

HUMBERTO SANTIAGO

**PULVERIZAÇÃO AÉREA COM ADIÇÃO DE ADJUVANTE PARA O
CONTROLE DA LAGARTA FALSA MEDIDEIRA (*Pseudoplusia includens*)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Engenharia
Agrícola, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

S235p
2013 Santiago, Humberto, 1984-
Pulverização aérea com adição de adjuvante para o controle da
lagarta falsa medideira (*Pseudoplusia includens*) / Humberto Santiago. -
Viçosa, MG, 2013.
96f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Mauri Martins Teixeira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Pulverização. 2. Equipamento de pulverização. 3. Produtos
químicos agrícolas - Aplicação. 4. Lagarta - Controle. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Agrícola. Mestrado em
Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22. ed. 631.3

HUMBERTO SANTIAGO

**PULVERIZAÇÃO AÉREA COM ADIÇÃO DE ADJUVANTE PARA O
CONTROLE DA LAGARTA FALSA MEDIDEIRA (*Pseudoplusia includens*)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Engenharia
Agrícola, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA EM: 26 de julho de 2013



Prof. Edney Leandro da Vitória



Prof. Haroldo Carlos Fernandes
(Coorientador)



Prof. Mauri Martins Teixeira
(Orientador)

À minha família!

AGRADECIMENTOS

Ao professor Mauri Martins Teixeira pela oportunidade, orientação e conselhos.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela realização do Programa de Pós-Graduação.

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

Aos professores coorientadores Haroldo Carlos Fernandes, e Paulo Roberto Cecon, pelas contribuições e sugestões.

À minha mãe, Genoveva Medeiros Santiago, e ao meu pai Eduardo Santiago em memória, à minha irmã Ana Paula Santiago.

Ao Divino Espírito Santo, pela vida e pelos objetivos conquistados.

Ao Grupo Biosoja pelo o apoio financeiro para desenvolver o experimento, ao grupo Ampessam pela disponibilidade da área e equipamentos.

Aos funcionários da Mecanização Agrícola Marcelo, Vantuil, Geraldo e Danilo.

Aos amigos e colegas da mecanização Robson, Raphael, Cleyton, Marcos, Júlio, Ronaldo, Flávio, Daniel, Danilo, Geice, Jardênia, Juliana, Wilker, Fred, Flora, Gracielly, Christian, André, Anderson, Gustavo, Marcone, Marcelo e Raquel.

Aos amigos Alan Buldrini, Marcelo Denegri, Matheus Tietz, Bruno Ponsoni, Fabiano Palaretti, Daniel Avila e Gustavo Tavares.

À minha namorada Daniella de Souza Almeida e sua família.

A todos integrante da República Moi Cana e amigos das Repúblicas.

Aos demais que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho!

BIOGRAFIA

Humberto Santiago, filho de Eduardo Santiago e Genoveva Medeiro Santiago, nasceu em 27 de setembro de 1984 na cidade de Piracicaba - SP.

Após o nascimento foi morar em Goianésia - GO onde adquiriu a paixão pela agricultura, aos seis anos foi para Jardinópolis - SP e começou os estudos na 1º série, aos 11 anos voltou para Piracicaba - SP onde terminou os estudos no colegial.

No ano de 2006, se mudou para Viçosa, Minas Gerais, iniciou sua graduação em Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo-a em julho de 2011. Em seguida, iniciou seu mestrado em Mecanização Agrícola, também na UFRV, sendo concluído ao final de julho de 2013.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
OBJETIVO GERAL	1
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
INFLUÊNCIA DE ADJUVANTES NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LÍQUIDO E NO ESPECTRO DE GOTA.	2
RESUMO.....	2
ABSTRACT.....	4
INTRODUÇÃO.....	5
MATERIAL E MÉTODOS.....	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ESPECTRO E DEPOSIÇÃO DE GOTAS E SIMULAÇÃO DE DERIVA COM O USO DE ADJUVANTE EM PULVERIZAÇÃO AÉREA	36
RESUMO.....	36
INTRODUÇÃO.....	39
MATERIAL E MÉTODOS.....	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
EFICÁCIA DE CONTROLE DA LAGARTA FALSA MEDIDEIRA (<i>Pseudoplusia includens</i>) UTILIZANDO INSETICIDA COM DIFERENTES ADJUVANTES NA CALDA	65
RESUMO.....	65

INTRODUÇÃO-----	68
MATERIAL E MÉTODOS-----	70
RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	72
CONCLUSÃO-----	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	78
ANEXO -----	80
Anexo 1. Resumo da análise de variância dos efeitos da tensão superficial e viscosidade da calda-----	80
Anexo 2. Resumo da análise de variância no espectro de gotas formado-----	81

LISTA DE QUADROS

INFLUÊNCIA DE ADJUVANTES NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LÍQUIDO E NO ESPECTRO DE GOTA. -----	2
Quadro 1. Número de leituras no duto com o Tubo de pitot -----	10
Quadro 2. Característica de cada adjuvante utilizado -----	12
Quadro 3. Equações de regressão ajustadas para a vazão em função da pressão (kPa), para os respectivos orifícios-----	16
Quadro 4. Análise da Tensão superficial com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas -----	17
Quadro 5. Análise da Tensão superficial com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações -----	18
Quadro 6. Análise da Viscosidade com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas -----	19
Quadro 7. Análise da Viscosidade com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações -----	20
Quadro 8. Análise do Dv_{10} com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas -----	21
Quadro 9. Análise do Dv_{10} com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações-----	22
Quadro 10. Menores e maiores valores obtidos Dv_{10} dependendo da temperatura-----	23
Quadro 11. Análise do Dv_{50} com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas -----	23
Quadro 12. Análise do Dv_{50} com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações-----	24
Quadro 13. Menores e maiores valores obtidos Dv_{50} dependendo da temperatura-----	25
Quadro 14. Análise do Dv_{90} com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas -----	25
Quadro 15. Análise do Dv_{90} com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas -----	26

Quadro 16. Menores e maiores valores obtidos Dv_{90} dependendo da temperatura e concentração-----	26
Quadro 17. Análise da % volume < 50 μm , com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas-----	27
Quadro 18. Análise da % volume < 50 μm , com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações-----	28
Quadro 19. Menores e maiores valores obtidos % volume < 50 μm dependendo da temperatura -----	28
Quadro 20. Análise da % volume entre 50 a 100 μm , com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas-----	29
Quadro 21. Análise da % volume de 50 a 100 μm , com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações-----	30
Quadro 22. Menores e maiores valores obtidos % volume 50 a 100 μm dependendo da temperatura-----	30
Quadro 23. Análise da % volume > 500 μm , com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas-----	31
Quadro 24. Análise da % volume de maior que 500 μm , com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações-----	32
Quadro 25. Menores e maiores valores obtidos % volume maior que 500 μm dependendo da temperatura-----	32
ESPECTRO E DEPOSIÇÃO DE GOTAS E SIMULAÇÃO DE DERIVA COM O USO DE ADJUVANTE EM PULVERIZAÇÃO AÉREA -----	36
Quadro 26. Resumo das análises de variâncias para análise de cobertura (%) e densidade de gotas (gota cm^{-2})-----	56
Quadro 27. Efeito dos diferentes adjuvantes sobre a cobertura do alvo-----	57
Quadro 28. Efeito da adição de adjuvantes na calda de pulverização na cobertura e densidade de gotas nos três níveis da planta-----	58
Quadro 29. Resumo das análises de variâncias para análise de deposição ($\mu\text{L cm}^{-2}$) do ingrediente ativo no alvo -----	58
Quadro 30. Efeito dos diferentes adjuvantes sobre a deposição no alvo-----	59
Quadro 31. Efeito da adição de adjuvantes a calda de pulverização na deposição de ingrediente ativo nos três níveis da planta -----	59

Quadro 32. Resumo das análises de variâncias para análise da deriva pelo software DRIFITSIM, observando o deslocamento (m) das gotas pulverizadas	60
Quadro 33. Resumo das análises de variâncias para análise da deriva observando a deriva (m) das gotas pulverizadas	60
EFICÁCIA DE CONTROLE DA LAGARTA FALSA MEDIDEIRA (PSEUDOPUSIA INCLUDENS) UTILIZANDO INSETICIDA COM DIFERENTES ADJUVANTES NA CALDA.....	65
Quadro 34. Resumo das análises de variâncias para análise de cobertura (%) e densidade de gotas (gota cm ⁻²)	73
Quadro 35. Resumo das análises de variâncias para análise de deposição (µL cm ⁻²) do ingrediente ativo no alvo	73
Quadro 36. Efeito dos diferentes adjuvantes sobre a cobertura, densidade de gota e deposição.....	74
Quadro 37. Efeito da adição de adjuvantes a calda de pulverização na cobertura, densidade de gotas e deposição nos três níveis da planta	74
Quadro 38. Resumo das análises de variâncias para análise de eficácia de mortalidade da calda pulverizada	75
Quadro 39. Efeito dos diferentes adjuvantes sobre a eficácia de controle da praga	76

LISTA DE FIGURAS

INFLUÊNCIA DE ADJUVANTES NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LÍQUIDO E NO ESPECTRO DE GOTA. -----	2
FIGURA 1. Tensiômetro Dataphysics (a) e placa de platina (b). -----	9
FIGURA 2. Viscosímetro Universal de Saybolt (SUS) (a) e balão volumetrico (b). -----	9
FIGURA 3. Simulador de pulverização aérea e bico de pulverização (a), vista do perfil do ventilador (b).-----	10
FIGURA 4. Tubo de pitot (a), posições do Tubo de pitot na tubulação(b e c). -	11
FIGURA 5. Quatro vazão da ponta (a) e três defletores (b). -----	12
FIGURA 6. Aferição do manômetro do pulverizador com o manômetro padrão. -----	14
FIGURA 7. A curva característica do ventilador observando a velocidade do ar. -----	15
FIGURA 8. Vazão proporcionada pela ponta CP nc90088, trabalhadas em diferentes pressões.-----	15
ESPECTRO E DEPOSIÇÃO DE GOTAS E SIMULAÇÃO DE DERIVA COM O USO DE ADJUVANTE EM PULVERIZAÇÃO AÉREA -----	36
FIGURA 9. Pátio de descontaminação (a), poço de decantação (b) e reservatório de água (c).-----	43
FIGURA 10. Vista da lavoura de soja (a) e variedade de soja NIDEIRA 7255 RR (b). -----	44
FIGURA 11. Thermo-higrômetro (a) e Thermo-anemômetro (b).-----	44
FIGURA 12. Ceptômetro, receptor de dados (a) e sensor (b). -----	46
FIGURA 13. <i>Air Tractor</i> (a) e cabine de comando (b).-----	46
FIGURA 14. Ponta de pulverização (a), barra de pulverização (b) e altura de voo (c).-----	47
FIGURA 15. Esquema de distribuição das etiquetas de papel hidrossensível e de pontos amostrais das folhas para análise de espectrofotométrica (SOYBEAN PLANT, 2008). -----	48

FIGURA 16. Condições climáticas (Temperatura (°C), Umidade (%), Velocidade do Vento($m s^{-1}$)) e (Déficit de pressão de vapor (DPVar)), para diferentes adjuvantes, em Formosa – GO (Manhã). ----- 52

FIGURA 17. Condições climáticas (Temperatura (°C), Umidade (%), Velocidade do Vento ($m s^{-1}$)) e (Déficit de pressão de vapor (DPVar)), para diferentes adjuvantes, em Formosa – GO (Tarde)----- 53

FIGURA 18. Calibração da solução padrão para diferentes adjuvantes. ----- 55

EFICÁCIA DE CONTROLE DA LAGARTA FALSA MEDIDEIRA (*PSEUDOPPLUSIA INCLUDENS*) UTILIZANDO INSETICIDA COM DIFERENTES ADJUVANTES NA CALDA----- 65

FIGURA 19. Cultura atacada por lagarta falsa medideira (*Pseudoplusia includens*), Batida de pano (a), lagartas coletadas (b), lagarta viva (c) e lagarta morta (d).----- 72

FIGURA 20. Eficácia de controle da lagarta da soja utilizando diferentes adjuvantes, junto ao inseticida. ----- 75

RESUMO

SANTIAGO, Humberto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2013. **Pulverização aérea com adição de adjuvante para o controle da lagarta falsa medeieira (*Pseudoplusia includens*)**. Orientador: Mauri Martins Teixeira, Coorientadores: Haroldo Carlos Fernandes e Paulo Roberto Cecon.

Dados históricos relatam que originalmente a soja desenvolveu-se na região leste da China, onde sofreu domesticação por volta do século XI a.C.. No Brasil, o primeiro registro da introdução da soja data de 1882. A soja é amplamente cultivada em vários países do mundo. Os principais produtores mundiais são os Estados Unidos, o Brasil, a Argentina e a China. No Brasil, as principais áreas produtoras estão nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste do país, nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Mato Grosso e de Goiás. A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr) está sujeita ao ataque de grande número de insetos e patógenos, desde a germinação até a colheita. Dentre eles, se destacam a lagarta-falsa-medieira e a Ferrugem “Asiática”, que causam danos ao longo do desenvolvimento da cultura, cujo controle é feito, basicamente, por aplicações utilizando pulverizadores aéreos ou tratorizados. A demanda pela pulverização aérea vem crescendo nas lavouras de soja, em decorrência do curto período para realização das aplicações de agrotóxicos. Os fatores climáticos são os principais problemas enfrentados pelos agricultores, dificultando a aplicação em condições adequadas. A pulverização aérea, demanda de estrutura estacionária, fazendo com que o reservatório de água, o tanque de pré-mistura e o pátio de descontaminação fiquem juntos, deslocando apenas a aeronave na propriedade, já para os pulverizadores tratorizados existe uma logística para seu funcionamento, devido ao deslocamento do caminhão pipa, dos produtos químicos e dos pulverizadores. Pesquisadores estão estudando o comportamento do líquido de pulverização para observar as características físico-químico em relação a formação de gotas e a retenção do líquido nas folhas. Entretanto, os adjuvantes a base de siliconado, resinas orgânicas e óleos vegetais, são produtos que podem promover estas alterações no líquido pulverizado, diferenciando cobertura, densidade de gotas e deposição. Portanto, foram montados dois trabalhos, um no laboratório de aplicação de defensivos agrícolas e outro em campo, na fazenda do grupo Ampessan Formosa-GO. O

ensaio em laboratório demonstrou diferenças entre os adjuvantes e o controle. A tensão superficial foi reduzida com adição dos adjuvantes e levemente reduzida com alteração da temperatura. Já para a viscosidade o Aureo apresentou viscosidade menor que o Naft e o Silkon nas temperaturas 35° - 38°C e 43° - 46°C, nas concentrações C2, C3, e C4. O espectro de gotas foi alterado para cada condição testada. No campo os testes demonstraram diferenças significativa entre os adjuvantes e o controle, no teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. A cobertura (%), a densidade de gotas (gotas cm^{-2}), e a deposição ($\mu\text{L cm}^{-2}$) nos níveis superior, médio e inferior aumentaram com o uso de adjuvantes. Posteriormente ao estudo do espectro de gotas, foi estimado a deriva das gotas usando software DRIFTSIM, sendo o controle, aquele que proporcionou o menor deslocamento (m). A eficácia de mortalidade da lagarta falsa medideira aumentou com o uso de adjuvante na calda.

ABSTRACT

SANTIAGO, Humberto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2013. **Addition of adjuvants on aerial spraying to control the soybean looper (*Pseudoplusia includens*)**. Advisor: Mauri Martins Teixeira, Co-advisors: Haroldo Carlos Fernandes and Paulo Roberto Cecon.

Historical data report that soybeans originated in eastern China, where it was domesticated by the eleventh century B.C. In Brazil, the first record of soybean introduction dates of 1882. The soybean is widely grown in many countries worldwide. The major producers are the United States, Brazil, Argentina and China. In Brazil, the main producing areas are in South, Southeast and Center-western of the country, in the states of Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Mato Grosso and Goiás. Soybean crop (*Glycine max* (L.) Merr) is subject to the attack of large numbers of insects and pathogens, from the germination to the harvest, and soybean looper and Asian soybean rust are the most important of them. They cause damage throughout the crop development, and the control is made basically by aerial and ground spraying. The demand for aerial spraying has increased in soybean crops due to the short period to realize the pesticides application. The climatic factors are the main problems faced by farmers, making harder to spray under appropriate conditions. The aerial spraying demands stationary structure, constituted of water reservoir, premix tank and the decontamination yard, and only the aircraft moves to the property, but tractor sprayers need a logistics to work out, with displacement of the water truck, chemicals and sprayers. Researchers are studying the behavior of spray liquid to observe the physical features in relation to droplets formation and liquid retention on the leaves. However, the silicone-based adjuvants, organic resins and vegetables oils are products that can promote these changes on the sprayed liquid, differentiating coverage, droplets density and deposition. Thus, two works were mounted, one in the Laboratory of Pesticides Application, and the other one in a farm of the Ampessam group in Formosa – GO. The laboratory test showed differences between adjuvants and control. The surface tension was reduced with the addition of adjuvants and slightly reduced with changings in temperature. The adjuvant Aureo had lower values of viscosity than the adjuvants Silkon and Naft in the temperatures of 35 – 38 °C

and 43 – 46 °C, for the concentrations of C2, C3 and C4. The droplet spectrum was changed for all tested conditions. In the field, the experiments showed significant differences between the adjuvants and the control in the Tukey test at 5 % of probability. The coverage (%), droplets density (droplets cm⁻²) and the deposition (µL cm⁻²) on the upper, middle and lower levels of the plant canopy increased by the use of the adjuvants. Later to the droplet spectrum study, droplet displacement was estimated by use of DRIFTSIM software, and the control provided the shortest displacement (m). The mortality efficacy of the soybean looper increased adding the adjuvant to the spray solution.

