments. The two experiments of each location differed on the application volume: 80 and 150 L ha⁻¹. In each experiments, the design was a factorial scheme 2 × 3 with two different models of nozzles for the application using hose drop (XR 11001 and TXA 8001) and three concentrations of mineral oil (0, 0.5 and 3.0% v/v), in addition to an additional treatment with application in total area using nozzle TT 110015. In order to assess the quality of application, the coverage was determined with the use of water sensitive paper placed on the top, middle, and bottom thirds, and the deposit of the spray liquid by adding the marker of manganese sulphate and subsequent collection of leaves in the three thirds. The results showed that the localized application using hose drop did not promote significant increase in coverage and deposit of spray liquid when compared to the treatment performed in total area, regardless the third of the plant. The addition of mineral oil at a concentration of 3.0% improved coverage with the nozzle TXA 8001 compared to the 0.5% v/v when applied with the equivalent spray liquid of 80 L ha⁻¹; in the spray liquid equivalent to 150 L ha⁻¹ the result was the opposite. The nozzle XR 11001 did not presented effect on the addition of mineral oil. The calculation of the total deposit showed no difference between the applications in total Área and localized.

Keywords: application coverage, product deposit, mineral oil, hose drop.

1 INTRODUÇÃO

Para realizar o controle de pragas na cultura da soja as duas formas mais utilizadas são a aérea e terrestre. Ambas apresentam falhas na deposição dos produtos fitossanitários, especialmente no terço inferior das plantas, o que pode prejudicar a eficiência no controle (DI OLIVEIRA, 2008; DI OLIVEIRA et al., 2010; CUNHA et al., 2011). Alternativas alicerçadas nos fundamentos da tecnologia de aplicação devem ser buscadas a fim de propiciar o melhor resultado de uma aplicação.

Os parâmetros volume de aplicação e a classe da gota estão estritamente relacionados com a melhor cobertura da planta. De maneira geral, maior volume na aplicação e menor tamanho das gotas promovem maiores coberturas das plantas, principalmente em relação ao terço inferior. No entanto, a busca por ganho no rendimento da operação de aplicação tem levado ao aumento da velocidade de aplicação, à redução do volume de aplicação por área e à diminuição do diâmetro das gotas (PAVANIN, 2012). Esse panorama beneficia o rendimento operacional, porém prejudica a qualidade da aplicação.

Realizar a aplicação com gotas finas seria uma opção, todavia essas estão mais sujeitas às perdas por evaporação e deriva (BAYER, 2011). Para minimizar essas perdas recomenda-se o uso de adjuvantes associado aos inseticidas a fim de melhorar a qualidade da aplicação. Dentre os benefícios está a redução de deriva e da evaporação, aumento no espalhamento da gota e melhora na absorção do produto pela planta (STOCK, 2000; TU; RANDALL, 2003; CUNHA et al., 2011; FERREIRA et al., 2011; CHECHETO et al., 2013).

Diminuir a altura da barra de aplicação em relação ao dossel da cultura reduz as perdas por deriva (BALSARI, 2007). Essa redução da altura deve respeitar um limite de acordo com a ponta de pulverização, caso contrário se espera maior desuniformidade na aplicação. Porém a utilização de pingentes que posicionam as pontas de pulverização mais favoravelmente à colocação de gotas na região onde as pragas se encontram, seria uma alternativa para aumentar o depósito nos terços da planta.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a cobertura e o depósito da pulverização das plantas de soja em aplicação localizada de inseticida e óleo

mineral utilizando dois modelos de pontas de pulverização e dois volumes de aplicação em relação à pulverização em área total.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas experimentais

Foram analisadas a deposição e a cobertura da aplicação de quatro experimentos de campo, sendo dois com volumes de aplicação de 80 L ha⁻¹ e dois com 150 L ha⁻¹. Os resultados foram coletados em duas lavouras distintas, ambas na safra 2014/2015.: Área 1- localizada na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, coordenadas geográficas 21°14'20,91" S 48°17'14,59"O com 590 m de altitude, localizada atrás do Departamento de Fitossanidade. Área 2- Sítio Dois irmãos coordenadas geográficas 21°18'24,75" S 48°21'35,88"O com 601 m de altitude município de Jaboticabal/SP.

A variedade da soja da Área 1 foi a SYN1163RR, de ciclo médio, hábito de crescimento indeterminado, semeada no sistema convencional no dia 24/11/2014, emergidas em 30/11/2014, com espaçamento de 45 cm entrelinhas e estande final de 10 plantas por metro. A adubação de plantio recebeu 300 kg.ha⁻¹ do fertilizante NPK 02-20-20. Para manutenção da cultura foram aplicados o herbicida ZappQi (2,0 L ha⁻¹) e o fungicida PioriXtra na dose de 0,3 L ha⁻¹ nos estágios V6 e R5 (RITCHIE et al.; 1982).

A variedade utilizada na Área 2 foi a M8644, de ciclo muito tardio, hábito de crescimento determinado, semeada em 17/11/2014, em espaçamento de 53 cm entrelinhas e estande final de 10 plantas por metro. A adubação de plantio recebeu 350 kg.ha⁻¹ do fertilizante NPK 02-20-15. Para manutenção da cultura foi aplicado o herbicida Roundup Original (2,0 L ha⁻¹), o fungicida Piori Xtra na dose de 0,3 L ha⁻¹ nos estágios V5 e R4 e o inseticida Engeo Pleno em V5 (RITCHIE et al.; 1982).

2.2 Condições da aplicação dos tratamentos

A aplicação foi realizada com um pulverizador pressurizado com CO₂ o qual esteve montado sobre um quadriciclo (Figura 1.a). Cada um dos quatro pingentes

presentes na barra ficou posicionado na entre linha da cultura. Em sua extremidade inferior havia um corpo articulado que possibilitava ajustar a angulação das duas pontas de pulverização, cada uma voltada para uma linha da soja. (Figura 1b). As pontas ficaram posicionadas à aproximadamente dez centímetros abaixo das folhas superiores da soja.

A barra de aplicação foi fixada em uma barra metálica, que era ajustada de acordo com a altura requerida para cada condição (modalidade de aplicação: pingente e área total, além da altura da soja) através de um suporte de madeira mantido sobre o quadriciclo.

A pressão utilizada foi de 300 kPa (3,0 bar) para todos os tratamentos, em todos os volumes de aplicação. O espaçamento entre bicos na aplicação localizada variou conforme o espaçamento da cultura, enquanto que para a aplicação com barra em área total foi adotado 50 cm entre si. Para ajustar os diferentes volumes de aplicação, foi alterada a velocidade da aplicação de acordo com cada tratamento.

Os modelos de pontas utilizados na aplicação com pingente foram XR 11001 (jato plano, com 110° de abertura) e TXA 8001 (jato cônico vazio, com 80° de abertura) (Figura 2). O pingente apresentava comprimento de 610 mm e para melhor resistência contra movimentos horizontais, foi fixado um arame em cada um dos pingentes, para conferir maior resistência.

As pontas utilizadas foram escolhidas para que houvesse diferenças na angulação da abertura do jato (110° e 80°) e no formato do mesmo (cônico vazio e jato plano), pois considerou-se importantes variáveis a serem estudadas haja visto não ter trabalhos realizados com essa modalidade de aplicação em soja.

A aplicação com barra em área total foi realizada com o modelo TT 110015 (jato plano defletor, com 110° de abertura), escolhida por ser um modelo muito utilizado nas aplicações de inseticidas na cultura da soja.

A vazão dos modelos foi escolhida de forma a atender às condições de aplicação pré-definidas, como pressão de trabalho constante para todos os ensaios e os volume de aplicação de 80 e 150 L ha⁻¹.

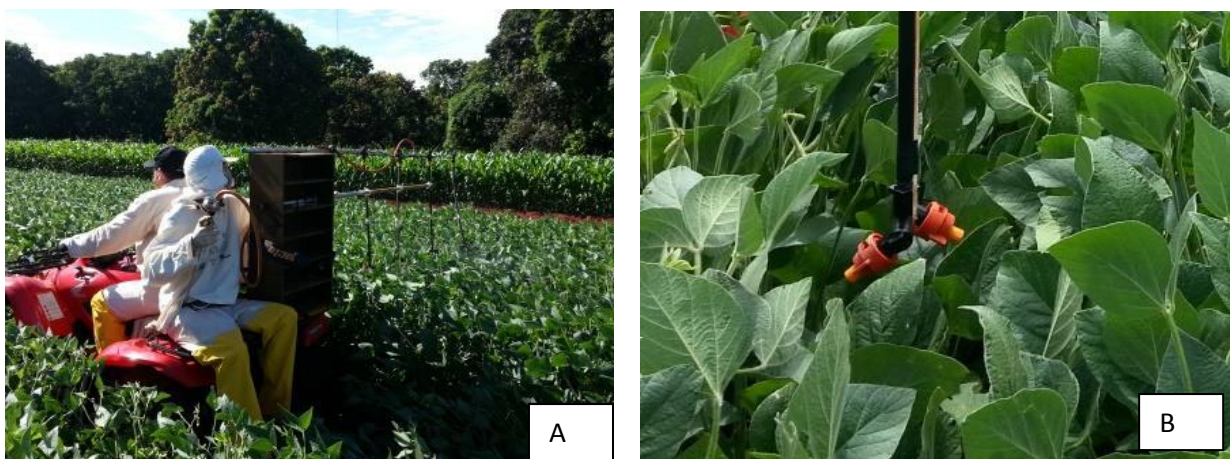


Figura 1. Aplicação localizada com pingente utilizando um quadriciclo (A) detalhe para o posicionamento do pingente na entre linha da soja e a angulação dos bicos em relação às plantas de soja (B).

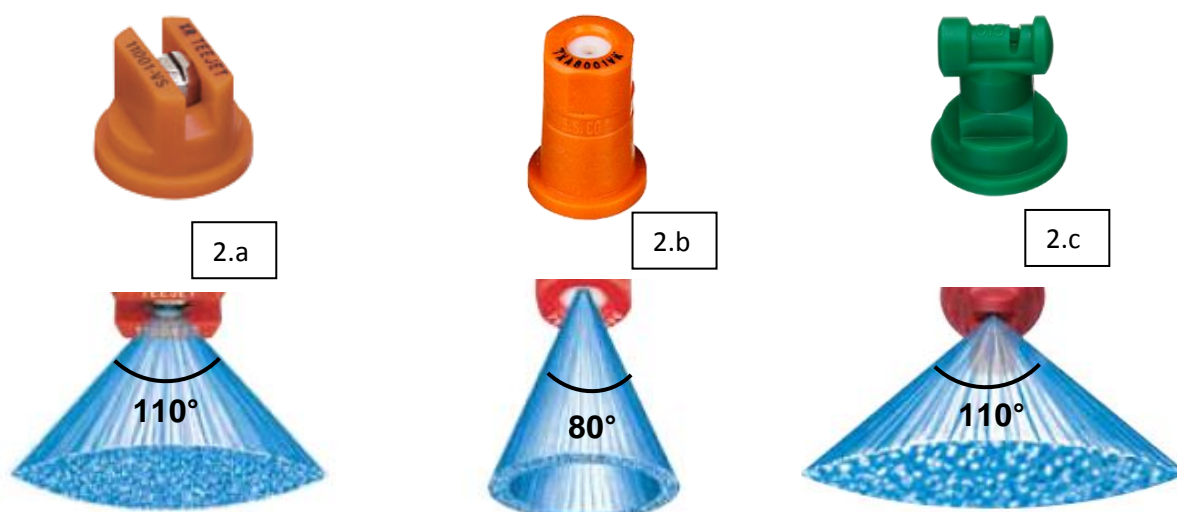


Figura 2. Ilustração dos modelos de pontas de pulverização e dos ângulos de abertura dos jatos utilizados nos experimentos: XR 11001 (a), TXA 8001 (b) e TT 110015 (c) (TEEJET TECHNOLOGIES, 2014).