OBJETIVO GERAL

A finalidade deste trabalho foi avaliar os parâmetros técnicos da pulverização aérea (cobertura, densidade de gotas e deposição), em resposta ao controle da lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*), considerando o uso de adjuvantes à base de siliconados (Silkon), resina orgânica (Naft) e óleo vegetal (Aureo).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a tensão superficial e a viscosidade da calda, considerando o uso de adjuvantes.
- Determinar a deposição da calda na planta, os parâmetros técnicos da pulverização, o espectro de gotas e o índice de penetração das gotas no dossel da cultura, empregando-se a análise espectrofotométrica e as análises de imagem.
- Simular a deriva pelo método computacional, utilizando o software DRIFTSIM.
- Determinar o estágio de desenvolvimento fenológico da cultura da soja, o Índice de Dano Econômico (IDE) da praga e o Índice de Área Foliar (IAF).
- Avaliar a influência dos adjuvantes siliconados e do óleo vegetal na eficácia de mortalidade da lagarta falsa-medideira da soja.

INFLUÊNCIA DE ADJUVANTES NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LÍQUIDO E NO ESPECTRO DE GOTA.

RESUMO

A história dos adjuvantes agrícolas tem sido relatada desde o início do século XVIII, para alterar as características física da calda de pulverização. Portanto, objetivou-se com este trabalho fornecer a relação entre a característica física da calda e o espectro de gotas formado com o uso de adjuvantes. O ensaio foi conduzido em esquema fatorial $(3 \times 3 \times 4) + 1$, sendo três adjuvantes Silkon, Naft e Aureo, três variações de temperatura (27 a 30 °C, 35 a 38 °C e 43 a 46 °C), e quatro concentrações (Naft e Silkon 0,25; 0,50; 1,0 e 1,5 mL L⁻¹ e o Aureo foram 1,25; 2,50; 5,00 e 7,50 mL L⁻¹), mais um controle (água) em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições para cada teste. Os dados foram analisados empregando-se análise de variância. Para comparar os tratamentos com a testemunha foi utilizado o teste de Dunnett, sendo que para as médias dos fatores qualitativos foi utilizado o teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. Neste trabalho avaliou-se o comportamento de adjuvantes adicionados à calda, observando-se a tensão superficial e a viscosidade do líquido para análise dos parâmetros da tecnologia da aplicação. Para avaliação do espectro e gotas foi montado um protótipo de pulverização aérea utilizando um ventilador radial. Com auxílio do analisador de partículas a laser Spraytec, obteve-se os dados do DV₁₀ (Diâmetro da gota a 10% do volume acumulado), DV₅₀ (Diâmetro da gota a 50% do volume acumulado), DV₉₀ (Diâmetro da gota a 90% do volume acumulado), SPAN (Amplitude relativa) e a quantidade de gotas em diferentes faixas de diâmetros (% de volume menor 50 µm, % de volume entre 50 a 100 µm e % de volume maior que 500 µm). As condições climáticas durante a realização do experimento foram: umidade relativa entre 75 e 85%, temperatura do ar de 24 a 26 °C e ausência de vento. Temperatura de 24 °C na entrada de ar do ventilador e de 26 °C na saída, sendo sempre observado 2 °C de diferença entre a entrada e a saída de ar do ventilador. A rotação da polia do motor e do ventilador foi aferida, observando-se uma patinação de 2,73% na correia. A tensão superficial e a viscosidade do líquido foram alteradas, com adição do adjuvante, principalmente com o aumento da concentração. Os ensaios

demonstraram diferenças no espectro de gotas para cada condição, devido à alteração das características físicas da calda estudadas.

Palavra chave: Características físicas da calda, adjuvante e pulverização aérea.

INFLUENCE OF ADJUVANTS ON PHYSICAL FEATURES OF THE LIQUID AND ON DROPLETS SPECTRUM

ABSTRACT

The history of agricultural adjuvants has been reported since early of eighteenth century to change the spray solution features. Therefore, the aim of this work was to provide the relation between the spray solution features and the droplet spectrum formed by the use of adjuvants. The experiment was conducted in a factorial scheme (3 x 3 x 4) + 1, three adjuvants (Silkon, Naft and Aureo), three variations of temperature (27 to 30 °C, 35 to 38 °C and 43 to 46 °C), four product concentrations (Naft and Silkon: 0.25, 0.50, 1.00 and 1.50 mL L⁻¹; and Aureo: 1.25, 2.50, 5.00 and 7.50 mL L⁻¹) and a control (water) in completely randomized design, with three replications. Data were analyzed using the analysis of variance. The Dunnett test was used to compare the treatments with the control, and the Tukey test was used for the means of the qualitative factors, at 5 % of probability. In this study the behavior of adjuvants added to the spray solution was evaluated, observing the superficial tension and the viscosity for analysis of the technical parameters of spraying technologies. An aerial spraying prototype using a radial fan was made to evaluate the droplet spectrum. With the aid of the laser particle analyzer Spraytec, it was obtained the Dv_{10} , Dv_{50} , Dv_{90} , SPAN and the quantity of droplets in different ranges of diameters (% of volume < 50 µm, % of volume between 50 – 100 µm and % of volume coarser than 500 µm). The climatic conditions during the experiments were: relative humidity between 75 and 85 %, air temperature between 24 and 26 °C and no wind. Temperatures of 24 °C in the fan inlet and of 26 °C in the fan outlet, being always observed 2 °C differences between the fan inlet and outlet. The rotation of the motor and of the fan pulley was measured, observing a slip of 2.73 % on the belt. The surface tension and viscosity were changed by adding the adjuvant, mainly with the increase of product concentration. The experiment showed differences in droplet spectrum for all conditions, due to changes in surface tensions and viscosity.

Keywords: Spray solution physical features, adjuvant, aerial spraying.

INTRODUÇÃO

A história dos adjuvantes agrícolas tem sido relatada desde o início do século XVIII. Resinas de pinheiro, farinha de trigo, melaço e açúcar eram usados juntos a cal, enxofre e cobre para alterar as características da calda de pulverização (GREEN; BEESTMAN, 2007).

Segundo Gimenes et al. (2013), um fator importante antes da pulverização é a compreensão de que gotas de pulverização que se evaporam lentamente vão permitir que a planta absorva mais dos ingredientes ativos, mas esta absorção pode ser reduzida quando as gotas secarem. Além disso, se a evaporação das gotas ocorrer rapidamente, grandes cristais podem se formar a partir dos resíduos químicos e podem ser arrastados pelo vento para fora do local aplicado. Por outro lado, quando gotas de pulverização permanecem no estado líquido, elas podem aumentar o tempo de contato destes ao ingrediente ativo. Gimenes et al. (2013), relataram que o aumento da concentração de surfactante, de 0,01% a 1% da calda, pode aumentar a absorção foliar de pesticidas, no entanto, o aumento exagerado da concentração também pode reduzir a absorção dos mesmos, quando esta for superior ao valor crítico.

A concentração e o efeito dos adjuvantes sobre as gotículas é um fator importante para modificar o espectro de gotas, reduzindo ou aumentando seu diâmetro (FRITZ et al., 2009). Esta mistura de adjuvante com agrotóxicos pode potencialmente reduzir a quantidade de produtos utilizados na pulverização, devido ao aumento da dispersão de gotículas na superfície das folhas, aumentando a área de deposição por unidade de volume de calda por folhas (GIMENES et al., 2013).

Desde modo, deve-se conhecer o alvo específico para se indicar o adjuvante específico na redução do volume de pulverização. No entanto, a questão econômica deve ser considerada na escolha, devido a diferentes dosagens recomendadas e seus diferentes efeitos (GIMENES et al., 2013).

Segundo Cunha et al. (2010), o acréscimo de adjuvantes nas caldas de pulverização contribui para a formação de filmes líquidos sobre as superfícies foliares, devido ao processo de coalescência das gotas. Entretanto, uma menor tensão superficial permite, ainda, transpor obstáculos, como a presença de pelos foliares, aumentando a quantidade de princípio ativo que atinge as áreas de absorção.

Cunha et al. (2010) e Hoffmann et al. (2011), afirmam que a eficácia de tratamentos fitossanitários e a dispersão da pulverização dependem das características físicas das caldas de pulverização, sendo estas características, a tensão superficial e a viscosidade. A tensão superficial é um efeito físico que ocorre na camada superficial de um líquido que leva a sua superfície a comportar-se como uma membrana elástica. Para quantificar essa tensão superficial, diversos métodos são utilizados, um deles é o método da gota pendente. Entretanto, algumas metodologias não são capazes de ter precisão, mas existem aparelhos capazes de medir a tensão superficial em tempo reduzido com alta precisão, como o teste do anel e da placa de platina.

Já para a viscosidade, a sua definição consiste em caracterizar a resistência de um fluido ao escoamento, em uma temperatura definida. Este é um parâmetro importante tanto para a atomização quanto para a deposição. Os adjuvantes utilizados para a redução da deriva da pulverização aumentam, muitas vezes, a viscosidade do líquido de pulverização. Se a viscosidade aumentar muito, pode-se dificultar o cisalhamento do líquido produzindo gotas maiores. Portanto, é notado que polímeros de elevado peso molecular, como o poliacrilamida, aumentam a viscosidade e conseqüentemente o diâmetro de gotas, sendo geralmente usados para reduzir a deriva e a evaporação.

Além dos adjuvantes modificarem a estrutura físico-química da calda, a temperatura também pode influenciá-la, pois variações de 0 °C a 30 °C na calda são comuns nas aplicações em campo, dependendo da região e do horário de aplicação. Teoricamente, são esperadas mudanças nas características da calda, porém são desconhecidas a magnitude e a interação com os componentes da mistura uma vez que a redução da temperatura da calda pode ser uma estratégia para redução da evaporação (CUNHA et al., 2010).

Segundo Cunha et al. (2010), a viscosidade foi mais influenciada pela temperatura, enquanto a tensão superficial foi mais sensível ao uso de adjuvante. Com as modificações das propriedades das caldas, observa-se que pulverizadores com assistência de ar podem alterar significativamente o espectro de gotas, pelo fato da calda mudar suas características com a adição de adjuvante, promovendo maior ou menor resistência do líquido. A velocidade do ar é um fator importante que influencia na qualidade da deposição e na uniformidade do tamanho da gota (GU et al., 2011).

Martins (2012) demonstrou que o efeito da velocidade do ar e do diâmetro do orifício do bico na atomização de um bocal eletrostático em um túnel de vento, pode alterar a formação de gotas. O aumento da velocidade de 97 para 177 km h⁻¹ produziu gotas de pulverização menores para todos os orifícios do bico testado. Além disso, o aumento no tamanho do orifício do bico geralmente aumenta o DMV e Dv₉₀, reduzindo a porcentagem de gotas finas (% de volume < 100 µm) em todas as velocidades (MARTINS, 2012). Porém, a interação do adjuvante com o agrotóxico é um processo complexo, que envolve muitos aspectos físicos, químicos e fisiológicos, podendo variar em cada condição testada. Os adjuvantes atuam de maneira diferente entre si e podem promover melhorias no molhamento, na aderência, no espalhamento, na redução de espuma e na dispersão da calda de pulverização (CUNHA et al., 2010).

Enfim, a observação do espectro de gotas na pulverização é essencial para manter constante a distribuição do tamanho da gota. No entanto, Oliveira et al. (2011), realizaram uma pesquisa com diferentes adjuvantes e descobriram que 91% dos produtos testados reduziam o tamanho das gotas quando a dose era aumentada em apenas 9%, o DMV cresceu ao promover o aumento da concentração dos produtos na solução de pulverização.

Segundo o trabalho conduzido por Gu et al. (2011), os diâmetros das gotas foram maiores na solução anti-deriva do que nas observadas na calda com água e na outra com surfactantes.

Sasaki et al. (2013), avaliaram diversos adjuvantes, relatando uma interação entre o produto e a dose sobre o diâmetro da mediana volumétrica. Para a dose 0,70 mL L⁻¹ do produto "C" houve maior diâmetro de gota, podendo ser usado como redutor de deriva. As variáveis estudadas do espectro das gotas Dv₁₀, Dv₅₀, Dv₉₀ e SPAN responderam de forma independente para cada dose de adjuvante.

O principal fator comentado com o uso dos aditivos de caldas é a redução da deriva. Segundo Fritz et al. (2009), a deriva é definida como o arrasto das gotas pulverizadas para fora do local da praga alvo. A deriva dos agrotóxicos é considerada um dos maiores problemas da agricultura tradicional, independente do método de aplicação. Eliminar completamente o problema é praticamente impossível, no entanto, ele pode ser minimizado, empregando-se equipamentos corretos e tecnologia adequada.

O objetivo deste estudo foi avaliar a variação da tensão superficial, viscosidade e espectro de gotas devido a diferentes doses e temperaturas da calda com o uso de adjuvantes em solução aquosas.

MATERIAL E MÉTODOS

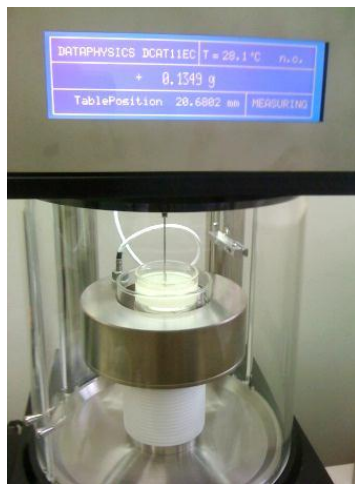
O experimento foi conduzido no Laboratório de Aplicação de Defensivos Agrícolas (LADA) do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

O trabalho foi conduzido em esquema fatorial (3x3x4)+1, sendo um siliconado, uma resina orgânica, um óleo vegetal, três variações de temperatura (27 a 30 °C, 35 a 38 °C e 43 a 46 °C), quatro concentrações (Naft e Silkon 0,25; 0,50; 1,0 e 1,5 mL L⁻¹ e o Aureo foram 1,25; 2,50; 5,00 e 7,50 mL L⁻¹), e um controle (água) em delineamento inteiramente casualizado com três repetições para cada tratamento.

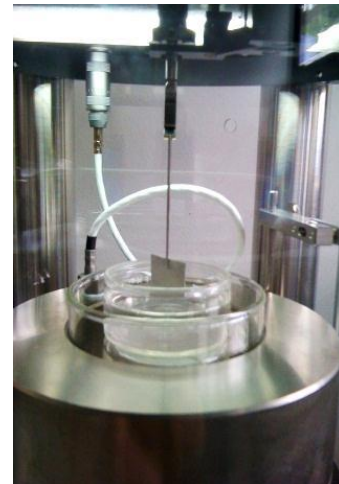
Avaliou-se a tensão superficial, a viscosidade e o espectro de gotas (DV₁₀, DV₅₀, DV₉₀, SPAN e a quantidade de gotas com diferentes faixas de diâmetros (% de volume menor 50 µm, % de volume entre 50 a 100 µm e % de volume maior que 500 µm)).

Os valores das variáveis resposta foram organizados e submetidos a análise de variância (ANOVA). As variáveis que apresentaram diferença significativa na ANOVA foram submetidas aos testes de Dunnet e Tukey, ambos a 5% de probabilidade. Independentemente dos valores ser significativo na ANOVA, optou-se pelo desdobramento dos tratamentos, conforme o interesse em estudo.

A tensão superficial da calda foi determinada, utilizando um estabilizador de temperatura de líquido e um tensiômetro *Dataphysics* modelo Jzyw – 200a, que tem como base o método da placa de platina, como demonstrado na Figura 1. O aparelho é constituído de uma balança de alta precisão com sistema de leitura sequencial na mesma amostra, para estabilização dos dados dentro do coeficiente de variação 3%.



(a)



(b)

FIGURA 1. Tensiômetro Dataphysics (a) e placa de platina (b).

Para determinação da viscosidade foi utilizado o viscosímetro de orifício tipo Saybolt (Figura 2), nas três faixas de temperaturas notificadas pelo Datal Logger ICEL TD 890 com termopar tipo K. Para a determinação da viscosidade foi cronometrado o tempo para o total escoamento da calda, em seguida foi feita a conversão em viscosidade cinemática (Centistokes), através do Nomograma (BARGUER et al, 1966).



(a)



(b)

FIGURA 2. Viscosímetro Universal de Saybolt (SUS) (a) e balão volumetrico (b).

Para avaliação do espectro de gotas no laboratório foi montando um ventilador radial (com pás para trás com dimensões (86 mm x 90 mm), com diâmetro de entrada de ar de 235 mm e saída com diâmetro de 120 mm), para simular a influencia da velocidade de deslocamento da aeronave na fragmentação do espectro de gotas.

O ventilador foi acionado por um motor elétrico de indução trifásico de 2,2 kW e rotação de 3465 rpm da marca Weg. O motor elétrico foi controlado por um inversor de frequência (SIEMENS micromaster 420), sendo este dispositivo capaz de gerar tensão e frequência trifásica ajustável, e tem por finalidade controlar a velocidade do motor elétrico de indução trifásico, possibilitando trabalhar com uma velocidade de rotação constante, como demonstrado da Figura 3. Para a transmissão da polia do motor para a polia do ventilador foi utilizado uma correia com distância entre os eixos de 700 mm. O bico CP nc90088 de pulverização foi acoplado em frente (0,15 m) à saída de ar do ventilador radial centrífugo.

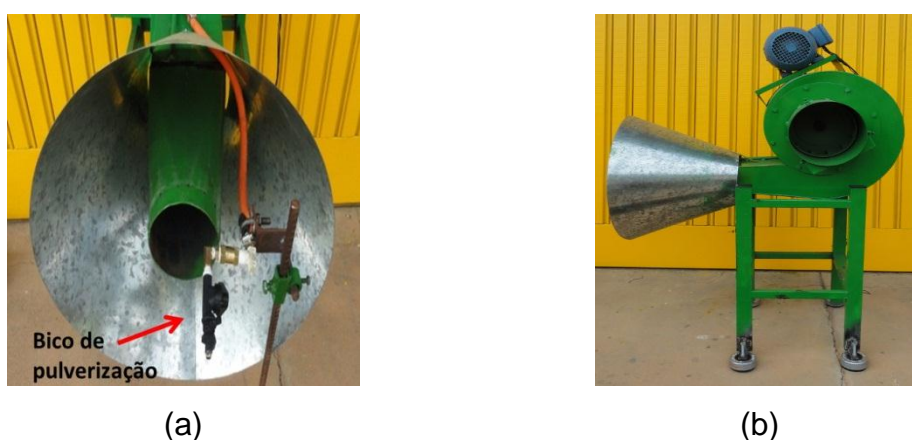


FIGURA 3. Simulador de pulverização aérea e bico de pulverização (a), vista do perfil do ventilador (b).

A velocidade do ar na saída do ventilador foi medida, segundo Mesquita et al. (1977), (Quadro 1), com o emprego do Tubo de Pitot SALGAS, modelo MCU, escala 500-0-500.

Quadro 1. Número de leituras no duto com o Tubo de pitot

Diâmetro do duto (pol)	Área Transversal (pé ²)	Nº de pontos de leitura
Até 12	1,0	6
12 à 24	3,0	8
24 à 48	12,0	20
48 à 60	20,0	24
60 ou mais	Mais 20	Depende do perfil de vel.*

*Vel. Velocidade. Fonte: Mesquita (1977).

A Equação 1, determinou-se as posições do Tubo de pitot dentro do duto, para avaliar a pressão cinemática, como demonstrado na Figura 4.

$$L_n = d \cdot \sqrt{\frac{2n-1}{4N}} \quad (1)$$

em que

L_n = Distância do centro ao ponto m ;

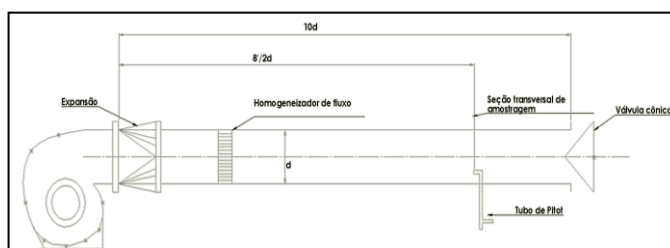
d = Diâmetro da tubulação m ;

n = número do ponto; e,

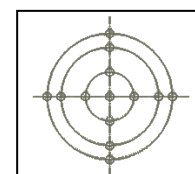
N = número de pontos de leitura.



(a)



(b)



(c)

FIGURA 4. Tubo de pitot (a), posições do Tubo de pitot na tubulação(b e c).

Após as definições dos pontos de coleta da pressão cinemática calculou-se a velocidade do ar emitida pelo ventilador, conforme a Equação 2.

$$v = \sqrt{2 g p_{cin}} \quad (2)$$

em que

v = velocidade do ar $m s^{-1}$;

g = aceleração da gravidade $m\ s^{-2}$; e,

p_{cin} = Pressão cinemática $kgf\ cm^{-2}$.

O ensaio foi conduzido no laboratório com bico de vazão D-8, defletor 90° e pressão de trabalho 300 kPa. Utilizou-se o bico de pulverização tipo leque simples de impacto com quatro vazões (D-4, D-5, D-8, D-10) e três defletores (30°, 55° e 90°), da marca CP nc90088, (Figura 5).

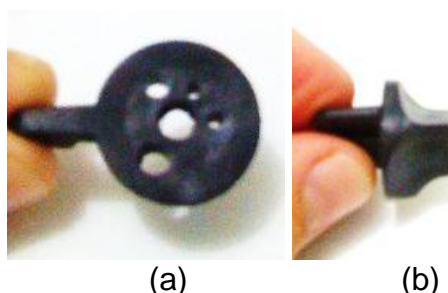


FIGURA 5. Quatro vazão da ponta (a) e três defletores (b).

Foram utilizados os adjuvantes Silkon ($34,5\ g\ L^{-1}$ de N e $207\ g\ L^{-1}$ de P_2O_5), Naft ($105\ g\ L^{-1}$ de N) e Aureo (Óleo vegetal). As características dos produtos avaliados encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2. Característica de cada adjuvante utilizado

Marca comercial	Ingrediente ativo	Grupo químico	Classificação
Silkon	EDTA, Nitrogênio 3%, Fósforo 18%, $d = 1050\ g/l$	Organosiliconado	Fertilizante Foliar
Naft	Nitrogênio 10%, $d = 1050\ g/l$	Resina Orgânica	Fertilizante Foliar
Aureo	Éster metílico de óleo de soja	Óleo Vegetal	Espalhante Adesivo
Controle	Água	-	-

Conforme os fabricantes a dose comercial dos adjuvantes Silkon e Naft é de $0,50\ mL\ L^{-1}$ de água e do produto Aureo 0,25% da calda aplicada por ha^{-1} ou $2,50\ mL\ L^{-1}$ de água, Portanto, durante os ensaios foram utilizadas diferentes doses de adjuvantes. Para o Silkon e Naft, as doses foram 0,25; 0,50; 1,0 e $1,5\ mL\ L^{-1}$ e para o Aureo foram 1,25; 2,50; 5,00 e $7,50\ mL\ L^{-1}$.

Devido as diferenças das doses do óleo vegetal com o siliconado e a resina orgânica, as diferentes doses foram definidas como concentração C1, C2, C3 e C4, sendo estas concentrações definidas como meia dose, dose cheia, dobro da dose e triplo da dose referente à dose comercial.

Antes de efetuar as avaliações do espectro de gotas, foi aferida a vazão da ponta utilizando provetas graduadas de 2000 mL em um minuto, as pressões do manômetro foi comparada com o manômetro padrão, a velocidade de saída do ar do ventilador foi determinada pelo tubo de pitot, a temperatura do ar de entrada e saída do ventilador foi determinado com Datal Logger ICEL TD 890 com termopar tipo K e a relação de rotação (rpm) da polia do motor com a rotação (rpm) da polia do ventilador foi determinado com um tacômetro INSTRUTERM TDR 100 a laser e posteriormente aferiu-se a porcentagem de patinação.

Durante a avaliação do espectro de gotas no laboratório foi coletado a temperatura e umidade do ar com aparelho Umimi® modelo Betha.

Para a determinação do espectro de gotas utilizou-se o analisador de partículas a laser (Spraytech, Malvern Instruments Co.). Este equipamento apresenta uma lente focal de 750 milímetros, que se baseia na difração da trajetória da luz ao chocar com as gotas. A pulverização foi realizada de modo que o jorro atingisse transversalmente o feixe luminoso, permitindo a obtenção direta do espectro de gotas Dv_{10} ; Dv_{50} ; Dv_{90} , Span, porcentagem de gotas abaixo de 50 μm , porcentagem de gotas entre 50 e 100 μm , e maior que 500 μm . No ensaio utilizou-se água potável, conforme metodologia utilizada por Alvarenga (2012). O analisador foi calibrado para contabilizar gotas na classe de tamanho de 0,10 a 2.500 μm , alcançando, deste modo, um maior rigor para a obtenção de todo o espectro de gotas.

Nos ensaios utilizou-se um pulverizador hidráulico, com acionamento do sistema por uma bomba hidráulica da marca Yamaho com rotação de 700 a 900 rpm, vazão nominal entre 8 e 11 L min^{-1} , potência de 0,75 a 1,12 kW e pressão máxima de 3.516 kPa. A bomba foi acionada por um motor elétrico Weg com rotação de 1.750 rpm e potência de 1,1 kW.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas durante a realização dos ensaios foram: umidade relativa entre 75 e 85% e temperatura do ar entre 24 a 26 °C e ausência de vento. A temperatura na entrada de ar do ventilador foi de 24 °C e na saída de ar foi 26 °C, sendo observado uma diferença de 2 °C entre a entrada e a saída de ar do ventilador. A relação de rotação da polia do motor e da polia do ventilador foi aferida, observando-se patinagem na correia de 2,73%.

A calibração do manômetro que foi utilizado no pulverizador, apresentou precisão ideal em relação ao manômetro padrão, conforme a Figura 6. A variação aceitável para manômetros utilizados em pulverizadores é inferior aos 10%, corroborando com Dornelles et al. (2011).

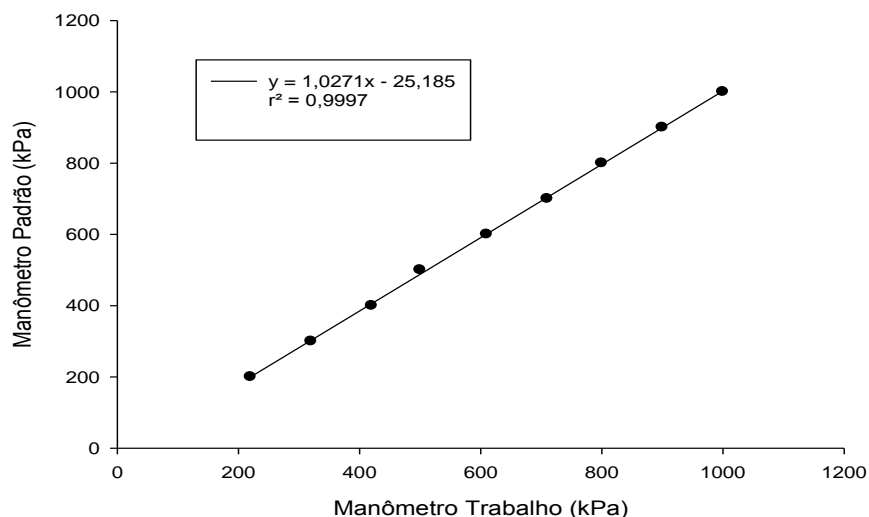
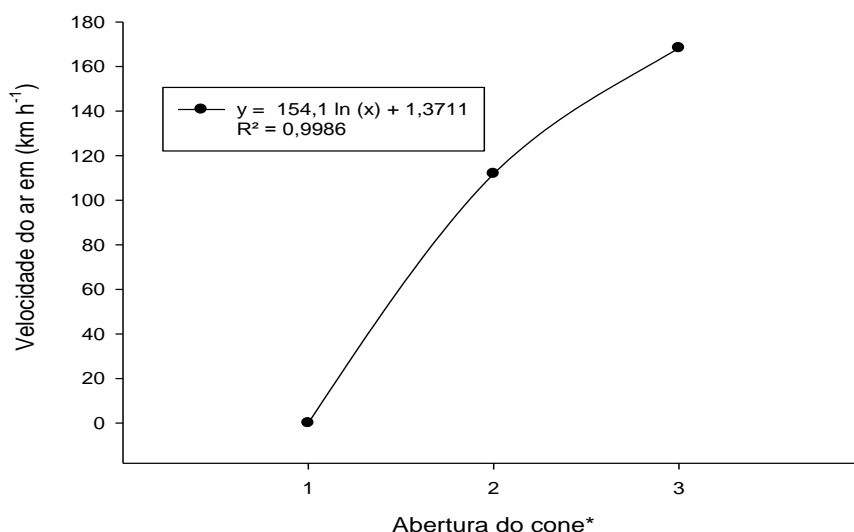


FIGURA 6. Aferição do manômetro do pulverizador com o manômetro padrão.

O ventilador montado para simular a pulverização aérea, apresentou velocidade do ar de 172 km h⁻¹. Na Figura 7 observa-se a curva característica da velocidade do ar do ventilador.



*1 fechado, 2 meio aberto, 3 aberto.

FIGURA 7. A curva característica do ventilador observando a velocidade do ar.

A ponta CP nc90088 apresentou nos orifícios 1 e 2 uma menor variação da vazão em relação a pressão, já quando utilizou-se os orifícios 3 e 4, a vazão teve maior variação entre a menor e maior pressão, conforme a Figura 8.

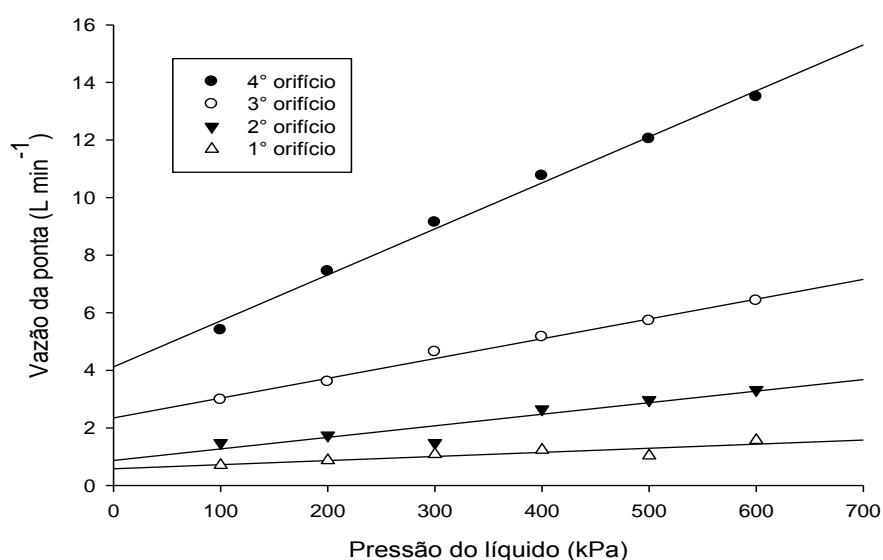


FIGURA 8. Vazão proporcionada pela ponta CP nc90088, trabalhadas em diferentes pressões.

No Quadro 3, são apresentadas as equações de regressão ajustadas referentes a cada vazão do 1º, 2º, 3º e 4º orifícios.

Quadro 3. Equações de regressão ajustadas para a vazão em função da pressão (kPa), para os respectivos orifícios

	Vazão da ponta	
1º orifício	$\hat{Y} = 0,0014x + 0,582$	$r^2 = 0,7811$
2º orifício	$\hat{Y} = 0,004x + 0,8673$	$r^2 = 0,8647$
3º orifício	$\hat{Y} = 0,0069x + 2,3453$	$r^2 = 0,9902$
4º orifício	$\hat{Y} = 0,016x + 4,1213$	$r^2 = 0,9938$

E após a determinação das condições do ambiente e das aferições do manômetro, da vazão da ponta e da velocidade do ventilador, observou-se que o uso dos adjuvantes alterou as características físicas da calda (tensão superficial e a viscosidade).

E esta alteração das características físicas da calda promoveu modificações nos espectro e gotas pulverizados, influenciando no DV₁₀, DV₅₀, DV₉₀, % de volume < 50 µm, % de volume entre 50 a 100 µm e % volume maior que 500 µm.

A tensão superficial da calda variou com o uso de aditivos na calda, observando-se que entre as concentrações C1 a C4, a uma temperatura de 27° a 30°C, o Aureo variou 5%, o Naft variou 5,8%, e o Silkon 10%, na temperatura de 35° a 38°C o Aureo variou 5,4%, o Naft variou 4,37% e o Silkon 11%, na temperatura de 43° a 46°C o Aureo variou 10,39%, o Naft variou 7% e o Silkon 11,29%. Os adjuvantes variaram em até 60% a tensão superficial em relação ao controle nas diferentes concentrações.

A tensão superficial da calda é fator a ser considerado durante pulverização, devido ao fato do cisalhamento do líquido de pulverização aérea ser promovido de duas formas, primeiro pela ponta hidráulica e segundo pela movimentação do ar provocado pelo o deslocamento da aeronave. No entanto, quando são alteradas as condições físicas da calda, o líquido reduz a interação entre suas moléculas e facilita a fragmentação da solução pulverizada. Entretanto, teoricamente, a quebra da tensão superficial favorece a formação de gotas pequenas, devido as redução das forças de resistência do líquido facilitando a divisão e conseqüentemente a formação de gotas de menores diâmetros (Quadro 4 e 5).

Quadro 4. Análise da Tensão superficial com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas

Produto	Tensão superficial (mN m ⁻¹)			
	27 a 30 °C			
	C1	C2	C3	C4
Aureo	33,977* bA	32,51* bB	32,257* bB	32,303* bB
Naft	40,137* aA	38,277* aB	38,027* aB	37,793* aB
Silkon	32,303* bA	30,553* bB	29,473* cBC	29,087* cC
35 a 38 °C				
Aureo	34,713* bA	32,84* bB	34,08* bAB	32,847* bB
Naft	38,03* aA	37,987* aA	37,557* aAB	36,367* aB
Silkon	32,057* bA	30,2* bB	28,753* cC	28,477* cC
43 a 46 °C				
Aureo	37,457* aA	34,363* bB	33,623* bB	33,563* bB
Naft	38,707* aA	37,413* aA	37,04* aAB	35,987* aB
Silkon	31,853* bA	29,74* cB	28,353* cC	28,257* cC
Controle	71,23			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. * O tratamento diferiu do controle pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

O Aureo, o Naft e o Silkon reduziram a tensão superficial do líquido, quando comparados com o controle (água).