As informações referentes à data e ao estágio fenológico da cultura encontram-se descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Data, local do experimento, volume de aplicação e estágio fenológico da cultura no momento da aplicação.

Data	Área	Volume Aplicação (L ha ⁻¹)	Estágio fenológico da soja
22/01/2015	1	150	R3
30/01/2015	1	80	R4
25/02/2015	2	150	R5.5
04/03/2015	2	80	R6

Os tratamentos e as condições meteorológicas coletadas no momento da aplicação de cada tratamento estão descritos na Tabela 2. Os dados foram coletados com termo-higrômetro e um anemômetro.

Tabela 2. Condições meteorológicas durante as aplicações referentes à cada tratamento nas áreas 1 e 2.

Modalidade	Ponta de Pulv.	Óleo Mineral ¹	Área 1 - 80 L ha ⁻¹			Área 1 - 150 L ha ⁻¹		
			Temp. ²	UR ³	Vel. ⁴ Vento	Temp.	UR	Vel.Vento
Pingente	XR 11001	---	27,2	71	0,0	28,3	65	0,4
Pingente	XR 11001	0,5	27,4	68	0,0	28,6	62	0,0
Pingente	XR 11001	3,0	27,8	66	0,4	28,5	60	0,4
Pingente	TXA 8001	---	28,1	65	0,0	29,0	58	1,2
Pingente	TXA 8001	0,5	28,7	63	0,0	29,3	57	0,0
Pingente	TXA 8001	3,0	29,2	61	0,7	29,5	55	0,7
Barra total	TT 110015	---	29,7	60	0,0	29,8	53	0,0
			Área 2 - 80 L ha ⁻¹			Área 2 - 150 L ha ⁻¹		
Pingente	XR 11001	---	31,1	67	1,2	29,7	57	2,4
Pingente	XR 11001	0,5	31,7	69	1,4	30,4	52	1,7
Pingente	XR 11001	3,0	33,4	58	1,7	30,5	53	1,3
Pingente	TXA 8001	---	35,0	55	1,5	28,7	64	1,9
Pingente	TXA 8001	0,5	35,6	54	1,2	29,1	62	2,6
Pingente	TXA 8001	3,0	34,9	57	1,8	29,8	59	2,1
Barra total	TT 110015	---	29,9	63	1,5	31,2	52	2,4

¹ dose do óleo mineral (% v.v⁻¹), ² Temperatura (°C), ³ Umidade Relativa do Ar (%), ⁴ Velocidade do vento em km.h⁻¹.

Tanto para as análises de cobertura como deposição o delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso no esquema fatorial 2x3x3, (dois

modelos de pontas na aplicação com pingente, três concentrações do óleo mineral Nimbus® - 0; 0,5 e 3,0% v/v - e três terços da planta - superior, médio e inferior), além de três tratamentos adicionais (aplicação com barra em área total, nos três terços da planta) utilizado como padrão de comparação. Para cada tratamento foram realizadas quatro repetições.

O adjuvante Nimbus® apresenta 42,8% m/v de óleo mineral parafínico e pertence ao grupo químico dos hidrocarbonetos alifáticos (SYNGENTA, 2016). O inseticida clorpirifós, grupo químico organofosforado (produto comercial CapatazBR, empresa Ourofino Agrociência) e o marcador metálico sulfato de manganês (31% de Mn^{2+} da empresa Oxiquímica Industria e Comércio Ltda) foram adicionados às caldas na dose de $1,0 L ha^{-1}$ e na concentração de $20 g.L^{-1}$, respectivamente. A água utilizada foi de poço artesiano (pH 8,2).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Todas as análises estatísticas foram calculadas utilizando o programa AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO JR, 2015).

2.3 Cobertura

Para avaliação da cobertura da aplicação foi utilizado papel hidrossensível, cada um com dimensão de 25 mm x 38 mm, distribuídos em duas plantas localizadas nas duas linhas centrais da parcela, com quatro papéis hidrossensíveis por planta (Figura 3): na superfície adaxial e abaxial das folhas do terço superior (2) e nas superfícies adaxial do terço médio (1) e inferior (1). Foi necessário avaliar os dois lados das folhas do terço superior devido à inclinação natural das folhas do terço superior e pelo fato da aplicação com pingente promover considerável cobertura na face abaxial da folha desse terço.

Após a aplicação, os papéis hidrossensíveis foram retirados das folhas, armazenados até serem digitalizados em resolução 600 dpi. A análise da porcentagem de cobertura foi determinada através do software Gotas (Figura 4) (EMBRAPA, 2010).

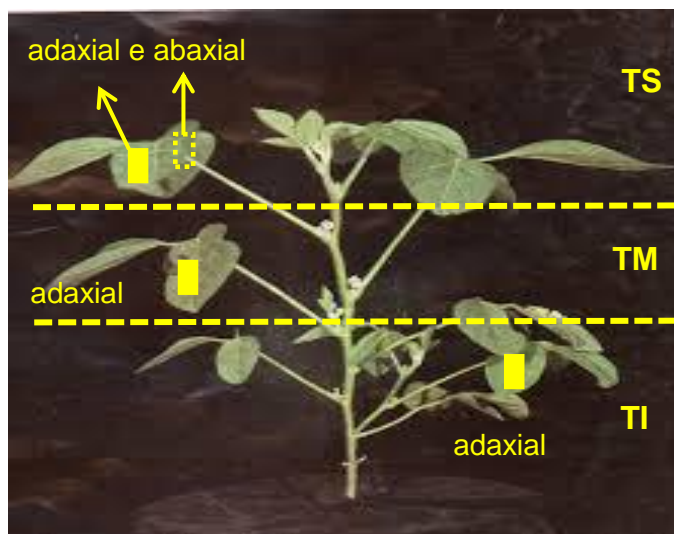


Figura 3. Esquema da disposição dos papéis hidrossensíveis nos diferentes terços da planta de soja.

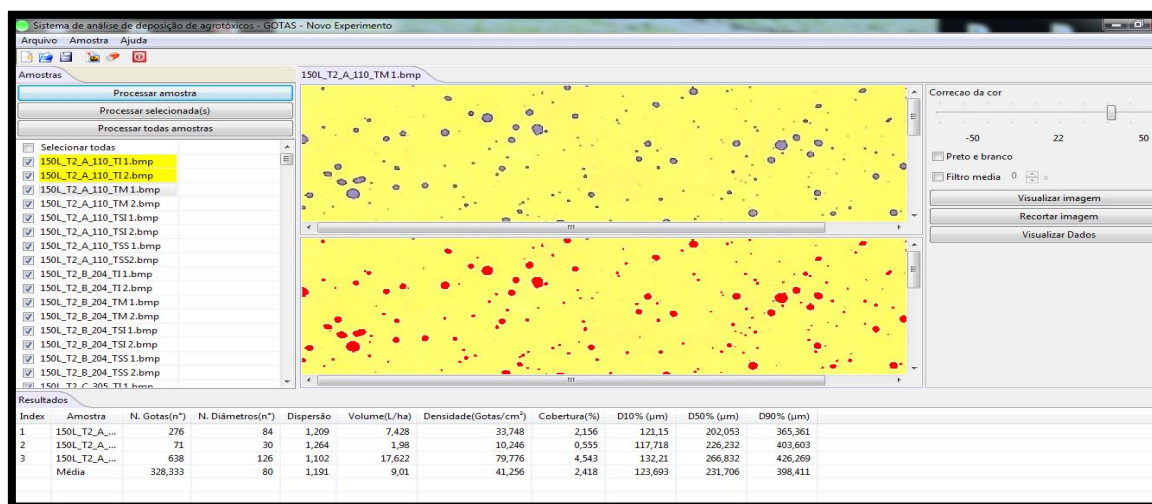


Figura 4. Software Gotas que avaliou a porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis.

2.4 Avaliação do depósito de calda sobre as plantas de soja

Para a avaliação do depósito da calda nas folhas dos diferentes terços das plantas de soja, foi adicionado às caldas o marcador de sulfato de manganês. Esse produto é um fertilizante já utilizado por outros pesquisadores com a mesma finalidade (DI OLIVEIRA, 2008; COSTA et al., 2015).

Após a aplicação dos tratamentos, duas folhas de cada terço (superior, médio e

inferior) foram coletadas da linha central de cada parcela e armazenadas em saco de plástico previamente identificados com o tratamento e a repetição. As amostras foram levadas para o laboratório de Fitossanidade da FCAV-Unesp, após duas horas do término da aplicação. Cada saco contendo as duas folhas recebeu 100 mL de solução de ácido clorídrico (HCl) $0,2 \text{ molL}^{-1}$, seguida de repouso por uma hora e meia para que ocorresse a extração do sal aplicado. Passado esse tempo, filtrou-se o conteúdo com papel filtro para retirar as impurezas maiores, conforme metodologia proposta por Machado Neto (2003).

Essa calda foi utilizada para quantificação da concentração do íon metálico Mn^{2+} em espectrofotômetro de absorção atômica (modelo iCE 3000 – Thermo Scientific). Os folíolos de soja coletados foram colocados para secar sobre papel toalha e posteriormente medido a área foliar das superfícies abaxial e adaxial através do equipamento LI 3100C Área Meter, da marca LI-COR, obtendo-se o valor total em cm^2 .

As concentrações de manganês em $\mu\text{g mL}^{-1}$ obtidas nas leituras do espectrofotômetro foram correlacionadas às suas respectivas áreas foliares, de modo que se obteve a quantidade de manganês expressa em μg por cm^2 de folha. Encontrou-se a equivalência do volume retido pelo alvo através da expressão:

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

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).

Após determinada a equivalência, o volume retido pelo alvo foi correlacionado à sua respectiva área foliar através da divisão e, em seguida, multiplicado por 1.000 para transformação do volume retido pelo alvo de mL para μL por centímetro quadrado dos folíolos de soja (OLIVEIRA E MACHADO NETO, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quatro ensaios de campo foram identificadas diferenças na cobertura e no depósito da calda quando comparado aos diferentes terços da planta, seja na

aplicação localizada ou em área total (Tabela 3 e 4). O terço inferior das plantas de soja foi o que obteve o menor resultado de cobertura e depósito. Resultados pontuais indicaram efeito significativo entre a ponta XR e TXA e também quanto à concentração do óleo mineral na calda. O depósito total da planta foi similar entre as modalidades pingente e área total.

As Tabelas 3 (cobertura) e 4 (depósito) contém os resultados de significância pelo Teste de F para os fatores ponta de pulverização (PP), óleo mineral (OM) e terço da planta (TP) de forma isolada, além das interações duplas e tripla (PPxOMxTP). As tabelas também apresentam a interação entre os tratamentos adicionais x fatoriais, ou seja, se algum terço da aplicação em área total diferiu de alguma combinação dos fatoriais. A significância entre os tratamentos adicionais avalia entre os terços superior, médio e inferior da aplicação em área total.

Tabela 3. Significância das análises estatísticas (Teste F) para os resultados de cobertura dos fatores isolados, interações duplas e triplas e entre os fatoriais vs tratamentos adicionais.