As diferentes concentrações apresentaram quebra da tensão superficial, no entanto, a elevação da concentração do Aureo e do Naft não foi relevante perante a redução da tensão superficial que o adjuvante Silkon promoveu na calda de aplicação. Isso é explicado, pois o uso de produtos que apresentam surfactantes reduz as forças de ligações entre os líquidos.

Para a pulverização a quebra da tensão superficial é um fator importante devido o aumento do espalhamento da calda sobre a superfície alvo favorecendo a pulverização de produtos de contatos, que precisa de maior área de contato para que o defensivo apresente melhor resposta ao controle de pragas e doenças. Portanto, para cada pulverização no campo deve-se atentar para o comportamento que as diferentes concentrações podem promover no líquido pulverizado, devido que a tensão superficial da calda também alterará o espectro de gotas como foi observado nos próximos resultados. O trabalho corrobora com Hoffmann et al. (2011), que observou a queda da tensão superficial com o uso do adjuvante.

Quadro 5. Análise da Tensão superficial com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações

Produto	Tensão superficial (mN m ⁻¹)		
	C1		
	27 a 30 °C	35 a 38 °C	43 a 46 °C
Aureo	33,977 A	34,713 A	37,457 A
Naft	40,137 A	38,03 A	38,707 A
Silkon	32,303 A	32,057 A	31,853 A
C2			
Aureo	32,51 A	32,84 A	34,363 A
Naft	38,277 A	37,987 A	37,413 A
Silkon	30,553 A	30,2 A	29,74 A
C3			
Aureo	32,257 A	34,08 A	33,623 A
Naft	38,027 A	37,557 A	37,04 A
Silkon	29,473 A	28,753 A	28,353 A
C4			
Aureo	32,303 A	32,847 A	33,563 A
Naft	37,793 A	36,367 A	35,987 A
Silkon	29,087 A	28,477 A	28,257 A

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

A temperatura da calda não foi um fator significativo para alteração das propriedades físicas da calda.

Para a tecnologia de aplicação de defensivos, a cobertura e o diâmetro das gotas estão diretamente relacionados a quebra da tensão superficial da calda, devido ao fato das forças que unem o líquido serem reduzidas. Portanto, a redução da tensão superficial do líquido facilita a formação de gotas menores para que a calda pulverizada consiga traspasar os sistemas de defesas da planta, como a pilosidade e os tricomas.

A viscosidade variou com o uso de adjuvantes na calda, observando que entre a concentração C1 a C4 na temperatura de 27° a 30°C o Aureo variou 5,4%, o Naft variou 15,8%, o Silkon 16,9%, na temperatura de 35° a 38°C o Aureo variou 1,96%, o Naft variou 12,6% e o Silkon 18,33%, na temperatura de 43° a 46°C o Aureo variou 6%, o Naft variou 10,6% e o Silkon 13,5%.

Cunha et al. (2010), afirmaram que a temperatura influencia na viscosidade com maior intensidade, enquanto a tensão superficial tem maior sensibilidade ao uso de adjuvante. Para os mesmos autores, o emprego de

adjuvante pode levar à instabilidade da calda, requerendo maior agitação no tanque dos pulverizadores.

A viscosidade apresentou diferentes comportamentos, quando se alterou os adjuvantes (Quadro 6 e 7).

Quadro 6. Análise da Viscosidade com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas

Produto	Viscosidade (cSt)			
	27 a 30 °C			
	C1	C2	C3	C4
Aureo	0,6121* aA	0,5953* aA	0,579 aA	0,5914* aA
Naft	0,5211 bB	0,6017* aA	0,6163* aA	0,619* aA
Silkon	0,5169 bB	0,5912* aA	0,6143* aA	0,6222* aA
35 a 38 °C				
Aureo	0,5034 aA	0,5063 bA	0,5083 bA	0,5174 bA
Naft	0,5179 aB	0,5936* aA	0,5938* aA	0,5819* aA
Silkon	0,4981 aB	0,5948* aA	0,5909* aA	0,6083* aA
43 a 46 °C				
Aureo	0,5188 aA	0,5111 bA	0,4907 bA	0,4882 bA
Naft	0,5096 aB	0,5703 aA	0,5703 aA	0,5521 aAB
Silkon	0,4957 aB	0,5696 aA	0,5734 aA	0,5601 aA
Controle	0,5279			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. * O tratamento diferiu do controle pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

Os adjuvantes utilizados no estudo aumentaram a viscosidade do líquido, quando comparados com o controle (água) em determinadas condições de temperatura e concentração.

O Aureo apresentou viscosidade menor que o Naft e o Silkon nas temperaturas 35° - 38°C e 43° - 46°C, nas concentrações C2, C3, e C4. A viscosidade do Aureo manteve se constante nas suas diferentes concentrações, e para o Naft e o Silkon a viscosidade do líquido aumentou quando alteravam suas concentrações da C1 para a C2, C3 e C4 nas três temperaturas. Portanto, teoricamente o aumento da viscosidade esta relacionado com o aumento do diâmetro das gotas, devido que uma das característica da viscosidade seja a pegajosidade do líquido, fazendo com que as moléculas fiquem aderidas uma as outras dificultando sua fragmentação.

Para a pulverização este fator tem importância relevante, devido que para a pulverizada a formação de gotas maiores evitará a deriva. E esta

pegajosidade do líquido irá favorecer aderência de defensivos agrícolas na superfície alvo.

E a viscosidade do líquido pode ser alterada dependendo da temperatura e da base da formulação do adjuvante. A resistência de um fluido ao cisalhamento depende da coesão entre às moléculas de um líquido. Entretanto quando se aumenta a temperatura destas moléculas as forças de coesão se reduzem, devido ao maior agitação das moléculas (CUNHA et al., 2010).

Quadro 7. Análise da Viscosidade com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações

Produto	Viscosidade (cSt)			
	C1			
	27 a 30 °C	35 a 38 °C	43 a 46 °C	
Aureo	0,6121 A	0,5034 B	0,5188 B	
Naft	0,5211 A	0,5179 A	0,5096 A	
Silkon	0,5169 A	0,4981 A	0,4957 A	
Produto	C2			
	Aureo	0,5953 A	0,5063 B	0,5111 B
	Naft	0,6017 A	0,5936 A	0,5703 A
Silkon	0,5912 A	0,5948 A	0,5696 A	
Produto	C3			
	Aureo	0,579 A	0,5083 B	0,4907 B
	Naft	0,6163 A	0,5938 A	0,5703 A
Silkon	0,6143 A	0,5909 A	0,5734 A	
Produto	C4			
	Aureo	0,5914 A	0,5174 B	0,4882 B
	Naft	0,619 A	0,5819 A	0,5521 A
Silkon	0,6222 A	0,6083 A	0,5601 A	

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

O Aureo, entre os adjuvantes, apresentou maior redução da viscosidade com as variações das temperaturas, devido a sua composição ser a base de óleo vegetal.

Para o Naft e o Silkon a viscosidade manteve-se constante para as diferentes temperaturas. No entanto, a elevação da viscosidade está relacionada diretamente ao aumento do diâmetro de gotas, devido às forças de interação das moléculas do líquido. Hoffmann et al. (2011), observaram que a queda da viscosidade promoveu a redução do DMV quando utilizado diferentes adjuvantes em crescentes temperaturas da calda.

O Dv_{10} apresentou diferentes comportamentos, quando alterou-se as temperaturas e as concentrações dos adjuvantes (Quadro 8 e 9).

Quadro 8. Análise do Dv_{10} com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas

Produto	Dv_{10} (μm)			
	27 a 30 °C			
	C1	C2	C3	C4
Aureo	138,93 aA	138,9 aA	83,533* cC	114,47 bB
Naft	139 aA	138,3 abA	143,43 aA	107,4* cB
Silkon	147,87* aA	119,63 bB	120,57 bB	121,1 aB
35 a 38 °C				
Aureo	131,1 aA	134,63 aA	85,58* cC	103,46* bB
Naft	141,97 aA	130,17 aA	107,63* bB	103,16* bB
Silkon	149,5* aA	119,67 bB	123,23 aB	121,13 aB
43 a 46 °C				
Aureo	143,63 aA	132,63 aA	104,83* cB	103,77* bB
Naft	135,1 aA	131,47 aA	115,6 bB	97,83* cC
Silkon	121,6 bA	118,27 bA	123,57 aA	126,13 aA
Controle	127,82			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. * O tratamento diferiu do controle pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

O Aureo e o Naft reduziram o Dv_{10} e o Silkon aumentou o Dv_{10} , quando comparados com o controle (água) em determinadas condições de temperatura e concentração.

A redução do DV_{10} para o Aureo e o Naft foi observada quando se elevou as concentrações, para as três temperaturas. O Silkon apresentou o maior diâmetro de gotas entre os adjuvantes. Pode ser devido a influencia da viscosidade e da tensão do líquido, promovido pelo adjuvante na calda de pulverização. Para a pulverização o aumento do DV_{10} é um fator importante, por que o aumento do diâmetro de gotas onde esta presente 10% volume aplicado demonstra que houve uma menor formação de gotas pequenas. Portanto, para cada pulverização deve-se saber qual o objetivo da aplicação, para recomendar os adjuvantes corretos.

Quadro 9. Análise do Dv_{10} com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações

Produto	Dv_{10} (μm)		
	C1		
	27 a 30 °C	35 a 38 °C	43 a 46 °C
Aureo	143,63 A	131,1 A	138,93 A
Naft	139 A	141,97 A	135,1 A
Silkon	147,87 A	149,5 A	121,6 B
C2			
Aureo	138,9 A	134,63 A	132,63 A
Naft	138,3 A	130,17 B	131,47 B
Silkon	119,63 A	119,67 A	118,27 A
C3			
Aureo	104,83 A	85,58 B	83,53 B
Naft	143,43 A	107,63 B	115,6 AB
Silkon	120,57 A	123,23 A	123,57 A
C4			
Aureo	114,47 A	103,46 B	103,77 B
Naft	107,4 A	103,16 A	97,83 B
Silkon	121,1 A	121,13 A	126,13 A

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

O aumento da temperatura da calda promoveu no Aureo a diminuição do Dv_{10} nas concentrações C3 e C4 e temperatura 35 a 38 °C e 43 a 46 °C, devido a maior influencia da temperatura na concentração de óleo na calda, proporcionando maior viscosidade. O Naft ocorreu a redução do DV_{10} nas concentrações C2 e C3, quando aumentou a temperatura.

Nas aplicações em campo a formação de gotas pequenas pode ser um problema, dependendo das condições climáticas. Portanto, deve-se evitar uma formação elevada destas gotas menores, que podem ser afetadas pela evaporação e deriva. Segundo Sasaki et al. (2013), o uso de adjuvante aumentou o Dv_{10} , podendo reduzir o SPAN e conseqüentemente homogeneizar as gotas.

Para Dv_{10} foi demonstrado suas variações do diâmetro das gotas formadas com o uso de adjuvantes (Quadro 10).

Quadro 10. Menores e maiores valores obtidos Dv_{10} dependendo da temperatura

Produto	Dv_{10} (μm)		
	27° a 30 °C	35°C a 38 °C	43° a 46 °C
Aureo	88,76/144,5 μm	88,95/137,6 μm	104/146,4 μm
Naft	104,8/143,8 μm	101,1/140,6 μm	100,7/136,7 μm
Silkon	119,6/162,3 μm	119,1/135,6 μm	117,9/127,7 μm .

O Dv_{50} foi analisado em comparação entre os três adjuvantes, as quatro concentrações e as três temperaturas (Quadro 11 e 12).

Quadro 11. Análise do Dv_{50} com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas

Produto	Dv_{50} (μm)			
	27 a 30 °C			
	C1	C2	C3	C4
Aureo	276,47 aA	266,1* aA	216,67* bB	256,93* abA
Naft	279,13 aA	297,6 aA	289,1 aA	231,73* bB
Silkon	297,23 aA	285,27 aA	275,83 abA	279 aA
35 a 38 °C				
Aureo	284,5 aA	266,57* aA	237,1* bB	228,43* bB
Naft	284,77 aA	282,83 aA	238,77* bB	232,9* bB
Silkon	304,13 aA	269,83* aB	287,17 aAB	278,43 aAB
43 a 46 °C				
Aureo	291,23 aA	267,27* aA	242,63* bB	230,83* bB
Naft	270* aA	274,7 aA	243,93* bB	223,83 bC
Silkon	282,23 aA	269,67 aA	282,87 aA	284,83 aA
Controle	305,60			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. * O tratamento diferiu do controle pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

O Aureo, o Naft e o Silkon reduziu o Dv_{50} , quando comparados com o controle (água) em determinadas condições de temperatura e concentração.

O diâmetro da mediana volumétrica variou devido as diferentes temperaturas e concentrações. Os adjuvantes apresentaram maior alteração do Dv_{50} nas concentrações C3 e C4 nas três temperaturas, devido as

alterações da tensão superficial e viscosidade, sendo o Silkon apresentado maior diâmetro de gotas entre os adjuvantes.

Quadro 12. Análise do Dv_{50} com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações

Produto	Dv_{50} (μm)		
	C1		
	27 a 30 °C	35 a 38 °C	43 a 46 °C
Aureo	276,47 A	284,5 A	291,23 A
Naft	279,13 A	284,77 A	270 A
Silkon	297,23 A	304,13 A	282,23 A
C2			
Aureo	266,1 A	266,57 A	267,27 A
Naft	297,6 A	282,83 A	274,7 A
Silkon	285,27 A	269,83 A	269,67 A
C3			
Aureo	216,67 B	237,1 A	242,63 A
Naft	289,1 A	238,77 B	243,93 B
Silkon	275,83 A	287,17 A	282,87 A
C4			
Aureo	256,93 A	228,43 B	230,83 B
Naft	231,73 A	232,9 A	223,83 B
Silkon	279 A	278,43 A	284,83 A

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

Após o desdobramento dos dados, observou-se que as respostas entre os adjuvantes alteravam o Dv_{50} , notando-se que o Aureo e o Naft teve maior alteração no Dv_{50} nas concentrações C3 e C4 nas duas maiores temperaturas.

O decréscimo do Dv_{50} , está diretamente relacionado a alteração das características físicas da calda, devido que quando reduz as forças de interação do líquido, a formações de gotas menores. E o trabalho de Hoffman et al. (2011) corrobora com este ensaio, demonstrando que diferentes concentrações de adjuvantes e a alteração das propriedades físicas do líquido, modifica o espectro de gotas.

Para o Dv_{50} , demonstrou-se as variações do diâmetro das gotas formadas com o uso de adjuvantes (Quadro 13).

Quadro 13. Menores e maiores valores obtidos Dv_{50} dependendo da temperatura

Produto	$Dv_{50}(\mu\text{m})$		
	27° a 30 °C	35°C a 38 °C	43° a 46 °C
Aureo	206,1 a 287,6 μm ,	219,3 a 304,4 μm	225,7 a 305 μm
Naft	227,9 a 334,3 μm	220,1 a 300,4	219,6 a 277,2 μm
Silkon	265,4 a 321,9 μm	269,4 a 334,3 μm	271,8 a 288 μm .

O Dv_{90} foi apresentado em comparação entre os três adjuvantes na formação de gotas com diâmetros maiores (Quadro 14 e 15).

Quadro 14. Análise do Dv_{90} com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas

Produto	$Dv_{90}(\mu\text{m})$			
	27 a 30 °C			
	C1	C2	C3	C4
Aureo	454,767 bA	471,77 cA	447,23 cA	622,1 aA
Naft	509,733 aB	736,67 aAB	912,4 aA	476,4 bB
Silkon	562,4 aA	556,07 bA	600 bA	625,83 aA
35 a 38 °C				
Aureo	523,8 aA	489,97 cA	644,33 aA	440,9 cA
Naft	566,667 aA	537,5 bA	447,57 bA	513 bA
Silkon	589,5 aA	682,47 aA	606,77 aA	643,37 aA
43 a 46 °C				
Aureo	545,967 abA	503,47 bA	499,77 bA	455,67 bA
Naft	500,367 bA	526,7 abA	460,53 bA	448,93 bA
Silkon	621,733 aA	670,97 aA	602,8 aA	704,93 aA
Controle	602,78			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. * O tratamento diferiu do controle pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

O Aureo, o Naft e o Silkon não alteraram o Dv_{90} , quando comparados com o controle (água) em determinadas condições de temperatura e concentração. Para o Aureo, o Naft e o Silkon não foram observadas diferenças entre as concentrações, mas houve diferença entre os produtos.