Significância (Teste F) para o efeito	80 L ha ⁻¹		150 L ha ⁻¹	
	Área 1	Área 2	Área 1	Área 2
Ponta Pulverização (PP)	0,02ns	0,90ns	1,98ns	0,14ns
Óleo mineral (OM)	0,38ns	0,25ns	0,16ns	5,37**
Terço da Planta (TP)	18,85**	5,78**	22,89**	9,64**
Interação PP x OM	4,00*	0,62ns	0,08ns	1,68ns
Interação PP x TP	1,69ns	0,32ns	0,18ns	1,35ns
Interação OM x TP	0,49ns	0,37ns	0,22ns	0,75ns
Interação PP x OM x TP	0,67ns	0,80ns	2,13ns	0,13ns
Tratamentos Adicionais x Fatoriais	0,03ns	1,83ns	0,00ns	6,79**
Entre os Tratamentos Adicionais	5,79**	2,43ns	5,62**	6,39**

1. Teste F dos dados transformados em raiz ($x + 1$); 2. ns: não significativo; * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 4. Significância das análises estatísticas (Teste F) para os resultados de depósito dos fatores isolados, interações duplas e triplas e entre os fatoriais vs tratamentos adicionais.

Significância (Teste F) para o efeito	80 L ha ⁻¹		150 L ha ⁻¹	
	Área 1	Área 2	Área 1	Área 2
Ponta Pulverização (PP)	0,20ns	4,51*	0,36ns	0,17ns
Óleo mineral (OM)	0,40ns	1,29ns	0,83ns	0,38ns
Terço da Planta (TP)	89,55**	192,57**	90,78**	62,09**
Interação PP x OM	0,04ns	0,04ns	0,51ns	0,03ns
Interação PP x TP	3,28*	3,45*	0,01ns	2,03ns
Interação OM x TP	0,58ns	2,06ns	0,24ns	0,14ns
Interação PP x OM x TP	0,05ns	0,11ns	1,04ns	0,96ns
Tratamentos Adicionais x Fatoriais	1,01ns	0,03ns	0,28ns	0,47ns
Entre os Tratamentos Adicionais	21,03**	40,20**	20,16**	13,24**

1. Teste F dos dados transformados em raiz ($x + 1$); 2. Ns: não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade.

A porcentagem de cobertura obtida nas aplicações com volume de 80 L ha⁻¹ apresentou diferenças significativas em relação aos terços da planta, seja na Área 1 (Figuras 5. Quadros: a, b, c, d) como na Área 2 (Figura 5. Quadros: e, f, g, h). O terço inferior da soja apresentou a menor cobertura em relação ao terço superior na aplicação com a ponta TXA 8001 (Quadro a) e ao terço médio quando aplicado com a ponta XR 11001 (Quadro a).

Resultado similar foi obtido na Área 2 com a ponta XR, enquanto que a ponta TXA não diferiu entre os terços avaliados (Quadro e). Essa diferença na resposta de cobertura entre as áreas para o modelo de ponta cônica pode ter acontecido devido ao espaçamento da cultura ser diferentes entre as áreas. O maior espaçamento entre as linhas de semeadura da cultura (Área 2) pode ter favorecido a aplicação com a ponta de jato cônico (TXA), devido ao melhor posicionamento do bico e proporcionando maior alcance das gotas para os diferentes terços.

A interação entre as pontas e a concentração do óleo mineral revelou que o modelo XR e a calda de 0,5% v/v de óleo mineral obteve cobertura superior à ponta TXA 8001, para a mesma calda. Já quando aplicado o óleo mineral na concentração de 3,0% v/v a ponta TXA apresentou a melhor cobertura (Fig. 5. Quadro b). Na Área 2, não foi observado significância entre os efeitos pontas de pulverização e óleo mineral.

Na aplicação em área total (Fig. 5. Quadros d, h) observou-se que a cobertura apresentou ligeira diferença entre as Área 1 e 2, com maiores porcentagem de cobertura para o terço superior e médio da planta, respectivamente. Esses resultados diferenciados podem ser reflexos da diferença entre a arquitetura das plantas, pois as variedades e o tipo de crescimento, além do estande de plantas e da altura. Segundo Costa et al., 2015 e Holtz et al., 2014 esses parâmetros podem refletir na cobertura e no depósito.

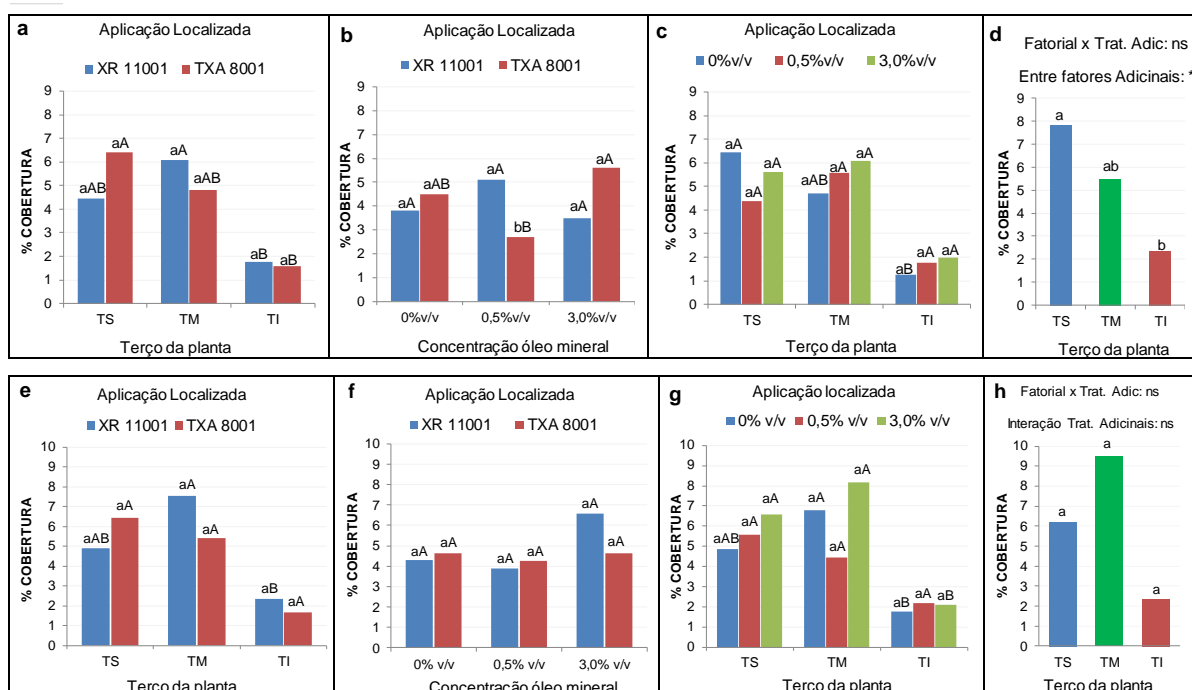


Figura. 5. Cobertura do papel hidrossensível (%) na aplicação com volume de calda de 80 L ha^{-1} na Área 1 (quadros a, b, c, d) e Área 2 (quadros e, f, g, h) colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma variável do eixo x do gráfico (ex. quadro “a” TS, TM e TI), colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma variável da legenda de cada quadro (ex. quadro “a” XR 11001 e TXA 8001); quando efeito das interações entre tratamentos adicionais x fatoriais e efeito entre os tratamentos adicionais for NS: não significativo, * signif a 5% e ** signif. a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey; TS, TM e TI: terço superior, médio e inferior, respectivamente; 0; 0,5 e 3,0% v/v: concentrações do óleo mineral.

Mesmo com o maior volume de calda (150 L ha^{-1}), a cobertura do terço inferior foi significativamente menor, ora para um dos terços, ora para ambos. (Figura 6).

Avaliando as condições de realização do ensaio, notou-se que a velocidade do vento era baixa no momento das aplicações, máxima de $2,6 \text{ km/h}$, o que não desfavorecia a aplicação em barra total, a qual teoricamente está mais sujeita às

perdas por deriva. Os estágios fenológicos da cultura não beneficiavam a aplicação com pingente, pois a soja se encontrava com máxima área foliar, o que atrapalha o posicionamento do bico e a penetração do pingente em posições mais abaixo do dossel. Porém, o que se buscou nesse trabalho foi avaliar uma condição em que se a modalidade de aplicação localizada proporcionasse melhor resultado do que a barra total, as demais condições apresentariam chances de ser ainda melhor.

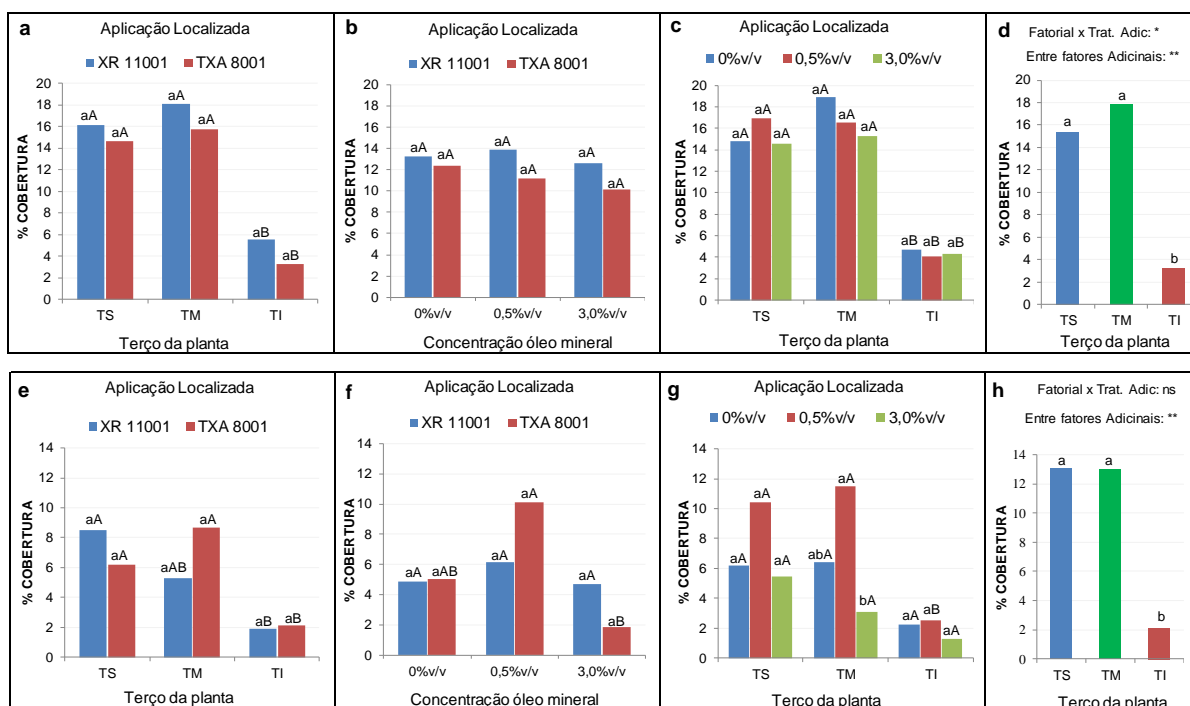


Figura 6. Cobertura do papel hidrossensível (%) na aplicação com volume de calda de 150 L ha^{-1} na Área 1 (quadros a, b, c, d) e Área 2 (quadros e, f, g, h) colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma variável do eixo x do gráfico (ex. quadro “a” TS, TM e TI), colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma variável da legenda de cada quadro (ex. quadro “a” XR 11001 e TXA 8001); quando efeito das interações entre tratamentos adicionais x fatoriais e efeito entre os tratamentos adicionais for NS: não significativo, * signif a 5% e ** signif. a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey; TS, TM e TI: terço superior, médio e inferior, respectivamente; 0; 0,5 e 3,0% v/v: concentrações do óleo mineral.

O depósito da calda referente à aplicação com volume de calda de 80 L ha^{-1} revelou diferença entre as pontas XR e TXA para o terço superior na Área 1 e inferior na Área 2 (Figura 5: Quadros “a” e “e”). Provavelmente esse resultado está relacionado ao ângulo de abertura da ponta, pois com abertura de 110° a ponta XR resultou em melhor distribuição da calda no perfil da planta, enquanto o TXA com abertura de 80° concentrou mais depósito nos terços médio e superior, pois no

momento da regulagem optou-se por não deixar o terço superior descoberto. A adição de adjuvante não afetou o depósito, seja analisado com o efeito à ponta utilizada ou ao terço da planta (Figura 5: Quadros “b” e “c” - Área 1; “f” e “g” - Área 2).

O resultado obtido com a aplicação em barra total foi similar aos da aplicação localizada, sem diferença significativa entre os tratamentos adicionais e os fatoriais (Figura 7, Quadros “d” e “h”).

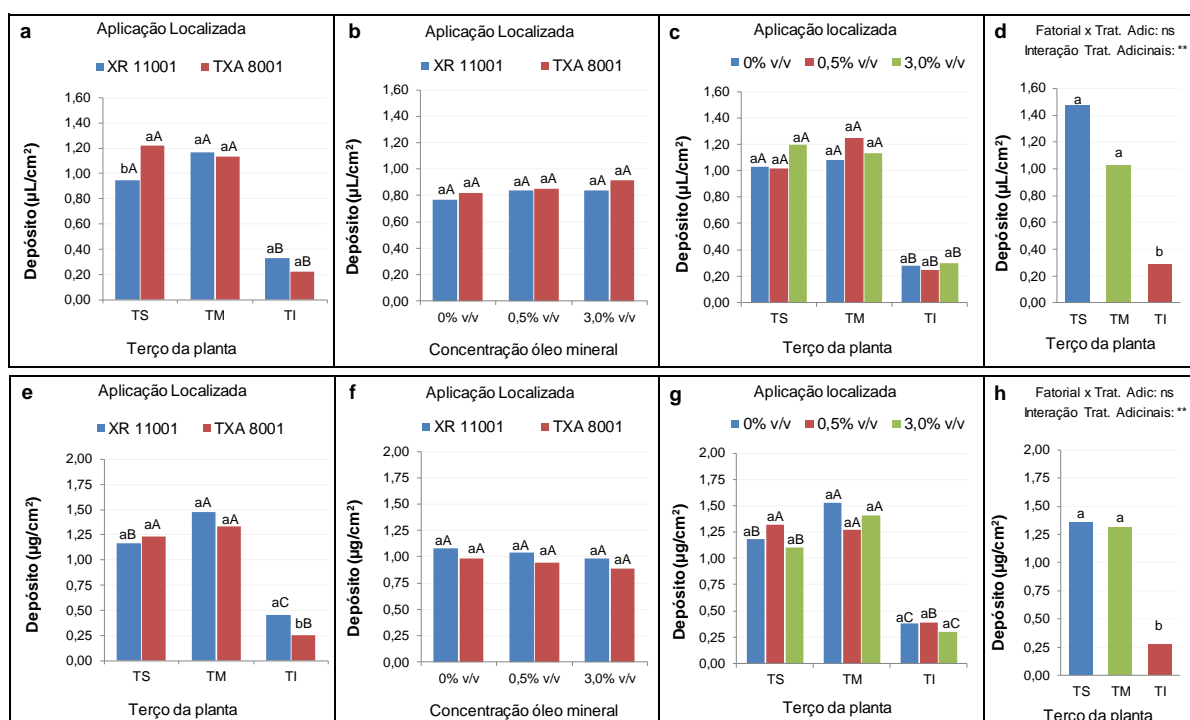


Figura 7. Depósito ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) da aplicação com volume de calda de 80 L ha^{-1} na Área 1 (quadros a, b, c, d) e Área 2 (quadros e, f, g, h); colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma variável do eixo x do gráfico, colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma variável da legenda de cada quadro; quando efeito das interações entre tratamentos adicionais x fatoriais e efeito entre os tratamentos adicionais for NS: não significativo, * significativo a 5 e ** a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey; TS, TM e TI: terço superior, médio e inferior, respectivamente; 0, 0,5 e 3,0% v/v: doses do óleo mineral na calda.

O fato da ponta XR e TXA ter apresentado diferenças nas deposições em relação aos terços também podem estar relacionados ao espaçamento da cultura ser diferente nas áreas 1 e 2, menor e maior, respectivamente. Segundo Holtz et al., (2014) a deposição da calda no terço inferior pode ser afetada de acordo com essa variação de espaçamento.

Assim como foi obtido com volume de aplicação de 80 L ha⁻¹, a ponta XR apresentou maior depósito no terço inferior em relação à ponta TXA quando aplicado com o volume de 150 L ha⁻¹. Para a Área 1 a única diferença ocorreu entre o terço inferior em relação ao médio e superior (Figura 8, Quadros “a” e “c”). Essa diferença também foi observada para a Área 2.

A aplicação em área total não diferiu significativamente da aplicação localizada. Nas duas áreas avaliadas e nas duas modalidades de aplicação foi obtido o menor depósito para o terço inferior, similar ao encontrado por Costa et al., (2015). Não diferente, o maior depósito variou entre o terço médio e superior, porém sem diferenças significativas entre esses terços assim como encontrado por Costa et al., (2014).

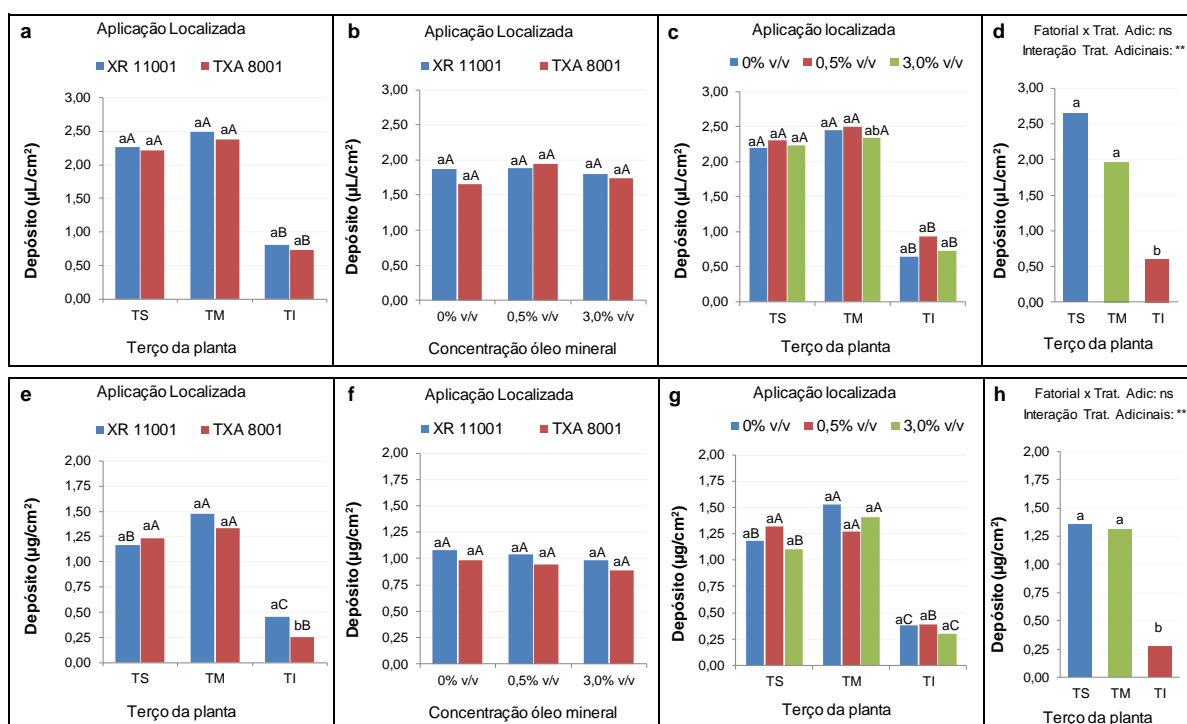


Figura 8. Depósito ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$) da aplicação com volume de calda de 150 L ha⁻¹ na Área 1 (quadros a, b, c, d) e Área 2 (quadros e, f, g, h); colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma variável do eixo x do gráfico, colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma variável da legenda de cada quadro; quando efeito das interações entre tratamentos adicionais x fatoriais e efeito entre os tratamentos adicionais for NS: não significativo, * significativo a 5 e ** a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey; TS, TM e TI: terço superior, médio e inferior, respectivamente; 0; 0,5 e 3,0% v/v: doses do óleo mineral na calda.

O depósito total permitiu verificar que embora houve diferenças pontuais entre as pontas em relação a alguns terços da planta, de modo geral o depósito se

comportou de maneira homogênea ao longo do perfil da planta, sendo assim entre os fatores da aplicação localizada e entre as modalidades em área total e pingente.

Assim sendo, o uso do pingente poderia ser melhor avaliado em outras situações, como no controle da espécie *C. includens* que prefere os terços médio e inferior. Nessa situação, o pingente dotado de pontas posicionadas exclusivamente para os terços médio e inferior, poderia garantir a quantidade necessária para controlar a praga.

Indo adiante, se o inseticida utilizado apresentar característica sistêmica, o qual se translocação de forma acropetal, poderia ainda se esperar efeito no terço superior, mesmo sem o produto ter atingido as folhas desse terço, conforme resultados obtidos por Basso et al., (2016) que verificou a mortalidade de percevejo na parte superior mesmo quando se aplicou o inseticida tiametoxam somente no terço inferior da planta.

Outras possibilidades utilizando o pingente merecem ser avaliadas, como o uso de pontas com jato uniforme, pingente posicionados abaixo do terço inferior e voltados para cima, uso em estágios menos avançados que permite uma maior aproximação.

Tabela 5. Resumo das análises estatísticas (Teste F) para cada fator, interação entre os fatores e entre os fatoriais vs tamentos adicional.

	80 L ha ⁻¹		150 L ha ⁻¹	
	Área 1	Área 2	Área 1	Área 2
Efeito Ponta Pulverização (PP)	0,33ns*	2,03ns	0,48ns	0,25ns
Efeito Óleo mineral (OM)	0,34ns	0,39ns	0,76ns	0,23ns
Efeito da Interação PP X OM	0,06ns	0,05ns	0,55ns	0,03ns
Efeito Tratamento Adicional x Fatorial	0,82ns	0,01ns	0,25ns	0,34ns

¹ Teste F dos dados transformados em raiz (x +1); ² Ns: não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade.