Quadro 15. Análise do Dv_{90} com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas

Produto	Dv_{90} (μm)		
	C1		
	27 a 30 °C	35 a 38 °C	43 a 46 °C
Aureo	454,767 A	523,8 A	545,97 A
Naft	509,733 A	566,67 A	500,37 A
Silkon	562,4 A	589,5 A	621,73 A
C2			
Aureo	471,767 A	489,97 A	503,47 A
Naft	736,667 A	537,5 A	526,7 A
Silkon	556,067 A	682,47 A	670,97 A
C3			
Aureo	447,233 B	644,33 A	499,77 AB
Naft	912,4 A	447,57 B	460,53 B
Silkon	600 A	606,77 A	602,8 A
C4			
Aureo	622,1 A	440,9 B	455,67 B
Naft	476,4 A	513 A	448,93 A
Silkon	625,833 A	643,37 A	704,93 A

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

A temperatura apresentou diferença estatística para o adjuvante Aureo na temperatura 27 a 30 °C na concentração C3 e na temperatura de 35 a 38 °C e 43 a 46 °C para a concentração C3 e C4. O Naft teve maior influencia na temperatura 35 a 38 °C e 43 a 46 °C na concentração C3.

A redução do Dv_{90} e um fator importante para a pulverização, devido que o espectro de gotas formados não ter diâmetros muito elevados, evitará o escorrimento da gotas fora do alvo.

No Dv_{90} foi demonstrado sua variação do diâmetro das gotas formadas com o uso de adjuvantes (Quadro 16).

Quadro 16. Menores e maiores valores obtidos Dv_{90} dependendo da temperatura e concentração

Produto	Dv_{90} (μm)		
	27° a 30 °C	35°C a 38 °C	43° a 46 °C
Aureo	415,5 a 937,4 μm	421,8 a 1049 μm	442,2 a 583,4 μm
Naft	418,6 a 1680 μm	421,4 a 727,9 μm	413,8 a 568,8 μm
Silkon	509,9 a 651,1 μm	524,9 a 655,2 μm	567,9 a 681,8 μm

Portanto, em referência ao trabalho de Madureira (2013) observou-se que uso de distintos adjuvantes com pontas de pulverização, pode variar o espectro de gotas.

A porcentagem de volume menor que 50 μm foi demonstrada utilizando diferentes adjuvantes, conforme o Quadro 17 e 18.

Quadro 17. Análise da % volume < 50 μm , com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas

Produto	% volume < 50 μm			
	27 a 30 °C			
	C1	C2	C3	C4
Aureo	1,5167 aB	1,513 bB	3,853* aA	1,8487 abB
Naft	1,6337 aB	1,462 bB	1,9947 bAB	2,456 aA
Silkon	1,5263 aB	2,365 aA	1,8063 bAB	1,797 bAB
35 a 38 °C				
Aureo	2,113 aB	1,7567 aB	4,1177* aA	2,249 aB
Naft	1,5713 aB	2,1833 aAB	2,6163 bA	2,62 aA
Silkon	1,5641 aA	1,8947 aA	1,7527 cA	1,8507 aA
43 a 46 °C				
Aureo	1,522 bB	1,645 bB	2,431 aA	2,3823 abA
Naft	1,601 bB	2,2367 aAB	2,1567 aAB	2,815 aA
Silkon	2,0783 aA	1,9243 aA	1,8 bA	1,7593 bA
Controle	2,19			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. * O tratamento diferiu do controle pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

O percentual de volume < 50 μm foi significativo considerando-se o produto, a temperatura e a concentração.

O Aureo aumentou a % de volume menor que 50 μm , o Naft e o Silkon não alteraram a % de volume menor que 50 μm , quando comparados com o controle (água) em determinadas condições de temperatura e concentração.

A porcentagem de gotas abaixo de 50 μm é desfavorável para a pulverização, devido que na pulverização a formação de gotas muito finas, pode ser afetadas pelos efeitos da evaporação e da deriva.

Quadro 18. Análise da % volume < 50 µm, com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações

Produto	% volume < 50 µm		
	C1		
	27 a 30 °C	35 a 38 °C	43 a 46 °C
Aureo	1,5167 A	2,113 A	1,522 A
Naft	1,6337 A	1,5713 A	1,601 A
Silkon	1,5263 A	1,5641 A	2,0783 A
C2			
Aureo	1,513 A	1,7567 A	1,645 A
Naft	1,462 B	2,1833 A	2,2367 A
Silkon	2,365 A	1,8947 A	1,9243 A
C3			
Aureo	3,853 A	4,1177 A	2,431 B
Naft	1,9947 A	2,6163 A	2,1567 A
Silkon	1,8063 A	1,7527 A	1,8 A
C4			
Aureo	1,8487 B	2,249 AB	2,3823 A
Naft	2,456 A	2,62 A	2,815 A
Silkon	1,797 A	1,8507 A	1,7593 A

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

O Aureo apresentou redução na % de volume menor que 50 µm na temperatura 27 a 30 °C na concentração C4 e na temperatura 43 a 46 °C na concentração C3, o Naft reduziu a % de volume menor que 50 µm na temperatura 27 a 30 °C na concentração C2, enquanto o Silkon, a % de volume menor que 50 µm manteve-se constante nas diferentes concentrações e temperaturas.

No Quadro 19, demonstrou-se a variação da porcentagem de volume < 50 µm.

Quadro 19. Menores e maiores valores obtidos % volume < 50 µm dependendo da temperatura

Produto	% volume <50 µm		
	27° a 30 °C	35°C a 38 °C	43° a 46 °C
Aureo	1,19 a 4,15%	1,49 a 4,31%	1,27 a 2,75%
Naft	1,32 a 2,55%	1,52 a 3,13%	1,46 a 3,03%
Silkon	0,82 a 2,63%	0,59 a 2,25%	1,70 a 2,17%.

A porcentagem de volume de gotas entre 50 a 100 μm foi apresentada em comparação com a concentração e temperatura, conforme o Quadro 20 e 21.

Quadro 20. Análise da % volume entre 50 a 100 μm , com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas

% volume entre 50 a 100 μm				
Produto	27 a 30 °C			
	C1	C2	C3	C4
Aureo	2,9783* aC	2,7967* cC	10,23* aA	5,5273 bB
Naft	3,153 aB	3,438 bB	2,7133* cB	6,097* aA
Silkon	3,1093 aB	4,9763 aA	4,869 bA	4,9013 cdA
35 a 38 °C				
Aureo	3,8337 aC	3,1317 cC	8,7577* aA	7,018* aB
Naft	2,816* bB	3,785 bB	6,015* bA	6,741* bA
Silkon	3,5013 aB	4,7347 aA	4,7293 cA	4,8873 cA
43 a 46 °C				
Aureo	2,9483* cB	3,4127 bB	6,6523 aA	6,838* aA
Naft	3,207 bC	3,3747 bC	5,092 bB	7,6537* aA
Silkon	4,7483 aA	4,9347 aA	4,6957 cA	4,4587 bA
Controle	4,44			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. * O tratamento diferiu do controle pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

O percentual de volume entre 50 a 100 μm foi significativo considerando-se o produto, a temperatura e a concentração.

O Aureo, o Naft reduziu a % de volume entre 50 a 100 μm quando reduziu a concentração e o Silkon manteve iguais % de volume entre 50 a 100 μm , quando comparados com o controle, em determinadas condições de temperatura e concentração.

Quadro 21. Análise da % volume de 50 a 100 µm, com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações

Produto	% volume entre 50 a 100 µm		
	C1		
	27 a 30°C	35 a 38°C	43 a 46°C
Aureo	2,9783 B	3,8337 A	2,9483 B
Naft	3,153 A	2,816 B	3,207 A
Silkon	3,1093 A	3,5013 A	4,7483 A
	C2		
Aureo	2,7967 B	3,1317 A	3,4127 A
Naft	3,438 A	3,785 A	3,3747 A
Silkon	4,9763 A	4,7347 A	4,9347 A
	C3		
Aureo	10,23 A	8,7577 A	6,6523 B
Naft	2,7133 B	6,015 A	5,092 A
Silkon	4,869 A	4,7293 A	4,6957 A
	C4		
Aureo	5,5273 B	7,018 A	6,838 A
Naft	6,097 A	6,741 A	7,6537 A
Silkon	4,9013 A	4,8873 A	4,4587 A

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

O Naft apresentou menor porcentagem de volume entre 50 a 100 µm na temperatura 27 a 30 °C e na concentração C3. Entretanto, as gotas que são, teoricamente, perdidas na pulverização podem ser reduzidas com o uso de adjuvantes.

No Quadro 22, demonstrou-se a variação da porcentagem de volume entre 50 a 100 µm.

Quadro 22. Menores e maiores valores obtidos % volume 50 a 100 µm dependendo da temperatura

Produto	% volume 50 a 100 µm		
	27° a 30°C	35°C a 38°C	43° a 46°C
Aureo	2,31 a 12,44%	2,52 a 9,43%	2,61 a 7,33%
Naft	2,54 a 6,47%	2,5 a 7,64%	3,05 a 8,16%
Silkon	1,82 a 5,11%	2,24 a 5,06%	4,36 a 4,95%..

A porcentagem de volume maior que 500 µm, foi apresentada, em comparação entre adjuvantes ensaiados, em relação as concentrações e temperaturas variadas, conforme o Quadro 23 e 24.

Quadro 23. Análise da % volume > 500 µm, com uso de adjuvantes em diferentes concentrações e temperaturas

Produto	27 a 30 °C			
	C1	C2	C3	C4
Aureo	12,328 aA	7,6007 cB	6,9847* bB	13,0543 bA
Naft	10,679 aB	18,24 aA	13,2743 aB	7,8963 cC
Silkon	14,11 aA	13,92 bA	15,6533 aA	16,23 aA
35 a 38 °C				
Aureo	11,8407 aA	9,1427 cAB	13,1347 bA	6,5137* cB
Naft	12,8763 aA	12,9 bA	6,2567* cB	9,773 bAB
Silkon	15,4 aA	17,3033 aA	16,8067 aA	16,27 aA
43 a 46 °C				
Aureo	13,3767 bA	10,2197 bA	9,8597 bA	7,6803 bB
Naft	9,993 cA	11,2557 bA	7,2827* bA	7,143* bA
Silkon	16,4 aA	17,14 aA	15,9867 aA	17,39 aA
Controle	17,778			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. * O tratamento diferiu do controle pelo Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

O Aureo e o Naft diminuíram a % de volume maior que 500 µm, quando comparados com o controle, em determinadas condições de temperatura e concentração.

E entre os adjuvantes Aureo, Naft e o Silkon apresentou diferença na porcentagem de volume maior que 500 µm entre eles e as concentrações.

Quadro 24. Análise da % volume de maior que 500 µm, com uso de adjuvantes em diferentes temperaturas e concentrações

Produto	C1		
	27 a 30°C	35 a 38°C	43 a 46°C
Aureo	12,328 A	11,8407 A	13,3767 A
Naft	10,679 A	12,8763 A	9,993 A
Silkon	14,11 A	15,4 A	16,4 A
C2			
Aureo	7,6007 B	9,1427 A	10,2197 A
Naft	18,24 A	12,9 AB	11,2557 B
Silkon	13,92 B	17,3033 A	17,14 A
C3			
Aureo	6,9847 C	13,1347 A	9,8597 B
Naft	13,2743 A	6,2567 B	7,2827 B
Silkon	15,6533 A	16,8067 A	15,9867 A
C4			
Aureo	13,0543 A	6,5137 B	7,6803 B
Naft	7,8963 A	9,773 A	7,143 A
Silkon	16,23 A	16,27 A	17,39 A

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

O percentual de volume maior que 500 µm foi significativo apenas para os produtos, sendo que a interação entre a temperatura e a concentração, reduziu o porcentual de volume maior que 500 µm, possivelmente pelo fato da temperatura afetar a coesão das moléculas e facilitar a fragmentação das gotas e a concentração diminuir as forças entre o líquido, devido sua ligação entre as moléculas.

No Quadro 25, demonstrou-se a variação da porcentagem de volume maior que 500 µm.

Quadro 25. Menores e maiores valores obtidos % volume maior que 500 µm dependendo da temperatura

Produto	% volume maior que 500 µm		
	27° a 30 °C	35°C a 38 °C	43° a 46 °C
Aureo	5,1 a 24,84%	5,05 a 26,41%	6,93 a 12,45%
Naft	4,99 a 16,26%	4,74 a 21,12%	4,75a 13,66%
Silkon	12,57 a 19,15%	13,17 a 17,72%	14,91a 18,78%..

CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi conduzido pode-se concluir que:

A tensão superficial reduziu com o uso de adjuvantes em relação ao controle.

A tensão superficial foi de 28,257 a 40,137 (mN m^{-1}) para os adjuvantes.

A viscosidade foi de 0,4882 a 0,6222 (cSt) para os adjuvantes.

O Silkon foi o único adjuvante que aumentou a viscosidade em relação ao controle.

O aumento da concentração foi o fator que mais influenciou no espectro de gotas.

O Aureo apresentou o menor Dv_{50} de 216,67 (μm) e o Silkon o maior Dv_{50} foi de 304,13 (μm) em relação entre os adjuvantes.

O Aureo e o Naft reduziu 36% do volume entre os diâmetro de gotas de 50 a 100 μm em relação ao controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, C.B. **Automatização de um pulverizador hidropneumático visando o controle do espectro de gotas em função do déficit de pressão de vapor d'água no ar.** 2012. p. 128, Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2012.

BARGUER, E. L.; LILIEDAHL, J. B.; CARLETON, W. M.; MCKIBBEN, E. G. **Tratores e seus motores.** São Paulo: Edgar Blucher, 1966, p. 398.

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES, G.S.; REIS, E.F. Efeito da temperatura nas características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 665-672, 2010.

DORNELLES, M. E.; SCHLOSSER, J. F.; BOLLER, W.; RUSSINI, A.; CASALI, A. L. Inspeção técnica de tratores e pulverizadores utilizados em pulverização agrícola. **Engenharia na Agricultura, Viçosa**, v. 19, n. 1, p. 36-43, 2011.

DOWNER, R. A.; HALL, F. R.; THOMPSON, R. S.; CHAPPLE, A. C. Temperature effects on atomization by flat-fan nozzles: implications for drift management and evidence for surfactant concentration gradients. **J. International Institutes for Liquid Atomization and Spray Systems**, v.8, p. 241-254, 1998.

FRITZ, B. K.; HOFFMANN, W. C.; PARKER, C.; LÓPEZ, J. D. Development and testing of a laboratory spray table methodology to bioassay simulated levels of aerial spray drift. **Journal of ASTM International**, v. 6, n. 6, Paper ID JAI102125, 2009.

GIMENES, M. J.; ZHU, H.; C.G. RAETANO, C. G.; OLIVEIRA, R. B. Dispersion and evaporation of droplets amended with adjuvants on soybeans. **Crop Protection**, v. 44, p. 84-90, 2013.

GU, J.; ZHU, H.; DING, W., JEON, H. Y. Droplet size distributions of adjuvant-amended sprays from an air-assisted five-port PWM nozzle. **Atomization and Sprays**, v. 21, n.3, p. 263–274, 2011.

GREEN, J. M.; BEESTMAN, G. B. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, n. 3, p. 320-327, 2007.

HOFFMANN, W. C.; FRITZ, B. K.; MARTIN, D. E. Air and spray mixture temperature effects on atomization of agricultural sprays. **Agricultural Engineering International: the CIGR Journal**, v.13, n.1, 2011.

MADUREIRA, R.P. **Pontas e adjuvantes no potencial risco de deriva em pulverizações de produtos fitossanitários.** 2013, p 74, Dissertação (Mestrado em Agronomia (Proteção de Plantas)) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”. Jaboticabal – SP. 2013.

MARTINS, D. E.; CARLTON, J. B. Airspeed and orifice size affect spray droplet spectra from an aerial electrostatic nozzle for rotary-wing applications. **Atomization and Sprays**, v.22, n.12, p.997–1010, 2012.

MESQUITA, A. L. S.; GUIMARÃES, F. A.; NEFUSSI, N. **Engenharia de ventilação industrial**. São Paulo: Convênio Cetesb/Ascetesb, 1985. 442p.

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*. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.30, n.1, p.92-99, jan./fev. 2010.

SASAKI, R. S.; TEIXEIRA M. M.; ALVARENGA, C. B.; SANTIAGO, H.; MACIEL, C. F. S. Spectrum of droplets produced by use of adjuvants. **IDESIA** (Chile), v. 31, n.1, p. 27-33, 2013.