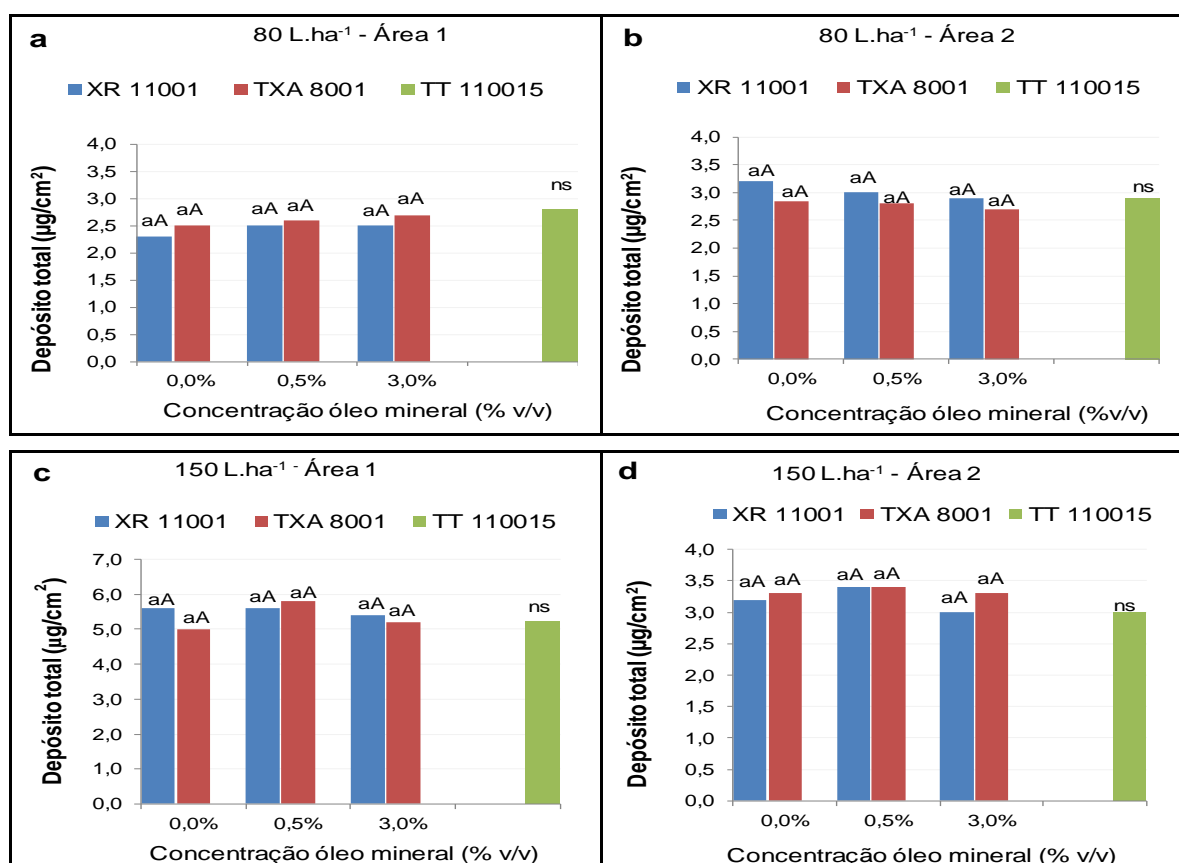


Figura 9. Depósito total ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^2$) por planta na taxa de aplicação de 80 L ha^{-1} na Área 1 e 2 (Quadros a, b) e 150 L ha^{-1} na Área 1 e 2 (Quadros c, d); colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma concentração do óleo mineral, colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma ponta de pulverização. Coluna verde refere-se ao depósito total da aplicação em área total. se a interação entre fatorial vs trat. Adicional for ns: não significativo, * significativo a 5 e ** a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey;

4 CONCLUSÃO

A aplicação localizada realizada com pingente não promoveu incremento na cobertura e no depósito da calda quando comparado à aplicação em área total.

Embora constatou-se diferenças pontuais entre os modelos XR 10001 e TXA 8001, nenhum dos modelos apresentou superioridade quer entre a mesma modalidade de aplicação, quer entre a modalidade padrão.

O uso de óleo mineral não proporcionou nenhum benefício aparente na qualidade da aplicação.

5 REFERÊNCIAS

BALSARI, P. MARUCCO, P., TAMAGNONE, M. A test bench for the classification of boom sprayers according to drift risk. **Crop Protection**, Grugliasco, v. 26, p. 1482-1489. 2007.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. Experimentação Agronômica & AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal/SP, v1. 396p. 2015.

CHECHETTO, R. G.; ANTUNIASSI, U. R.; MOTA, A. A. B.; CARVALHO, F. K.; SILVA, A. C. A.; VILELA, C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento. **SEMINA**, Ciência Agrárias, Londrina, v. 34, n.1, p. 37-46, 2013.

COSTA, L. L; FERREIRA, M. C; CAMPOS, H. B. N; CARVALHO, G, G, F; BARBOSA, J. C. The mixture volume sprayed by hidraulic and centrifugal energy nozzle for the controlo of Asian soybeans rust. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 37, n. 4, p. 425-433, 2015.

CUNHA, J. P. A. R.; FARNESE, A. C.; OLIVET, J. J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.

DECARO JÚNIOR, S.T. Avaliação de um pulverizador de volume ultra baixo e de adjuvantes em caldas fitossanitárias na cultura do citros. 2015. 140 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

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 Entomologia Agrícola). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

DI OLIVEIRA, J. R. G.; FERREIRA, M. DA C.; ROMÁN, R. A. A. Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *Pseudoplusia includens*. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 92-9, 2010.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Sistema de análise de deposição de Agrotóxico- Software Gotas – [Online],. 2010. Disponível em: <https://repositorio.agrolivre.gov.br/projects/gotas>. Acesso em: 17 jun. 2015.

FERREIRA, M. C.; LOHMANN, T. R.; CAMPOS, A. P.; VIEL, S. R. ; FIGUEIREDO, A., Distribuição volumétrica e diâmetro de gotas de pontas de pulverização de energia hidráulica para controle de corda de viola. **Planta daninha**, Visçosa, v. 29, n.3, p.627-705, 2011.

HOLTZ, V.; COUTO, R. F.; OLIVEIRA, D. G. de. REIS, E. F. dos. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. **Ciencia Rural** [online]. 2014, vol.44, n.8 [citado 2016-05-29], pp.1371-1376. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000801371&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0103-8478. <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130783>>.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Coop. Ext. Serv., 1982, 20 p. (Special Report, 53).

OLIVEIRA, R. B. Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas. 2011. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, 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. 415-421, 2003.

SYNGENTA. Bula do óleo mineral Nimbus. Disponível em http://www3.syngenta.com/country/br/pt/produtosemarcas/control-de-pragas-urbanas-e-de-jardim/produtos/Pages/Nimbus_.aspx Acessado em: 11 de ago.2016.

TEEJET TECHNOLOGIES. **Catálogo 51 A-PT**. Impresso E.U.A. 2014.

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M. et al. **Weed control methods handbook the nature conservancy**. Davis: TNC, p. 1-24, 2003

CAPÍTULO 3. INFLUÊNCIA DO INSETICIDA, ÓLEO MINERAL E DO VOLUME DE APLICAÇÃO EM PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA CALDA DE APLICAÇÃO.

RESUMO – Analisar as características da calda de aplicação permite identificar possíveis comportamentos e performance do produto fitossanitário. As formulações dos inseticidas, na maioria das vezes, dispensa a adição de um adjuvante, porém há várias situações que devem ser verificadas para que realmente a decisão seja acertiva. As variações no volume de aplicação podem proporcionar alterações nas concentrações dos produtos, conseqüentemente pode alterar as características da calda. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do inseticida clorpirifós, a concentração do óleo mineral Nimbus® e a taxa de aplicação nos parâmetros da calda: tensão superficial, evaporação da gota, ângulo de contato da gota com a superfície e o pH. O experimento foi realizado no esquema fatorial 3x2+1 (0; 0,5 e 3,0% v/v do óleo mineral) x (80 e 150 L ha⁻¹ de volume de calda) + tratamento adicional (água). Com o equipamento tensiômetro determinou-se a tensão superficial da gota pendente e calculou-se a taxa de evaporação da gota pendente aos 60, 120 e 240 segundos. Para a avaliação do ângulo de contato da gota com as superfícies da folha de soja e Parafilm® utilizou-se uma câmera de alta resolução que capturou as imagens. Os resultados indicaram que a adição de inseticida clorpirifós promoveu redução na tensão superficial e no ângulo de contato da gota para as superfícies soja e Parafilm® em relação à água. A adição de 0,5% de óleo mineral à calda contendo inseticida reduziu o ângulo de contato da gota depositada sobre a superfície do Parafilm® em ambas as taxas de aplicação, enquanto que na soja nenhuma concentração de óleo mineral alterou o ângulo da gota. A calda referente ao volume de 80 L ha⁻¹ e sem adjuvante apresentou a menor tensão superficial, porém proporcionou o pior espalhamento da gota na folha de soja. Nenhuma dose do adjuvante proporcionou efeito na evaporação da gota pendente. Foi observado decréscimo para o pH da calda após a adição do inseticida, enquanto não houve alterações com a adição das doses de adjuvantes.

Palavras-chave: Adjuvante, espalhamento da gota, evaporação, pH, tensão superficial.

CHARPTER 3.- INFLUENCE OF INSECTICIDE, MINERAL OIL AND APPLICATION VOLUME ON PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF THE SPRAY LIQUID

ABSTRACT – Analyzing the characteristics of spray liquids allows identifying the potential performance of the phytosanitary product. Variations in application volume can provide changes in the concentrations of products, leading to changes in the spray liquid characteristics. The aim of this study was to assess the influence of the insecticide chlorpyrifos, the concentration of the mineral oil Nimbus[®] and the application rate on spray liquid parameters, such as surface tension, droplet evaporation, contact angle of the droplet with the surface and pH. The experiment was conducted in a factorial scheme of 3×2+1 (0, 0.5 and 3.0% v/v of mineral oil × 80 and 150 L ha⁻¹ of spray liquid volume) + an additional treatment (water). The results indicated that the addition of the insecticide chlorpyrifos reduced the surface tension and the contact angle of the droplet for the surfaces soybean and Parafilm[®] when compared to water. The addition of mineral oil to spray liquid containing the insecticide reduced the contact angle of the droplet deposited on the soybean leaf only in the lowest application rate (80 L ha⁻¹). The spray liquid with volume of 80 L ha⁻¹ without adjuvant presented the lowest surface tension, but provided the worst spreading of the droplet on the soybean leaf. None of the adjuvant doses presented effect on the evaporation of the pendant droplet. It was observed a decrease in the pH value of the spray liquid after the insecticide addition; on the other hand, there was no changes with the addition of the adjuvant doses.

Keywords: adjuvant, droplet spreading, evaporation, pH, surface tension.

1 INTRODUÇÃO

A eficiência de uma aplicação com um produto fitossanitário não depende exclusivamente da qualidade do produto aplicado, mas sim de uma combinação de fatores. Além dos critérios como volume de calda, tamanho e uniformidade das gotas e condições meteorológicas, a característica da calda e a interação da gota com o alvo são condições muito importantes. A redução da tensão superficial e da evaporação das gotas aplicadas e um espalhamento adequado da gota na superfície são características da calda que se buscam para obter melhor performance desse produto (OLIVEIRA, 2008, CUNHA et al, 2016).

A qualidade da formulação dos agrotóxicos está diretamente ligada à eficiência do produto, pois as moléculas dos ingredientes ativos não formam soluções químicas estáveis (TEIXEIRA, 2012). Para que o produto tenha efeito mesmo após anos dentro de uma embalagem, outros componentes químicos devem ser adicionados na formulação (BUTLER ELLIS et al., 1997). Segundo Tadros (1996), esses componentes devem potencializar a dispersão no veículo (geralmente a água), melhorar a distribuição na superfície aplicada, aumentar a eficiência do ativo e reduzir a toxicidade, a volatilidade e a foto decomposição.