ESPECTRO E DEPOSIÇÃO DE GOTAS E SIMULAÇÃO DE DERIVA COM O USO DE ADJUVANTE EM PULVERIZAÇÃO AÉREA

RESUMO

Dentre as diferentes culturas agrícolas do Brasil, a soja é caracterizada como sendo a de maior produção. Devido a essa importância o manejo da pulverização deve ser orientado com muito rigor. Portanto, este trabalho teve como finalidade fornecer ao agricultor, conhecimento sobre o espectro de gota e a deposição do líquido na pulverização aérea com o uso de adjuvante. O ensaio foi conduzido em parcela subdividida (4x3), sendo na parcela, três adjuvantes (Silkon, Naft e Aureo) e um controle, e na subparcela, três alturas na planta (níveis superior, médio e inferior), em delineamento em bloco casualizado, com oito repetições para o teste de papel hidrossensível e 16 repetições para o teste de deposição. Posterior à análise do espectro de gotas, foi avaliado a deriva utilizando-se, quatro produtos, três adjuvantes (Silkon, Naft e Aureo) e um controle, em delineamento inteiramente casualizado (DIC) e três repetições. Os dados foram avaliados por meio de análise de variância, e para comparar as médias dos fatores qualitativos foi utilizado o teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. O ensaio foi realizado em lavoura comercial de soja da variedade precoce NIDEIRA 7255 RR, para a pulverização utilizou-se a aeronave agrícola Air Tractor, modelo AT 802^a. Para os adjuvantes Naft e Silkon utilizou-se dose de 0,5 mL L⁻¹ e para o adjuvante Aureo utilizou dose de 2,50 mL L⁻¹ da calda aplicada. Na calda adicionou-se corante alimentício Azul Brillhante (FD&C n° 1) na proporção de 2,5 g L⁻¹. A análise do espectro de gotas foi avaliada em etiqueta hidrossensível e a deposição utilizando-se o espectrofotômetro. No experimento a velocidade do vento permaneceu abaixo de 5 m s⁻¹, a temperatura variou de 28 a 35 °C e a umidade relativa do ar foi de 47 a 80%. O Índice de área foliar (IAF) foi de 3,74. Os ensaios apresentaram diferenças significativas entre os adjuvantes e o controle, pelo teste Tukey a um nível de 5% de probabilidade. A cobertura (%), a densidade de gotas (gotas cm⁻²) e a deposição de líquido (µL cm⁻²) nos níveis superior, médio e inferior da planta, aumentou com o uso dos adjuvantes. A deriva foi estimada pelo software DRIFITSIM, tendo o controle o menor deslocamento (m).

Palavra chave: Tecnologia de aplicação aérea, Cobertura e Densidade de gotas.

SPECTRUM AND DEPOSITION OF DROPLETS AND DRIFT SIMULATION USING ADJUVANTS IN AERIAL SPRAYING

ABSTRACT

Among the different crops in Brazil, the soybean is characterized as the major production. Due to this importance the spraying management must be directed with great precision. Therefore, this study aimed to provide to the farmer knowledge about droplet spectrum and liquid deposition in aerial spraying by using of adjuvants. The experiment was conducted in subdivided parcel (4 x 3), being in the parcel three adjuvants (Silkon, Naft and Aureo) and a control, and in the sub parcel three plants height (upper, middle and lower levels), in randomized block experimental design with eight replications for the test with water sensitive papers and sixteen replications for the deposition test. Subsequently to the droplet spectrum analysis, drift was assessed using four products, three adjuvants and the control, in a completely randomized design with three replications. Data were evaluated by analysis of variance and the Tukey test at 5 % of probability was used to compare the means of qualitative factors. The experiment was conducted in a commercial field with the soybean cultivar NIDEIRA 7255 RR, and the agricultural aircraft Air Tractor, model AT 802^a was used for sprayings. For the adjuvants Naft and Silkon it was used the dose of 0.5 mL L⁻¹ and for the adjuvant Aureo it was used the dose of 2.5 mL L⁻¹ of spray solution. The tracer dye brilliant Blue (FD&C Blue n.1) was added in proportion of 2.5 g L⁻¹. The droplet spectrum was assessed on water sensitive papers and the deposition was assessed using the spectrophotometer. During the experiment the wind velocity remained below 5 m s⁻¹, the air temperature varied from 28 to 35 °C and air relative humidity varied from 47 to 80 %. The leaf area index was 3.74. The experiment had significant differences between the adjuvants and the control by the Tukey test at 5 % of probability. The coverage (%), density of droplets (droplets cm⁻²) and liquid deposition (μL cm⁻²) on the upper, middle and lower levels of the plant increased by using the adjuvants. The drift was estimated by DRIFTSIM software, and the control had the shortest displacement (m).

Keywords: Aerial application technology, coverage and droplets density.

INTRODUÇÃO

Dentre as diferentes culturas agrícolas produzidas no Brasil, a soja é caracterizada como a de maior produção, e na safra de 2013, atingiu uma produção de 78,0 milhões de toneladas, sendo à produtividade superior a de 2012. (IBGE 2013).

Paralelamente ao aumento da produção da soja, nota-se que a dificuldade no manejo da cultura e o uso intensivo de agrotóxicos tem gerado crescente preocupação à sociedade, levando produtores e pesquisadores a buscarem melhores tecnologias para o manejo das áreas de plantio. Sendo assim, conhecer as técnicas de aplicação é fator decisivo. Nesse sentido, deve-se orientar os agricultores antes da pulverização sobre vários fatores, como: as formulações dos produtos fitossanitários, o espectro de gota formado pela ponta, o volume de calda ideal, a vazão da ponta, o local da praga ou patógeno que será controlado, o diâmetro da gota, a cobertura, a densidade de gotas e as condições climáticas ideais para aplicação de defensivos, assim facilitará os tratamentos culturais e o controle de pragas, doenças e plantas invasoras.

Atualmente, o método mais empregado para a proteção das lavouras é a aplicação terrestre com pulverizadores hidráulicos. No entanto, na busca de promover o controle em tempo hábil, os agricultores estão optando por utilizar a pulverização aérea como método para aumentar o rendimento operacional. E devido a esta alta demanda pelo uso das aeronaves agrícolas, as empresas aéreas agrícolas estão desenvolvendo tecnologia de automação do sistema de pulverização para permitir aos pilotos total segurança na hora da aplicação. Segundo Sindag (2013) o Brasil apresenta a segunda maior frota de aviões agrícolas do mundo, chegando a 1720 aeronaves, só perdendo para os Estados Unidos.

Existem critérios a serem considerados nas avaliações das pulverizações, como a redução de volumes de aplicação, uma vez que se pretende diminuir o desperdício de água e o aumento da capacidade operacional devido ao menor número de abastecimentos (OLIVEIRA et al, 2010). Nesse caso, cresce a importância de se conhecer a melhor combinação dos fatores implicados na pulverização tais como a densidade de gotas, o diâmetro de gotas e a concentração de ingrediente ativo na calda para o controle das principais pragas (OLIVEIRA et al., 2010).

A pulverização aérea utiliza de sistemas com aplicação a baixos volumes de calda, em torno de 10 e 40 L ha⁻¹, proporcionando a formação de gotas mais finas, e devido a formação de gotas de diâmetro reduzidos, pesquisadores recomendam a adição de aditivos na calda, derivados de óleos vegetais ou minerais, ou mesmo sintéticos, para melhorar a eficiência da aplicação (JADIOSKI et al., 2009).

Portanto, a tecnologia de formulações de agroquímicos, tem avançado, devido, em parte, as proibições de diversos ingredientes ativos que trazem aos seres humanos efeitos degenerativos ou má formação estrutural.

Atualmente, o foco é desenvolver produtos renováveis, sustentáveis, sem efeitos maléficos à saúde humana e ao meio ambiente (BASEETH, 2010).

O mercado global de adjuvantes é da ordem de 10 milhões de toneladas, em grande parte, dominado por produtos derivados de petroquímicas. Há uma nova demanda significativa para produtos à base de recursos renováveis e naturais que respeitam o ambiente, sendo a "sustentabilidade" um critério importante para o desenvolvimento de produtos "verdes" e seguros. (BASEETH, 2010).

Alguns trabalhos relatam que até 70% da eficácia de um agrotóxico depende do comportamento da calda. Segundo Celen et al. (2010), o uso de adjuvantes pode minimizar ou eliminar muitos dos problemas associados as aplicações de agrotóxicos relacionados às características físicas e químicas da calda, como solubilidade, incompatibilidade com o diluente, suspensão, formação de espuma, deriva, evaporação, volatilização, degradação, aderência, penetração, tensão superficial e cobertura. Não existe um único adjuvante que possa realizar todas estas funções, mas diferentes adjuvantes podem ser combinados simultaneamente (CELEN et al., 2010).

Adjuvantes são componentes químicos, biologicamente ativo que melhoram o desempenho dos agrotóxicos, alterando a penetração do herbicida nas plantas, assegurando a cobertura da pulverização e mantendo o contato do produto com os tecidos das plantas. Os adjuvantes são tipicamente categorizados como "inerte" ou "não fitotóxico", ou seja, não tóxico para as plantas. Os adjuvantes produzem diferentes efeitos, variando desde os processos fisiológicos e metabólicos em plantas, nos animais e nos microrganismos (BASEETH, 2010).

A seleção de adjuvantes é um fator importante para alterar o desempenho da pulverização, mas muitos adjuvantes podem acarretar o escoamento ou perda de depósito, em vez de aumentar a cobertura (CELEN et al., 2010). Bueno et al. (2012), relataram que a utilização do adjuvante não interferiu no diâmetro da mediana numérica, na amplitude relativa e na porcentagem do volume de gotas menores que 100 μm .

Mesmo que haja variabilidade na deposição, é evidente que menores gotículas aumentam a deposição na parte inferior das folhas e também melhoram o controle das pragas. No entanto, gotas menores são mais propensas à deriva do que gotas maiores (LATHEEF et al., 2008).

Lan et al. (2007), avaliaram a deriva em diferentes alturas de coleta: 2 m, 5 m e 10 m, com fios de monofilamentos na pulverização aérea com uso de adjuvantes na calda, sendo assim, observou-se a redução na deposição entre a menor e a maior altura de coleta, apresentando diferenças no diâmetro da mediana volumétrica e na cobertura em comparação ao controle.

Estudos evidenciam que em condições de campo, as avaliações de espectro de gotas são difíceis de serem compreendidas, pelas diversas variáveis que interferem no teste, como: a temperatura, a umidade, a velocidade do vento, o déficit de pressão de vapor entre outros. Assim, durante as aplicações, deve-se atentar ao clima e à ponta utilizada, para que não sejam produzidas gotas muito grossas, nem muito finas, evitando o escoamento na primeira e a evaporação e deriva na última (BUENO et al., 2012).

O trabalho de Villalba e Hetz (2010), definiu que a combinação de alta temperatura do ar, acima de 30 °C, e baixa umidade relativa, abaixo de 40%, podem apresentar influência direta sobre a evaporação das gotas pulverizadas, principalmente em caso de gotas finas. Os fatores mais importantes que afetam as perdas por evaporação na aplicação de agrotóxicos são a capacidade de evaporação do ambiente, o tamanho das gotas e o tempo que as gotas levam para chegar ao alvo (ALVARENGA, 2012). Xu et al. (2010), determinaram os intervalos entre as imagens sequenciais e o tempo de evaporação das gotas, e notaram que quando as gotas aumentavam de 300 para 600 μm , o tempo de evaporação aumentava de 279% sem adjuvante para 452% com o adjuvante, enquanto a média total da área molhada aumentava de 166% sem o adjuvante para 229% com o adjuvante.

Há trabalhos na literatura relatando que as pequenas gotas de pulverização inferiores a 100 µm de diâmetro são mais eficazes para cobertura na parte de baixo das folhas do que as gotas grandes. Latheef et al. (2008), constataram que diferentes pontas de pulverizações podem modificar a cobertura das folhas em ambas as faces na cultura do algodão. Em seu trabalho foram testados oito adjuvantes e três tipos de pontas, tendo o mesmo autor notificado que as taxas médias de depósitos de pulverização e cobertura foram estatisticamente diferentes entre os tratamentos. No entanto, antes de sua avaliação, o pesquisador utilizou o índice de área foliar (IAF) para caracterizar o volume da massa foliar da cultura. Portanto, não houve diferença significativa no tamanho e na densidade de gotas entre os adjuvantes, mas houve entre estes e o controle. Já no ensaio entre as pontas, a CP-03 proporcionou maior deposição de ingrediente ativo nas folhas devido ao maior espectro de gotas de pulverização (LATHEEF et al., 2008).

Huang e Thomson (2011) analisaram diferentes alturas de voo, 3,7 m, 4,9 m e 6,1 m, e observou-se que o espectro de gotas proporcionado pela ponta CP-11 TT, foi significativo para deriva e não foi significativo para a cobertura do alvo quando se elevava a altura de voo.

Visando atender a uma demanda cada vez mais crescente da sociedade sobre as condições da pulverização aérea, objetivou-se com este trabalho avaliar a cobertura a densidade de gotas e a deposição da calda na pulverização aérea em lavoura comercial de soja, utilizando adjuvante na calda de pulverização para determinação da eficiência da aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda do grupo Ampessam, localizada no Município de Formosa, região leste de Goiás, latitude de 15° 48' 14.86" S, longitude de 47° 01' 46.33" W e altitude de 916 m, com temperatura média anual de 25 °C, umidade relativa média anual de 65% e precipitação pluviométrica média anual de 1200 mm. Segundo a classificação de Koppen (1948), enquadrando no tipo AW, características de clima úmido tropical, com duas estações bem definidas, seca no inverno e úmida no verão.

O trabalho foi conduzido em parcela subdividida (4x3), sendo na parcela, três adjuvantes Silkon, Naft e Aureo e o controle, na suparcela, três alturas na

planta (níveis superior, médio e inferior), em delineamento em bloco casualizado, com oito repetições para teste de papel hidrossensível e 16 repetições para teste de deposição. O ensaio da deriva foi conduzido com quatro produtos, Silkon, Naft, Aureo e o controle, em delineamento inteiramente casualizado (DIC) e três repetições. Os dados foram avaliados por meio de análise de variância, para comparar as médias dos fatores qualitativos foi utilizado o teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

A fazenda apresenta 2000 ha de plantio de soja, pista de decolagem de 1000 m, reservatório de água de 30.000 L, misturador de calda de 1000 L, área de descontaminação e poço de decantação para resíduos (Figura 9).



(a)



(b)



(c)

FIGURA 9. Pátio de descontaminação (a), poço de decantação (b) e reservatório de água (c).

O trabalho foi conduzido em lavoura comercial de soja 500 ha, com variedade precoce NIDEIRA 7255 RR, hábito de crescimento indeterminado, com espaçamento por linha de 50 cm e estágio de desenvolvimento entre a fase reprodutiva R1 a R4 (FEHR; CAVINESS,1977) (Figura10).



(a)



(b)

FIGURA 10. Vista da lavoura de soja (a) e variedade de soja NIDEIRA 7255 RR (b).

A área de experimento foi caracterizada quanto ao clima (temperatura, umidade, velocidade do vento e déficit de pressão de vapor), Índice de Área Foliar (IAF) e Índice de Dano Econômico (IDE).

Os dados da temperatura e umidade foram coletados com Thermo-higrômetro INSTRUTERM HT-300, e para a velocidade do vento utilizou-se Thermo-anemômetro de pá INSTRUTERM TAD-800 (Figura 11).



(a)



(b)

FIGURA 11. Thermo-higrômetro (a) e Thermo-anemômetro (b).

Para a determinação do déficit de pressão de vapor foram utilizadas as equações proposta por Tetens (1930), obtido pela diferença entre a pressão de saturação de vapor d'água no ar (e_s) e a pressão parcial de vapor d'água (e_a).

Para o cálculo de (e_s) é levado em conta o valor da temperatura do ar, conforme a Equação 3.

$$e_s = 0,6108 \cdot 10^{\frac{7,5t}{237,3+t}} \quad (3)$$

em que

e_s = pressão de vapor de saturação d'água no ar kPa; e ,
 t = temperatura do ar °C.

Posteriormente, foi determinado o valor de (e_a), a partir da umidade relativa e do valor de (e_s).

$$e_a = \frac{UR \cdot e_s}{100} \quad (4)$$

em que

e_a = pressão parcial de vapor d'água no ar kPa; e ,
UR = umidade relativa do ar %.

Por último, foi obtido o DPVar, como relatado anteriormente, por meio da diferença entre (e_s) e (e_a).

$$DPVar = e_s - e_a \quad (5)$$

em que

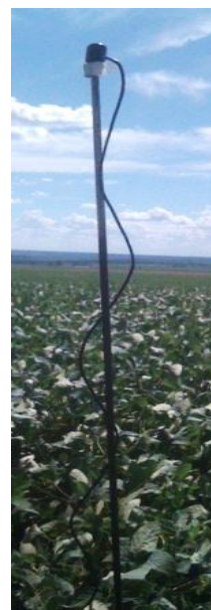
DPVar = déficit da pressão de saturação de vapor d'água no ar kPa.

E para o índice de área foliar foi utilizado ceptômetro, marca AccuPAR, modelo Lp-80. O aparelho utiliza-se da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e inverte esta leitura para dar os dados do índice de área foliar da copa.

O ceptômetro foi colocado no interior de cada parcela, dentro da massa foliar, para a caracterização da densidade foliar do dossel (Figura 12).



(a)



(b)

FIGURA 12. Ceptômetro, receptor de dados (a) e sensor (b).

As pulverizações foram realizadas com aeronave agrícola da marca *Air Tractor*, modelo AT 802A. A aeronave é constituída de asa monoplana, equipada com sistema de posicionamento global (DGPS) e barra de luz para orientação dos vôos, e na parte frontal da aeronave localiza-se o tanque de 3028 L com sistema de agitação pelo retorno da bomba, e a turbina modelo PT6A-65AG, potencia 1295 SHP, operando com carga de 2500 kg (Figura 13).



(a)



(b)

FIGURA 13. *Air Tractor* (a) e cabine de comando (b).

O bombeamento da calda é feito por sistema eólico, que aciona o rotor da bomba centrífuga e promove a circulação da calda até a barra. A barra apresenta 44 bicos hidráulicos, 22 do lado direito e 22 do lado esquerdo, sendo do tipo leque simples de impacto com regulagem de quatro vazões (D-4 (1º orifício), D-5 (2º orifício), D-8 (3º orifício) e D-10 (4º orifício)) e três defletores

(30°, 55° e 90°) marca CP nc90088, espaçados entre si de 0,27 m e ausência de retorno do líquido da barra para o reservatório.