Mesmo que as empresas fabricantes de produtos fitossanitários atuem nas formulações visando atender as intempéries às quais os seus produtos enfrentarão, em algumas situações há a necessidade de adicionar adjuvantes junto à calda de aplicação para corrigir alguma característica da calda. Os adjuvantes podem apresentar vários efeitos, os mais comuns são: dispersante, adesivo e espalhante, anti-espumante, redutor de deriva e de volatilização. Um único adjuvante não é capaz de desempenhar todas essas funções, sendo necessária associação (STOCK, 2000; TU; RANDALL, 2003).

O óleo mineral é um adjuvante que pode ser associados à herbicidas, inseticidas, fungicidas, maturadores e reguladores de crescimento (MENDONÇA et al., 2007). Há trabalhos que comprovam sua ação na redução da evaporação, da deriva e melhora no espalhamento da gota. (CALORE et al.,2015; DECARO, 2015; CUNHA et al., 2016). Esse adjuvante seria uma opção para aplicações de inseticidas na cultura da soja, pois as gotas finas utilizadas para obter maior cobertura, principalmente do terço inferior das plantas, são as mais sujeitas à

extinção por evaporação.

Os produtos de contato, dentre eles os inseticidas, necessitam de ótima cobertura. O óleo mineral emulsionável é um produto baseado em até 5% de surfatante e o restante de óleo mineral altamente refinado. A eficiência dos surfatantes é determinada pelas condições ambientais, características do alvo e a interação entre o surfatante e o agrotóxico utilizado (OLIVEIRA, 2011).

As características da calda podem mudar até pela simples alteração no volume de aplicação, pois dependendo da forma que o(s) produto(s) é(são) recomendado(s) a concentração no tanque se altera.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi analisar as características da calda de aplicação contendo o inseticida clorpirifós, diferentes concentrações do óleo mineral Nimbus® e duas concentrações da calda, equivalentes à dois diferentes volumes de aplicação. Os parâmetros analisados foram tensão superficial, ângulo de contato da gota, pH e a taxa de evaporação da gota.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Todas as análises do experimento foram realizadas no laboratório do NEDTA, Núcleo de Estudo e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação, localizado no Departamento de Fitossanidade da UNESP-Campus de Jaboticabal-SP durante o período de julho de 2014 e janeiro de 2016.

A tensão superficial das caldas, o ângulo de contato da gota sobre a folha de soja e sobre a superfície padrão de Parafilm® bem como a taxa de evaporação da gota foram determinados por meio do equipamento tensiômetro modelo OCA 15 Plus, fabricado pela empresa DataPhysics®. Esse equipamento possui uma câmera de alta resolução, uma seringa de Hamilton de 500 µL com acionamento automático comandado pelo software SCA 20, o qual permite escolher com precisão o volume desejado. O pH foi determinado através de um equipamento de bancada modelo Q400AS, da marca Quimis®.

O delineamento utilizado para as análises de tensão superficial, ângulo de contato e evaporação foi inteiramente casualizado no esquema fatorial 2 x 3, com um tratamento adicional e com cinco repetições. Foram analisadas duas concentrações da calda, que equivaleram-se aos volumes de aplicação de 80 e 150

L ha⁻¹ e três concentrações do óleo mineral Nimbus® a 0; 0,5 e 3,0% v/v. Todas as caldas dos tratamentos fatoriais continham o inseticida clorpirifós (CapatazBR) na dose de 1,0 L ha⁻¹. O tratamento adicional foi composto pela água coletada de poço artesiano. Dessa forma, tem-se que o experimento foi composto por sete tratamentos.

Com a excessão dos valores de pH, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05) pelo software AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO-JR, 2015).

2.1 Tensão superficial

A análise da tensão superficial da calda permite-se estimar o espalhamento da gota em diferentes superfícies. Normalmente a relação entre os parâmetros tensão superficial e espalhamento da gota é inversamente proporcional, porém há outras variáveis que refletem no espalhamento da gota, como a afinidade entre a calda e a superfície, a pilosidade, disposição das nervuras e a cerosidade da folha, entre outros.

A tensão superficial da calda foi determinada por meio do cálculo utilizando a fórmula de Young-Laplace obtida pela média nos primeiros cinco segundos (total de cinco leituras) após a formação da gota pendente com volume de 3,3 µL e expressa na unidade mN.m⁻¹. As gotas foram formadas pelo acionamento automático de um injetor e as imagens foram capturadas por uma câmera CCD de alta resolução as quais eram projetadas na tela do computador (Figura 1).

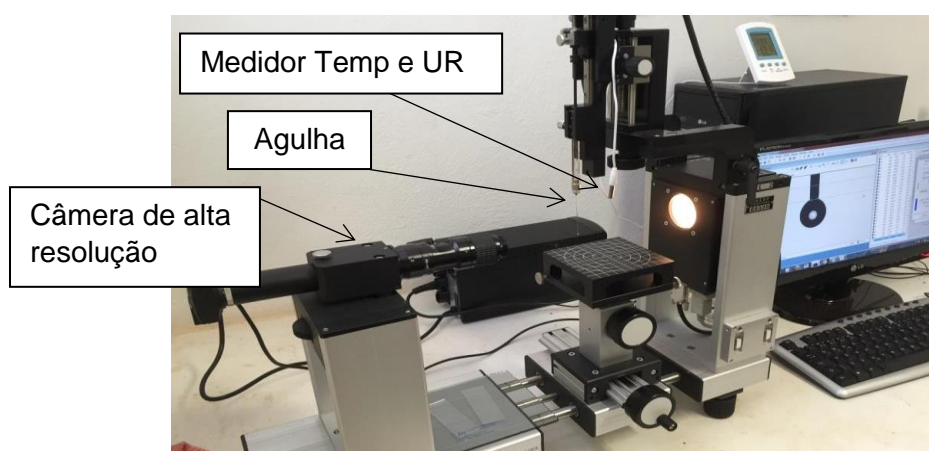


Figura 1. Tensiômetro modelo OCA 15 Plus durante análise da tensão superficial.

2.2 Ângulo de contato da gota com superfícies

A determinação do ângulo de contato entre a gota e a superfície reflete a capacidade de espalhamento da gota. Quanto menor for esse ângulo, maior será a área de contato entre a gota e a superfície e, conseqüentemente, maior a cobertura. A relação entre o espalhamento e a eficiência do produto tende a ser diretamente proporcional, pois o aumento da área tratada reflete em maior absorção do produto (produto sistêmico) ou em maior proteção devido ao incremento da área tratada (produto de contato).

Para determinação do ângulo de contato, foi depositada uma gota com volume de 1,8 μ L sobre a superfície adaxial da folha de soja (característica hidrofílica) e sobre a superfície padrão de Parafilm® (característica hidrofóbica). A folha de soja foi coletada minutos antes da análise. Devido à pilosidade da folha de soja, o ângulo da gota nessa superfície foi medido utilizando um transferidor a partir da imagem capturada no computador cinco segundos após o contato da gota com a superfície. Para a superfície de Parafilm® o ângulo foi determinado pelo software SCA20. As leituras iniciaram cinco segundos após a gota ser depositada na superfície e os dados utilizados para comparação dos fatores foi obtido através da média do ângulo entre o quinto e o décimo segundo após o início da leitura (Figura 2 e 3).

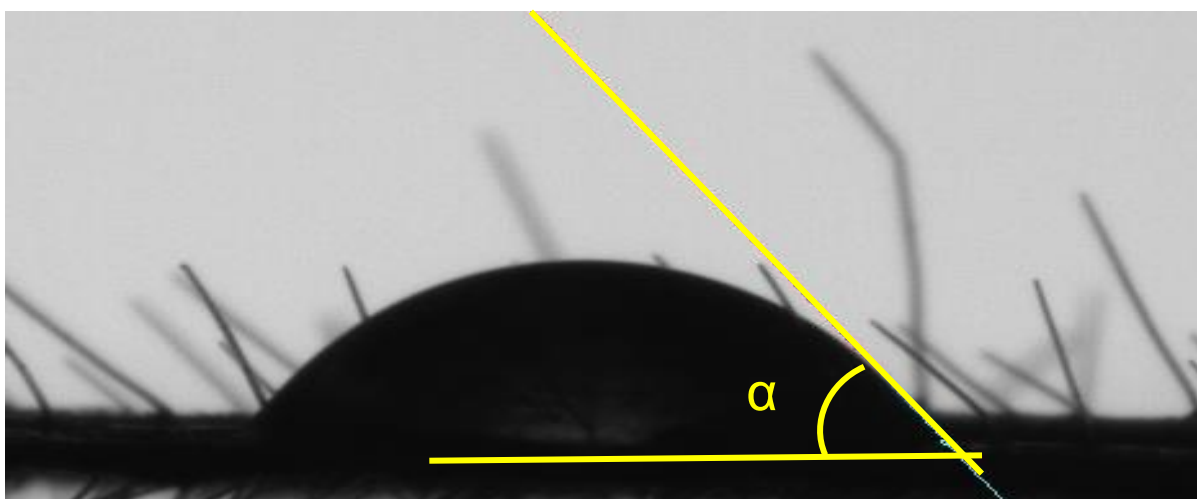


Figura 2. Gota depositada sobre a superfície adaxial da folha de soja com detalhes para a pilosidade da folha.

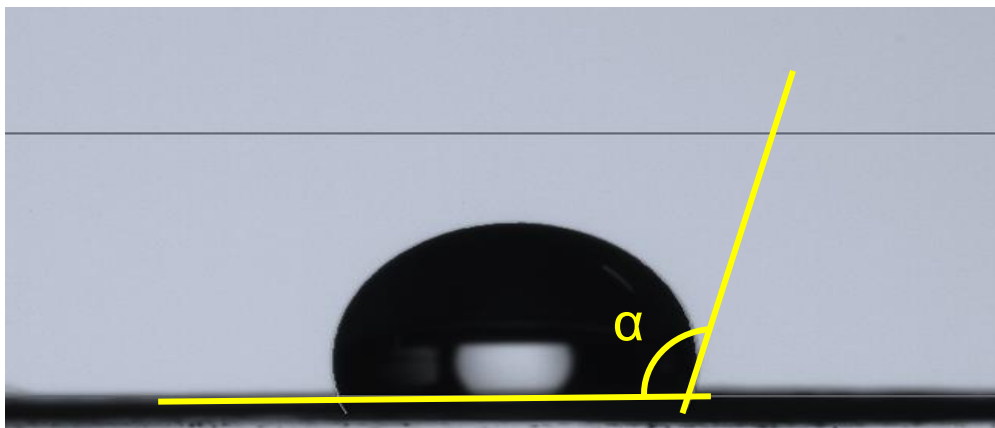


Figura 3. Gota depositada sobre a superfície de Parafilm® com característica hidrofóbica.

2.3 Taxa de evaporação

O intuito de avaliar a taxa de evaporação foi de verificar o efeito do óleo mineral na redução da evaporação da gota. Quanto menor a taxa de evaporação da calda, maior é a chance das gotas finas e extremamente finas não se extinguirem entre o trajeto da ponta até o alvo.

Embora a gota pendente não esteja totalmente desprendida da agulha, essa metodologia, também utilizada por Decaro (2015), se aproxima de uma condição real em que a gota está em contato com o ar em grande parte de sua área. Além disso, o controle de importantes fatores permite o uso dessa metodologia, com precisão do volume da gota formada, o controle da temperatura e da umidade relativa do ar e a frequência e precisão das análises alcançadas pelo equipamento utilizado.

O volume da gota foi determinado segundo a segundo, pelo software SCA20. O acionamento da seringa para a produção da gota com volume de 3,3 μ L foi realizado por meio do injetor de precisão (Figura 4). Durante a coleta dos dados a temperatura e a umidade relativa do ar apresentou 25°C ($\pm 1,5$) e 54% (± 4), respectivamente.

Proposta de cálculo da taxa de evaporação (TE) conforme a equação:

$$TE = \left(\frac{V_i - V_f}{V_i} \right) \times 100$$

em que:

TE: taxa de evaporação (%)

V_i : volume da gota após 1 segundo de sua formação, μL

V_f : volume da gota após 240 segundos de sua formação, μL

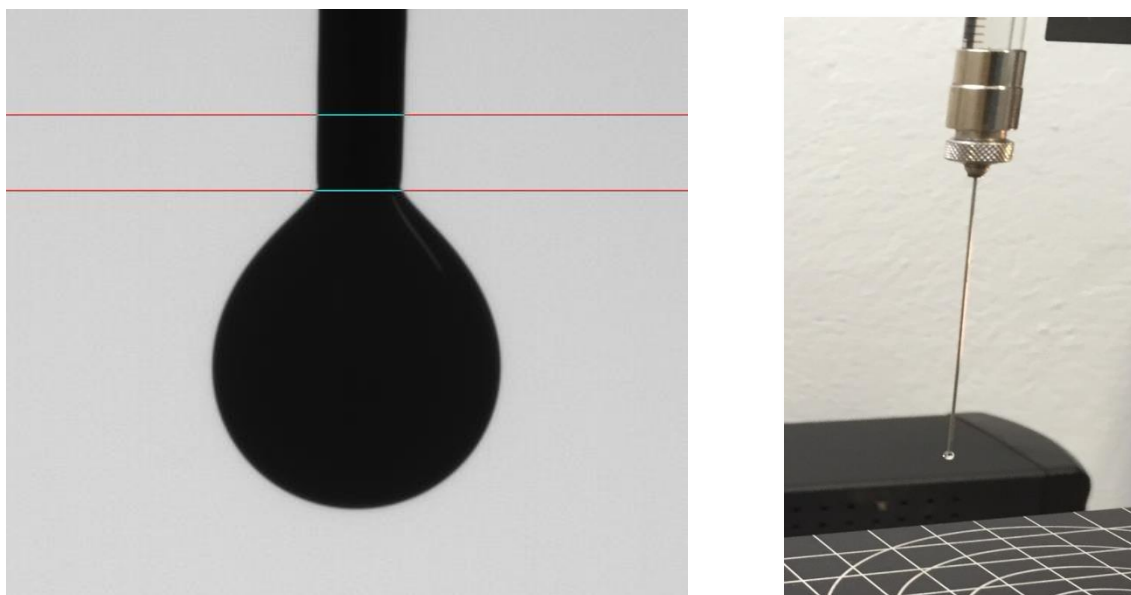


Figura 4. Imagem da gota pendente projetada no computador (esquerda) e detalhe para a gota na extremidade da agulha (direita).

2.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

As caldas referentes a cada tratamento foram avaliadas quanto ao pH, por meio de equipamento peagâmetro de bancada (Q400AS), devidamente calibrado e aferido para a faixa de caldas ácidas e básicas. O resultado apresentado é a média de apenas duas leituras por calda, pois a variação entre uma repetição e a outra foi mínima.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição do inseticida clorpirifós, em ambas as concentrações do volume de aplicação (80 e 150 L ha⁻¹), promoveu redução significativa na tensão superficial da calda em relação ao tratamento adicional água (Figura 5). A adição do óleo mineral a 0,5 e 3,0% v/v não alterou a tensão superficial da calda com concentração equivalente ao volume de calda de 150 L ha⁻¹, entretanto, para o volume de 80 L ha⁻¹, a calda contendo apenas o inseticida apresentou a menor tensão superficial, diferindo das caldas com óleo mineral. Isso indica que os surfatantes presentes na formulação do inseticida podem apresentar maior capacidade de redução da tensão superficial do que a associação do inseticida ao óleo mineral.

De forma indireta, o volume de aplicação pode propiciar mudanças na tensão superficial, como pode ser constatado com o inseticida clorpirifós que na calda equivalente ao volume de 80 L ha⁻¹ apresentou a maior redução da tensão, diferindo da calda com concentração equivalente à taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹. O que pode ser explicado pela maior concentração do produto na calda, conseqüentemente, maior ação dos surfactantes agindo na quebra da tensão.

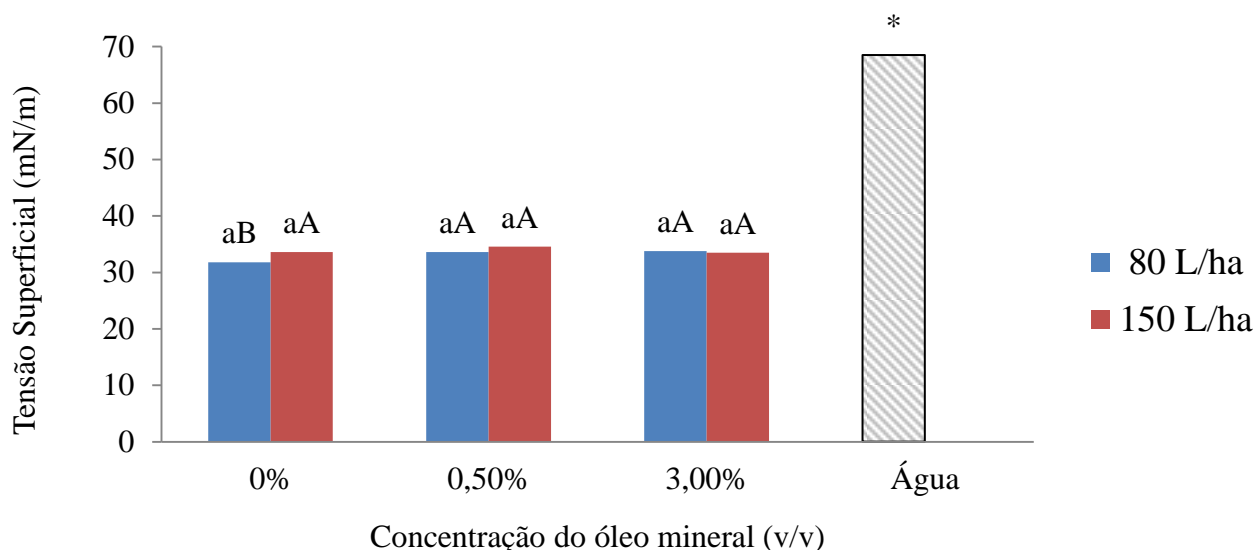


Figura 5. Desdobramento da Tensão superficial das caldas (mN.m⁻¹) em diferentes concentrações de óleo mineral e em diferentes volumes de aplicação em comparação ao tratamento adicional água; colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem para a mesma concentração do óleo mineral; colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem entre as mesmas concentrações equivalentes

às caldas de 80 ou 150 L ha⁻¹; coluna do tratamento adicional com ** significa que difere estatisticamente em relação aos fatoriais pelo Teste de Tukey ($p \geq 0,01$).

CALORE et al., (2015) verificaram que a calda inseticida contendo os ingredientes ativos tiametoxam e lambda-cialotrina apresentou a tensão de 73 mN.m⁻¹, enquanto quando adicionado o óleo mineral Nimbus® a 0,5% v/v, a tensão superficial foi reduzida para 32,92 mN.m⁻¹. Esses resultados demonstram que a formulação do clorpirifós apresentou elevada capacidade tensoativa, reduzindo para 32 mN.m⁻¹ na calda a 80 L há⁻¹, e sendo até melhor sozinho do que em associação ao óleo mineral.

Na análise de espalhamento da gota na folha de soja (Figura 6) verificou-se que a maior concentração da calda (volume de aplicação de 80 L ha⁻¹) apresentou o maior ângulo de contato da gota, ou seja, o menor espalhamento do produto na superfície. Portanto, além do maior volume de aplicação (150 L ha⁻¹) apresentar maior potencial de cobertura da planta, nessa concentração há maior espalhamento da gota na folha de soja, o que torna a qualidade da aplicação melhor, com possíveis reflexos na eficiência do produto.

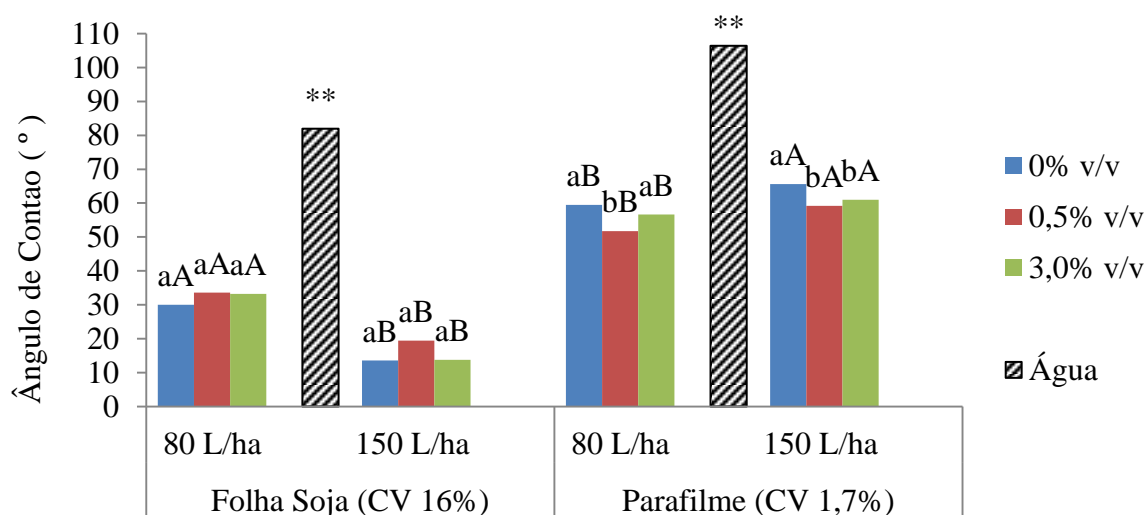


Figura 6. Desdobramento do ângulo de contato da gota (°) em diferentes concentrações de óleo mineral e em diferentes volumes de aplicação para a superfície adaxial da folha de soja e na superfície padrão de Parafilm®; colunas contendo letras maiúsculas iguais não diferem para a mesma concentração do óleo mineral; colunas contendo letras minúsculas iguais não diferem entre as mesmas

concentrações equivalentes às caldas de 80 ou 150 L ha⁻¹; coluna do tratamento adicional água com ** difere estatisticamente em relação aos tratamentos fatoriais pelo Teste de Tukey (p≥0,01).

Na calda mais concentrada (80 L ha⁻¹) observou-se que quanto maior a concentração do óleo mineral na calda, menor o ângulo de contato, ou seja, maior o espalhamento. O adjuvante na concentração de 3,0% v/v proporcionou maior espalhamento da gota diferindo da calda contendo apenas inseticida. Uma hipótese para esse resultado é de que o óleo mineral apresenta afinidade com a folha da soja, por isso a sua adição na calda mais concentrada apresentou efeito no espalhamento.

Para as caldas equivalentes ao volume de aplicação de 150 L ha⁻¹, as concentrações de 0,5 e 3,0% do óleo mineral não foram suficientes para promover esse efeito de espalhamento quando comparada à calda contendo apenas o inseticida.

Conforme foi observado por FERREIRA et al. (2013) a adição do óleo mineral Argenfrut adicionado ao inseticida lambda-cialotrina não alterou o espalhamento da gota quando comparado à calda contendo apenas o inseticida, porém o adjuvante polidimetilsiloxano reduziu o ângulo da gota com a superfície, favorecendo o espalhamento.