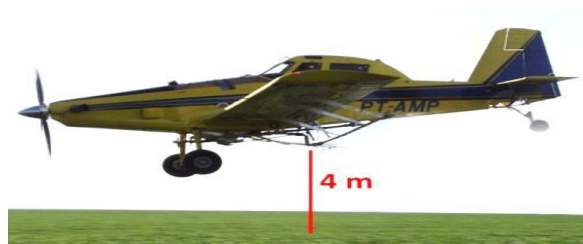
Para reduzir o turbilhamento do ar (vórtice) nas extremidades da asa, os bicos foram distribuídos ao longo de 70 a 80% da envergadura das asas, definindo a faixa de pulverização em 30 m e altura do vôo de 4 m em relação à planta. No entanto, foi utilizado o bico com vazão D-8 e com defletor 90° na pressão de 510 kPa (Figura 14).



(a)



(b)



(c)

FIGURA 14. Ponta de pulverização (a), barra de pulverização (b) e altura de voo (c).

Os bicos utilizados no trabalho produzem espectro de gotas finas, médias e grossas dependendo da vazão, classificadas segundo o padrão da Associação Americana de Engenharia Agrícola (ASAE) e o Conselho Britânico de Proteção de Culturas (BCPC), pela norma S572 (ASAE, 2000).

No início do experimento a aeronave foi aferida quanto a vazão das pontas, a pressão de trabalho (510 kPa), o volume de pulverização (20 L ha^{-1}) e a velocidade da aeronave no momento da aplicação (160 mph (257 km h^{-1})).

No ensaio de aferição da vazão utilizou-se uma proveta de 2000 mL, graduada a cada 20 mL, sendo aferido o tempo de amostragem após 20 segundos de funcionamento do sistema para que a vazão fosse estabilizada. Quando então foi feita a coleta, após transcorrido 60 segundos, segundo a

norma europeia EN 12761-2 (2001), a vazão de cada ponta individual não deve variar mais que 5% dos dados da tabela de vazão nominal.

As doses de adjuvantes foram utilizadas de acordo com as recomendações dos fabricantes. Para os adjuvantes (Naft) e (Silkon) a dose foi $0,5 \text{ mL L}^{-1}$ de água e para o adjuvantes (Aureo) foi 0,25% da calda aplicada por ha^{-1} ou $0,25 \text{ mL L}^{-1}$ de água. Os adjuvantes são compostos por: Naft (resina orgânica composta de uréia, nonilfenol e outros); Silkon (silicone, composto de uréia, EDTA, nonilfenol, formol e estabilizante); e Aureo (óleo vegetal, composição: 72,0 % m/v 720 mL/L éster metílico de óleo de soja). Os adjuvantes apresentam as seguintes características: espalhante, adesivo, antievaporante do grupo éster e antideriva.

No experimento observou-se a distribuição da calda nos três níveis horizontais da planta (superior, médio e inferior), (Figura 15), avaliando-se a penetração da calda e a deposição do produto nas folhas pelo método de análise de imagem de papel hidrossensível e espectrofotometria.

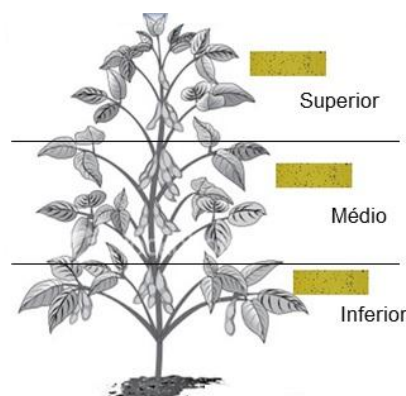


FIGURA 15. Esquema de distribuição das etiquetas de papel hidrossensível e de pontos amostrais das folhas para análise de espectrofotométrica (SOYBEAN PLANT, 2008).

As etiquetas de papel hidrossensíveis foram digitalizadas e analisadas pelo programa Image Tool, avaliando-se o Diâmetro da Mediana Numérica (DMN), Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV), Coeficiente de Homogeneidade (CH), Cobertura (Cob.), Densidade de gotas (Dens.) e o SPAN.

Os diâmetros das gotas foram corrigidos pelo fator de espalhamento indicado para papel hidrossensível adaptado por Chaim et al., (1999), conforme a Equação 6.

$$F(D) = 0,74057 + 0,0001010399D + 0,2024884 \ln(D) \quad (6)$$

em que

F = fator de espalhamento; e, diâmetro limite de cada classe de tamanho μm .

Para determinar o (CH), utilizou a relação entre o diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e o diâmetro da mediana numérica (DMN).

$$CH = \frac{DMV}{DMN} \quad (7)$$

em que

CH = coeficiente de homogeneidade, adimensional;

DMV = diâmetro da mediana volumétrica μm ; e,

DMN = diâmetro da mediana numérica μm .

E no cálculo do SPAN utilizou a Equação 7.

$$SPAN = \frac{D_{v0,9} - D_{v0,1}}{D_{v0,5}} \quad (8)$$

em que

SPAN = amplitude relativa;

$D_{v0,9}$ = diâmetro de gota tal que 90 % do volume pulverizado é constituído de gotas menores que este valor μm ;

$D_{v0,1}$ = diâmetro de gota tal que 10 % do volume pulverizado é constituído de gotas menores que este valor μm ; e,

$D_{v0,5}$ = diâmetro de gota tal que 50 % do volume pulverizado é constituído de gotas menores que este valor μm .

Na coleta de dados da deposição de líquido por espectrofotometria foi utilizada calda constituída de água, adjuvante, defensivo agrícola e traçador. O traçador usado foi o corante alimentício Azul Brilhante (FD&C nº 1) na dose de $2,5 \text{ g L}^{-1}$, e na análise do corante utilizou-se o espectrofotômetro modelo SP-

1105, com leitura de absorvância a 630 nm, conforme descrito por Quirino (2010).

Após a pulverização, as folhas dos três níveis foram coletadas separadamente e acondicionadas em sacos plásticos para serem lavadas e analisadas no laboratório. Na retirada do corante das folhas foram adicionados 50 mL de água destilada dentro dos sacos plásticos e agitado por 30 segundos, para remoção do corante.

Ao correlacionar a concentração do corante na solução de lavagem das amostras com a obtida na calda de pulverização, foi possível estabelecer o volume capturado pelo alvo, Equação 9.

$$C_i V_i = C_f V_f \quad (9)$$

em que

C_i = concentração do corante na calda aplicada mg L^{-1} ;

V_i = volume capturado pelo alvo mL;

C_f = concentração do corante na amostra, detectada pelo espectrofotômetro em absorvância e transformada para mg L^{-1} ; e,

V_f = volume de diluição da amostra mL.

Em seguinte à análise espectrofotométrica, todas as folhas utilizadas para a extração do marcador foram mensuradas, utilizando o programa Image J.

Após a conversão dos dados da absorvância para volume capturado pelo alvo e os valores da área foliar, determinou-se a concentração do corante ($\mu\text{L cm}^{-2}$), semelhante ao descrito por Sasaki (2012).

O DRIFTSIM foi desenvolvido pela Ohio University - USA, que permite estimar a distância percorrida pela gota, considerando o diâmetro de mediana volumétrica DMV (ZHU et al., 1995).

Os valores de distância de deposição das gotas são estimados em função da altura de queda, temperatura do ambiente, umidade relativa e velocidade do vento (ZHU et al., 1995).

No laboratório, coletou-se os dados do Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV) pelo analisador a laser Spraytec, e com os valores realizou-

se uma simulação de deriva usando o programa DRIFTSIM, estimando-se o deslocamento das gotas formadas pelos diferentes adjuvantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação a campo antes de efetuar a pulverização, coletou-se o Índice de área foliar (IAF), sendo este 3,74. A velocidade do vento durante o experimento permaneceu abaixo de 5 m s^{-1} , a temperatura variou entre 28 a 35 °C e a umidade relativa do ar foi de 47 a 80%. Deste modo, as variações psicrométricas durante o dia possibilitaram a determinação do déficit de pressão de vapor d'água no ar que foi de 5 a 29 kPa (Figura 16 e 17). Resultados semelhantes, em relação aos horários de maior déficit de pressão de vapor, foram obtidos por Wan et al. (2011).

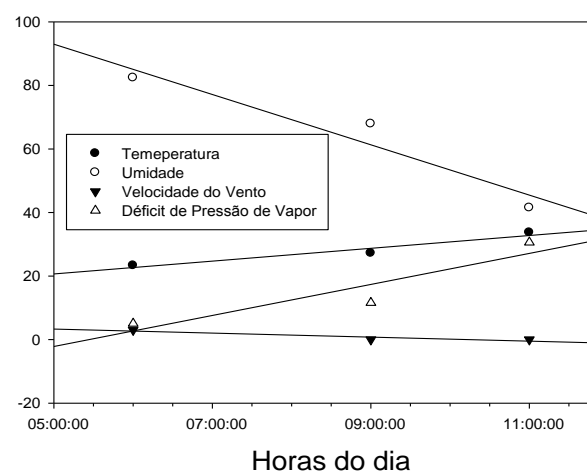
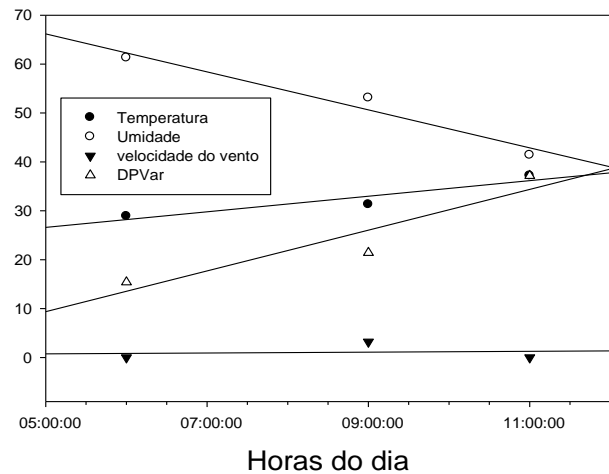
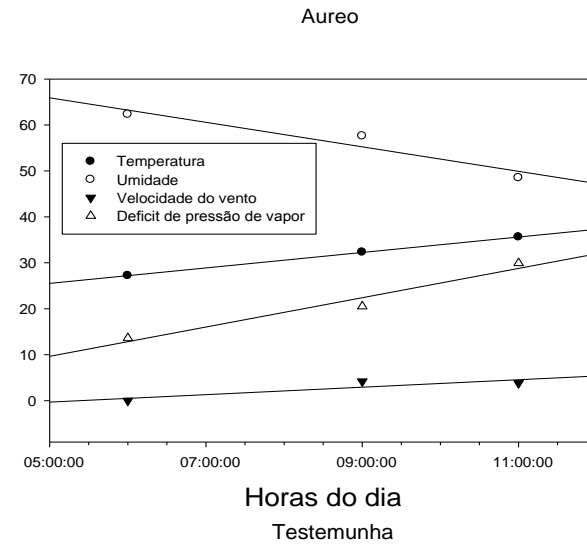
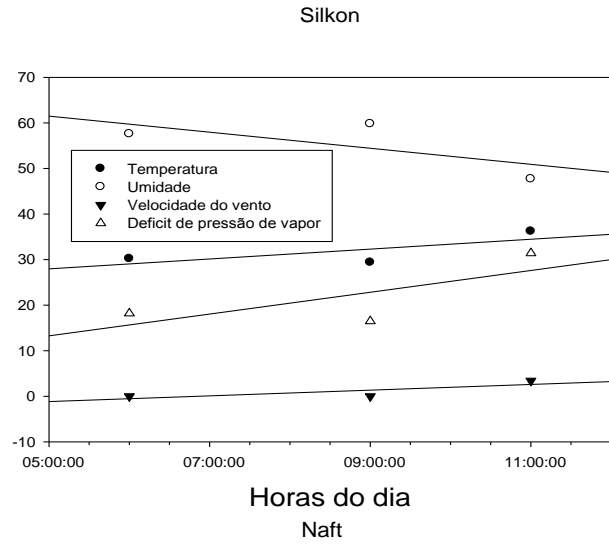


FIGURA 16. Condições climáticas (Temperatura (°C), Umidade (%), Velocidade do Vento(m s⁻¹)) e (Déficit de pressão de vapor (DPVar)), para diferentes adjuvantes, em Formosa – GO (Manhã).

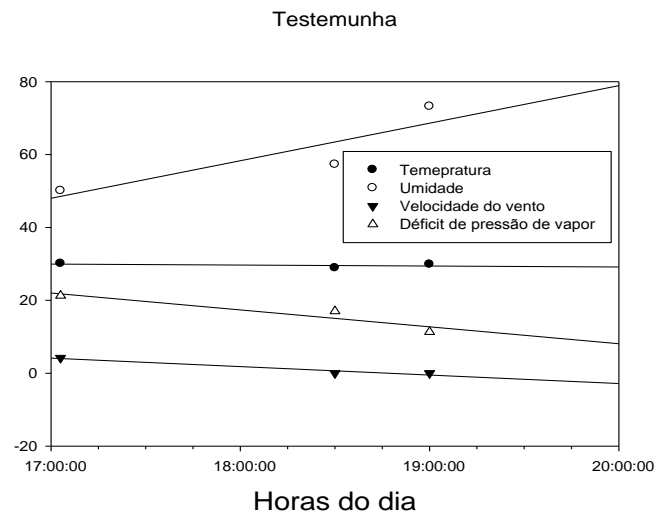
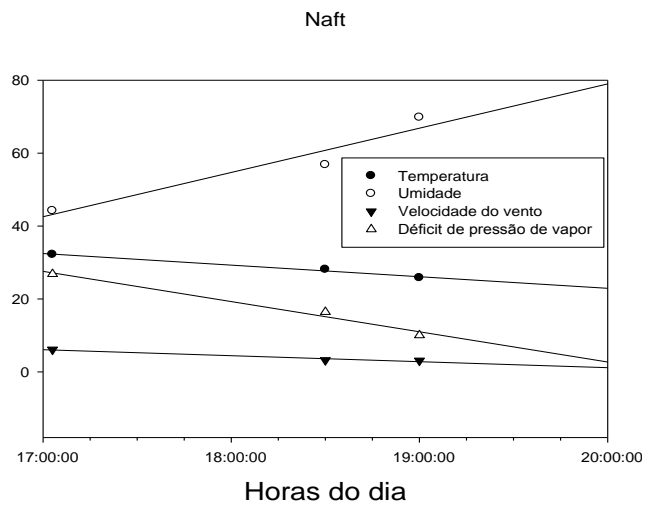
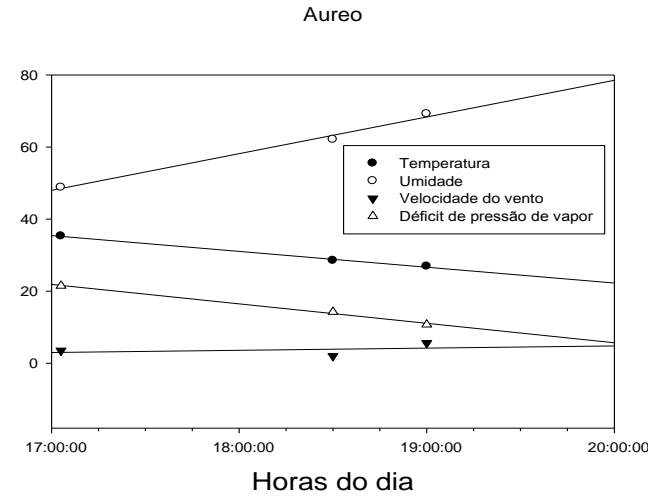
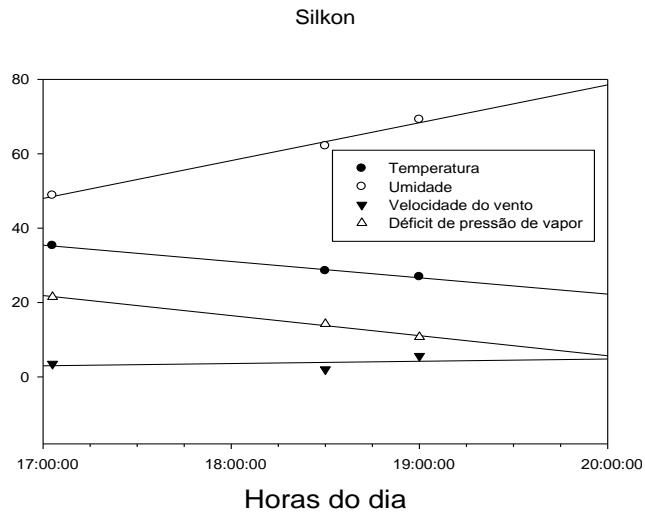


FIGURA 17. Condições climáticas (Temperatura (°C), Umidade (%), Velocidade do Vento (m s⁻¹) e (Déficit de pressão de vapor (DPVar)), para diferentes adjuvantes, em Formosa – GO (Tarde)

Devido as grandes variações climáticas observadas nos últimos anos, vimos que atualmente para se reduzir a deriva e os efeitos da evaporação sobre a gota de pulverização, deve-se fazer as aplicações dos produtos químicos nas primeiras horas da manhã ou final da tarde, como foi observado na Figura 16 e 17. Entretanto, alguns agricultores têm realizado a pulverização no período noturno, como uma alternativa para reduzir o efeito das condições climáticas nas aplicações de agrotóxicos, mas esta operação dificulta ou até mesmo aumenta o risco para uma pulverização aérea.