Esses resultados indicam que a associação entre um produto fitossanitário e um adjuvante, nesse caso um inseticida e um óleo mineral, pode ou não apresentar efeito no espalhamento de acordo com a dose/concentração deles na calda, necessitando assim de estudos detalhados para que realmente se identifique a real necessidade do uso de adjuvantes e em quais concentrações o resultado é positivo.

Para a superfície padrão de Parafilm® (Figura 6) as respostas do ângulo de contato em relação às diferentes concentrações da calda foram opostas às obtidas na folha de soja. Na superfície padrão a calda referente ao maior volume de aplicação reduziu o espalhamento da gota, pois obteve o maior ângulo de contato entre a gota e a superfície. Isso aconteceu independente da concentração de óleo mineral aplicado. Quando se adicionou 0,5% v/v de óleo mineral, independente do volume de aplicação, a gota apresentou maior espalhamento do que a calda sem o adjuvante. Na maior concentração do óleo mineral (3,0% v/v) a gota apresentou o

mesmo comportamento da calda sem adjuvante. Isso comprova que a adição de óleo até certa concentração promove o espalhamento e depois quando atinge uma concentração o espalhamento volta a diminuir.

Segundo IOST & RAETANO (2010) a presença de tricomas e a textura da folha pode modificar o espalhamento da gota. Por conta disso, deve-se avaliar com cautela as interações químicas da calda com as superfícies. A relação lógica entre a tensão e o espalhamento da gota não se concretizou para a folha de soja, no entanto para o Parafilm foi obtido o esperado. Houve uma tendência da calda de 80 L ha⁻¹ obter menor tensão e maior espalhamento. Para a folha de soja esse resultado foi oposto, o que pode ser explicado pela afinidade entre a calda e a superfície da folha e a pilosidade da mesma.

A partir da classificação proposta por MOITA NETO (2006) e dos ângulos de contato avaliados, é possível afirmar que todos os tratamentos com a folha de soja apresentaram o ângulo da gota abaixo de 90°, portanto, a superfície é hidrofílica. Para a superfície do Parafilm®, o ângulo da gota de água foi acima de 90° (superfície hidrofóbica), no entanto, as caldas contendo água + inseticida adicionado ou não de óleo mineral apresentaram angulação na faixa de 52 e 59°, demonstrando o efeito tensoativo do inseticida e do adjuvante. Os surfactantes presentes no inseticida e no óleo mineral permitem que a gota de calda se espalhe em uma superfície com maior quantidade de cargas apolares.

Com relação aos resultados da taxa de evaporação (TE) não foram observadas diferenças significativas entre os fatores óleo mineral e volume de aplicação, nem mesmo quando comparado ao tratamento adicional água (Figura 7). Isso indica que a formulação do inseticida, o óleo mineral e as diferentes concentrações equivalentes ao volume de aplicação não apresentaram interferência na taxa de evaporação da gota durante o período de quatro minutos. Observou-se uma tendência, a partir de 3 minutos, para uma menor evaporação das caldas com 0% e 3,0% de óleo mineral na concentração de 150 L ha⁻¹.

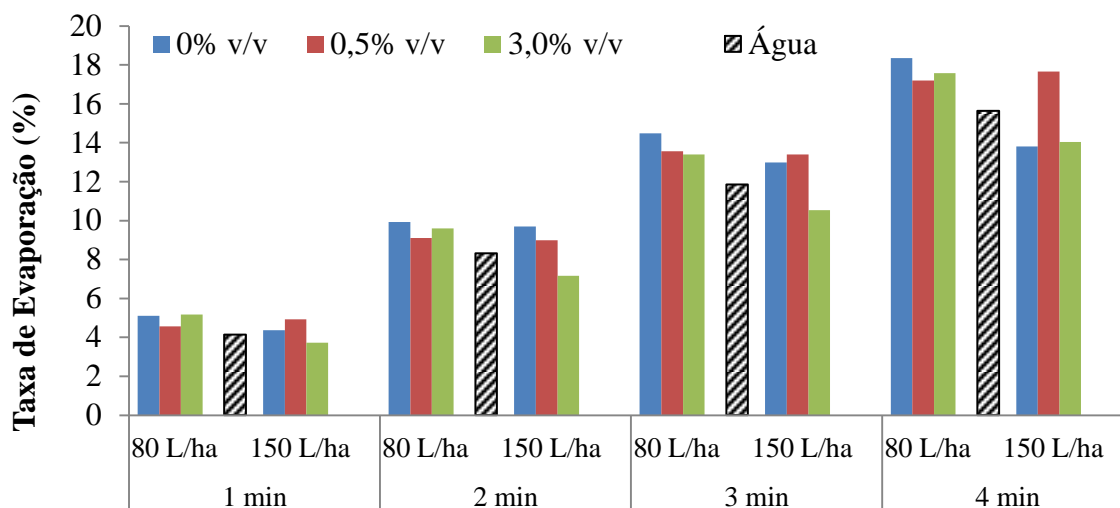


Figura 7. Taxa de evaporação da gota (% do volume) em resposta aos fatores concentração da calda de aplicação e concentração do óleo mineral após 1, 2, 3 e 4 minutos das análises.

A maior diferença aconteceu após quatro minutos entre a calda contendo apenas inseticida na concentração equivalente ao volume de aplicação de 80 L ha⁻¹, com 18,3% de TE, enquanto a menor foi obtida também pela calda sem óleo mineral na concentração equivalente ao volume de aplicação de 150 L ha⁻¹, com 13,8% de TE. Essa diferença, em porcentagem, foi de aproximadamente 33% de redução da evaporação, embora não tenha apresentado diferença significativa entre si.

Como não foi possível identificar ação do óleo mineral na redução da evaporação, quando utilizada as concentrações de 0,5 e 3,0% v/v, comprovou-se que as doses utilizadas (% v/v) foram insuficientes para proteger a gota no processo de aplicação.

A adição do inseticida promoveu redução no pH, tornando a calda bem próxima da neutralidade (Figura 8). A água utilizada na calda apresentou pH de 8,3 e após a adição do clorpirifós o valor foi de 7,1 e 7,3, respectivamente às caldas equivalente à taxa de aplicação de 80 e 150 L ha⁻¹.

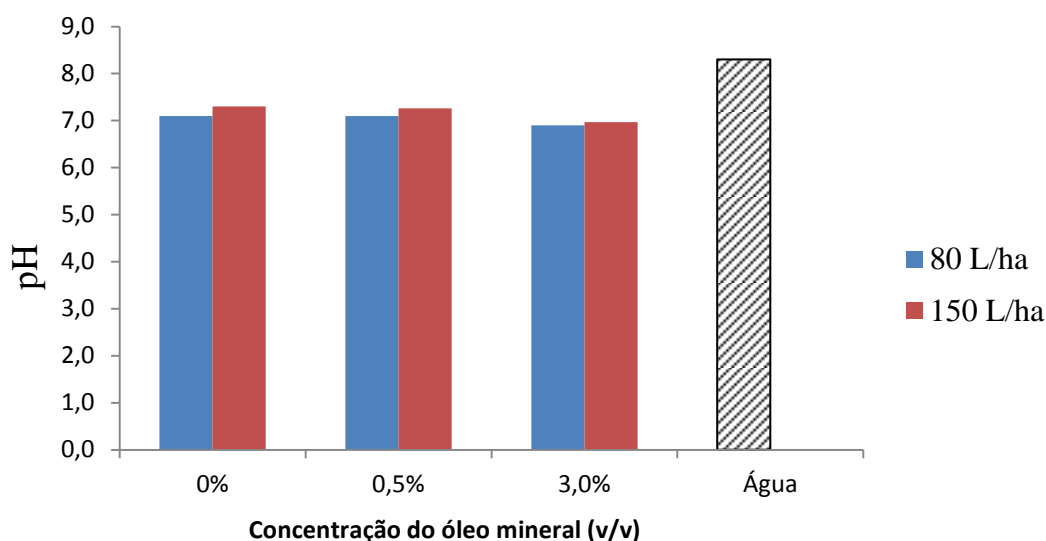


Figura 8. Valor de pH em resposta aos fatores concentração da calda equivalente aos volumes de aplicação de 80 e 150 L ha⁻¹ e concentração do óleo mineral em calda contendo inseticida.

4 CONCLUSÃO

A calda contendo apenas o inseticida promoveu redução na tensão superficial e no ângulo de contato da gota (espalhamento) depositada sobre a superfície da folha de soja e a superfície padrão de Parafilm® quando comparado ao tratamento água. A adição de óleo mineral ao inseticida reduziu o ângulo de contato da gota com a folha de soja apenas no volume de calda mais concentrado 80 L ha⁻¹. O volume de aplicação de 80 L ha⁻¹ reduziu a tensão para a calda sem adjuvante e prejudicou o espalhamento da gota na folha de soja. Nenhuma dose do adjuvante proporcionou efeito na evaporação da gota.

5 REFERÊNCIAS

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal/SP, v1. 396p. 2015.

BUTLER ELLIS, M.C.; TUCK, C.R.; MILLER, P.C.H. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. **Crop Protection**, Guildford, v. 16, n. 1, 1997. Doi: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(96\)00065-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(96)00065-8)>.

CALORE, R.A., FERREIRA, M.C., GALLI, J.C. Efeitos de adjuvantes no controle de *Enneothripsflavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Trypidae) na cultura do amendoim. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife. v.10, n.1, p. 74-81, 2015. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v10i1a5043>>.

CUNHA, J.P.A.R.; LASMAR, O.; RAMOS, A.M.P.; ALVES, G.S. Evaporation time of droplets containing thiamethoxam and adjuvantes sprayed on sugar cane leaves. **Pesquisa Agropecuária Tropical**., Goiânia, v. 46, n. 1, p. 1-8, Jan./Mar. 2016. Doi: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632016v4638499>>.

CUNHA, J.P.A.R.; LASMAR, O.; RAMOS, A.M.P.; ALVES, G.S. Evaporation time of droplets containing thiamethoxam and adjuvantes sprayed on sugar cane leaves. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 1, p. 1-8, Jan./Mar. 2016.

DECARO JÚNIOR, S.T. **Avaliação de um pulverizador de volume ultra baixo e de adjuvantes em caldas fitossanitárias na cultura do citros**. 2015. 140 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

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 Entomologia Agrícola). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

FERREIRA, M.C.; LASMAR, O.; LEITE, G. J. Cobertura e depósito de calda fitossanitária em plantas de café, pulverizadas com equipamento original e adaptado para plantas altas. **Bioscience Journal** (UFU. Impresso), v. 29, p. 1539-1548, 2013.

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

MENDONÇA, C.G.; RAETANO, C.G.; MENDONÇA, C.G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. especial, p. 16-23, 2007. Doi: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162007000200003>>.

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

STOCK, D.; BRIGGS, G. Physiochemical properties of adjuvants: values and applications. **Weed Technology**. Champaign, v.14, p. 798-806, 2000.

TADROS, T. F. (1996). **Surfactants in Agrochemicals** (Vol. 54). Marcel Dekker.

TEIXEIRA, T.A.P. **Utilização de ferramentas estatísticas no desenvolvimento de uma formulação de defensivo agrícola**. 2012. 140 f. Monografia (Engenheiro

Industrial Químico). Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Jaboticabal, 2015.

TU, M.; RANDALL, J.M. Adjuvants. In: TU, M. et al. **Weed control methods handbook the nature conservancy**. Davis: TNC, 2003. p. 1-24.