Como o uso de aeronave para aplicação de agrotóxico é muito comentada, deve-se utilizar técnicas para reduzirem os efeitos das condições psicométrica sobre a pulverização.

Se for necessário realizar a pulverização em condições críticas, essa deverá ser executada com bastante critério. Sabe-se que, devido ao tamanho de muitas propriedades agrícolas, é difícil executar a pulverização, exclusivamente, nos horários de menor influência climática. Diante disso, os profissionais envolvidos com a tecnologia de aplicação utilizam produtos que modifiquem e alterem o comportamento físico-químico da calda, como meio de garantir a melhora no controle de pragas e patógenos.

Para o ensaio de espectrofotometria foi adicionado a calda de pulverização o corante alimentício azul brilhante, para determinação da deposição de líquido no alvo, no entanto para este procedimento, promoveu-se a calibração do espectrofotômetro para a solução padrão (Figura 18).

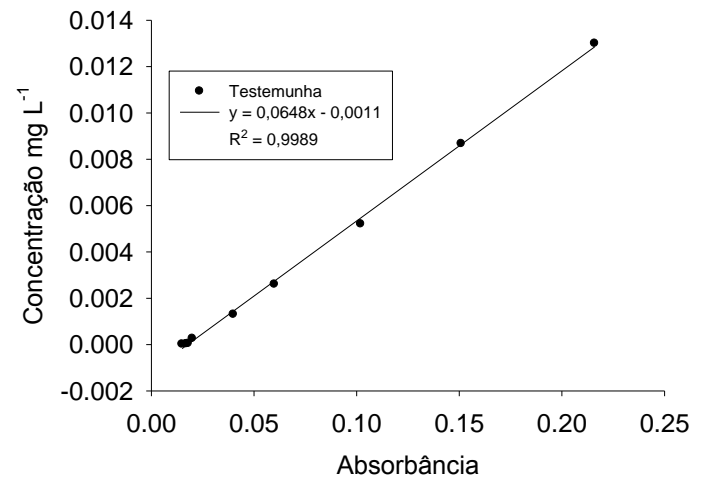
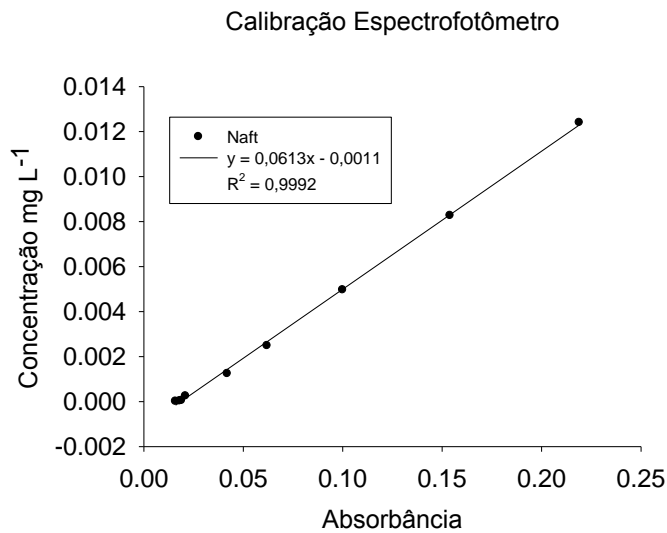
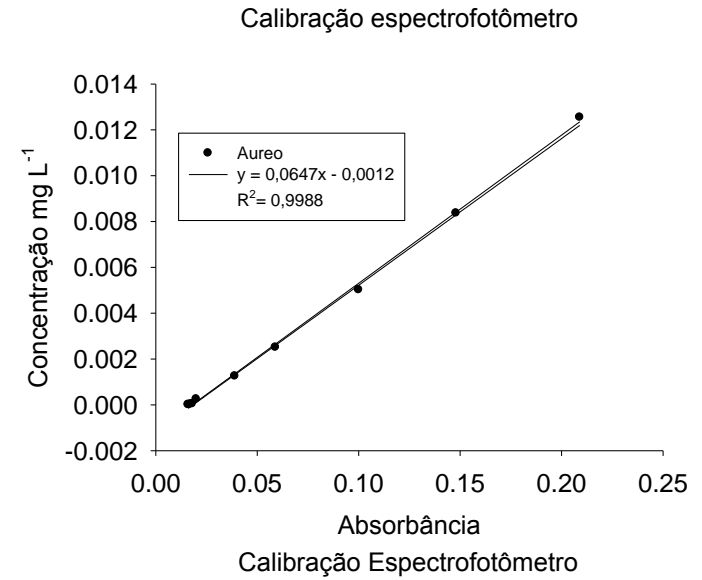
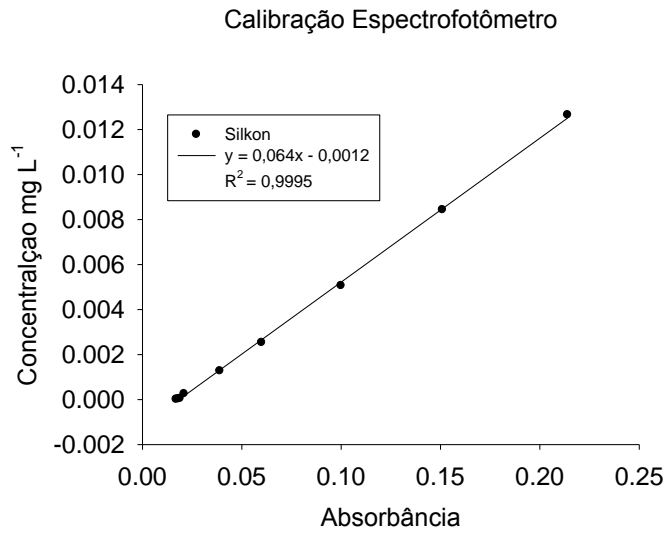


FIGURA 18. Calibração da solução padrão para diferentes adjuvantes.

As etiquetas hidrossensíveis são ferramentas para comparação entre diferentes pulverizações principalmente no campo. Isto possibilita que os agricultores tenham uma ideia da qualidade da aplicação, principalmente levando-se em conta os parâmetros correspondentes à densidade de gotas e à cobertura. No entanto, as etiquetas são de difíceis operações, devido à dificuldade de se maneja-las em ambiente com umidade alta ou mesmo nas primeiras horas do dia (ALVARENGA, 2012).

A percentagem de cobertura do alvo apresentou efeito significativo para o produto e para as três alturas analisadas, demonstrando que este parâmetro é afetado pelas condições físicas da calda.

O Quadro 26, apresentou as análises e variância dos resultados da cobertura e da densidade de gota, pelo teste F, a nível de 5% de probabilidade.

Quadro 26. Resumo das análises de variâncias para análise de cobertura (%) e densidade de gotas (gota cm⁻²)

F.V.	G.L.	Quadrados médios	
		Cobertura (%)	Densidade de gota (gota cm ⁻²)
Bloco	7	9,00	826,74
Trat. Produto	3	20,81 **	793,29*
Resíduos produto	21	3,66	238,02
C.V. (%) produto		63,31	50,12
Trat. níveis	2	135,34 **	27736,73 **
Int. produto x níveis	6	7,00	307,93
Resíduos níveis	56	3,74	376,07
C.V. (%) níveis		63,99	62,99

** Significativo a 1%, * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

O espectro de gotas produzido pelas pontas de pulverização é um dos responsáveis pela qualidade e eficiência da aplicação de agrotóxicos. As metodologias de avaliação do espectro de gotas depositadas sobre o alvo são questionáveis, visto que as gotas apresentam espalhamento proporcional ao seu tamanho e, também, a sobreposição de gotas ocorre com muita frequência, o que praticamente torna impossível a contabilização de todas as gotas. As gotas, por menor que possam ser, têm em seu interior o ingrediente ativo, daí a necessidade de contabilizarmos todas as gotas formadas, independente, do tamanho.

Em relação à cobertura nos diferentes níveis na planta observou-se que o Aureo variou no nível superior entre 1,3 a 10,57%, médio 0,79 a 4,34% e inferior 0,68 a 3,144%, para o Naft no superior ficou entre 1,27 a 14,69%,

médio 1,55 a 4,0% e inferior 0,32 a 2,32%, o Silkon no superior variou de 3,07 a 13,38%, médio 0,91 a 5,28% e inferior 0,54 a 4,66%, o controle no superior foi 0,89 a 4,95%, médio 1,03 a 3,01%, inferior 0,28 a 0,97%.

No Quadro 27 esta demonstrado o resultado da cobertura e da densidade de gotas, analisado pelo teste Tukey a um nível de 5% e probabilidade, para os diferentes adjuvantes utilizados.

Quadro 27. Efeito dos diferentes adjuvantes sobre a cobertura do alvo

Produto	Cobertura (%)	Densidade de gotas (gota cm ⁻²)
Aureo	2,85 ab	29,83 ab
Naft	3,37 ab	31,09 ab
Silkon	4,04 a	38,10 a
Controle	1,83 b	24,10 b

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

O aumento da cobertura promovido pelos adjuvantes foi devido a quebra da tensão superficial do líquido, tendo como resposta o maior espalhamento da calda sobre superfície foliar. A cobertura obtida foi considerada satisfatória para os tratamentos, observando-se que os adjuvantes diferenciaram da controle em até 54%, mas nos níveis inferiores da planta a cobertura ficou prejudica.

A cobertura e a densidade de gotas variaram nos três níveis da planta com o uso de aditivos na calda, variando para cobertura 1,18 a 5,24% e para densidade de gotas variando de 6,79 a 63,64 gotas cm⁻². Segundo Barthelemy et al. (1990), essa quantidade é suficiente para o controle de pragas e plantas daninhas. E este aumento da cobertura e densidade de gotas irá favorecer a aplicação de defensivos, fazendo com que o alvo seja totalmente atingido.

Em relação a densidade de gotas o Aureo variou no superior entre 35 a 136 gota cm⁻², médio 3 a 41 gota cm⁻² e inferior 4 a 12 gota cm⁻², o Naft variou no superior entre 11 a 120 gota cm⁻², médio 4 a 45 gota cm⁻² e inferior 3 a 12 gota cm⁻², Silkon variou no superior entre 39 a 136 gota cm⁻², médio 8 a 50 gota cm⁻² e inferior 5 a 13 gota cm⁻², o controle variou no superior entre 18 a 84 gota cm⁻², médio 11 a 28 gota cm⁻² e inferior 4 a 7 gota cm⁻².

No Quadro 28 esta demonstrado o resultado da cobertura e da densidade de gotas, analisado pelo teste Tukey a nível de 5% e probabilidade, nas diferentes alturas da planta.

Quadro 28. Efeito da adição de adjuvantes na calda de pulverização na cobertura e densidade de gotas nos três níveis da planta

Níveis	Cobertura (%)	Densidade de gotas (gota cm ⁻²)
Superior	5,24 a	63,64 a
Mediano	2,65 b	21,92 b
Inferior	1,18 c	6,79 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 % de probabilidade.

O efeito guarda-chuva interferiu na cobertura e na densidade das gotas, prejudicando a penetração do ingrediente ativo para o interior da cultura. Esta penetração é um fator muito estudado para que se consiga reduzir cada vez mais os níveis de patógeno no interior da cultura. A movimentação da massa foliar seria uma condição favorável para que a gota consiga atingir alvo no interior de cultura, mas isto só seria possível com redução da altura de voo, devido ao arrasto da massa de ar junto ao avião, criando turbulência sobre a cultura.

A deposição no alvo é um fator importante, pois existem diferentes produtos rotulados como sendo de contato ou sistêmico. O de contato exige maior deposição possível, mas os sistêmicos, a deposição pode ser reduzida pelo potencial de translocação que estes produtos promovem sobre a planta.

A deposição dos produtos nos três níveis da planta, superior, médio e inferior foram significativo, conforme o Quadro 29.

Quadro 29. Resumo das análises de variâncias para análise de deposição ($\mu\text{L cm}^{-2}$) do ingrediente ativo no alvo

F.V.	G.L	Quadrado médio Deposição ($\mu\text{L cm}^{-2}$)
Blocos	14	0,00100
Trat. Produto	3	0,00267 *
Resíduos produto	42	0,00090
C.V. (%) produto		63,94
Trat. níveis	2	0,00493*
Int. produto x níveis	6	0,00034
Resíduos níveis	112	0,00103
C.V. (%) níveis		68,56

** Significativo a 1%, * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os adjuvantes e os níveis da planta foram significativos, no entanto, as deposições do Aureo, Naft e o Silkon diferiram em torno de 28% do controle. Entretanto o conhecimento do aumento da deposição com diferentes adjuvantes pode abrir portas para ensaios de pulverização com redução de agrotóxico.

No Quadro 30 esta demonstrado os resultados das deposições, analisado pelo teste Tukey ao nível de 5% e probabilidade, para os diferentes adjuvantes utilizados.

Quadro 30. Efeito dos diferentes adjuvantes sobre a deposição no alvo

Produto	Deposição ($\mu\text{L cm}^{-2}$)
Aureo	0,04130 ab
Naft	0,05213 a
Silkon	0,05462 a
Controle	0,03917 b

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

Na avaliação da deposição, houve interação nos níveis superior, médio e inferior da planta. Ao se considerar as deposições ($\mu\text{L cm}^{-2}$), verificou-se que o sistema teve maior deposição no nível superior da planta de soja, enquanto, no nível inferior, a deposição foi reduzido devido ao fechamento da cultura, chegando a variação da deposição a 32% entre o superior e o inferior.

No Quadro 31 esta demonstrado os resultados das deposições nas folhas, analisado pelo teste Tukey a nível de 5% e probabilidade, nas diferentes alturas da planta.

Quadro 31. Efeito da adição de adjuvantes a calda de pulverização na deposição de ingrediente ativo nos três níveis da planta

Níveis	Deposição ($\mu\text{L cm}^{-2}$)
Superior	0,05587 a
Mediano	0,04682 ab
Inferior	0,03773 b

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

E como a ponta de pulverização utilizada é acionada por um sistema hidráulico e seu líquido é fragmentado com a ajuda do ar, isto promove uma formação de espectro de gotas muito variado, tendo os adjuvantes o objetivo de homogeneizar para que o espectro de gotas fiquem mais uniformes e reduza o poder de deriva. Para se estimar a possível deriva no campo, foram utilizados os dados de DMV da ponta, obtido no Spraytec, em laboratório (Quadro 32).

Quadro 32. Resumo das análises de variâncias para análise da deriva pelo software DRIFITSIM, observando o deslocamento (m) das gotas pulverizadas

F.V.	G.L	Quadrado médio
		Deriva (m)
Trat. Produto	3	8,1657*
Resíduos produto	8	1,6291
C.V. (%) produto		9,60

** Significativo a 1%, * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

No Quadro 33, esta demonstrado os resultados da deriva das gotas, analisado pelo teste Tukey a nível de 5%, e probabilidade, para os diferentes adjuvantes utilizados.

Quadro 33. Resumo das análises de variâncias para análise da deriva observando a deriva (m) das gotas pulverizadas

Produto	Deriva (m)
Aureo	6,49 a
Naft	5,13 ab
Silkon	5,62 a
Controle	4, 86 b

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

Na deriva das gotas observou-se que o controle apresentou menor deriva, devido ao aumento diâmetro da gota, já os adjuvantes Silkon, Naft e o Aureo apresentaram deriva maior devido a redução do diâmetro das gotas.

A deriva não foi representativa, devido que foi pulverizado em condições ótima de pulverização e as gotas derivadas depositaram dentro da lavoura.

Portanto, o conhecimento do comportamento do adjuvante na calda é importante, para que agrônomos e agricultores consigam indicar o produto certo para cada pulverização. Entretanto, estes resultados demonstram que o uso de adjuvantes pode melhorar a pulverização, quando os adjuvantes são direcionados para cada defensivos agrícola em relação ao seu efeito, de contato ou sistêmico e em diferentes condições climática.

CONCLUSÃO

O uso de adjuvante na calda alterou o espectro de gotas e melhorou a eficiência da aplicação.

O Silkon aumentou a cobertura do alvo em 54,70% em relação ao controle.

A densidade e a deposição das gotas, entre o nível superior e o nível inferior da planta aumentou em 89% e 32% respectivamente.

O Silkon em comparação com o controle apresentou um acréscimo 36,74% para a densidade de gotas.

O Silkon e o Naft diferiu do controle a deposição de calda em até 28,28%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, H. O. Jr.; **Adjuvantes e assistência de ar junto à barra de pulverização no controle da deriva e da ferrugem da soja *Phakopsora pachyrhizi***. Botucatu, 2009. Dissertação de Mestrado em Agronomia (Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas. UNESP, Botucatu-SP. 2009
- ALVARENGA, C.B. **Automatização de um pulverizador hidropneumático visando o controle do espectro de gotas em função do déficit de pressão devapor d'água no ar**. 2012. 128p., Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2012
- ASAE S572. Spray nozzle classification by droplet spectra. In: **ASAE Standards**. St. Joseph, 2000. p. 389-91.
- BARTHELEMY, P.; BOISGOINTER, D.; JOUY, L.; LAJOUX, P. **Choisir les outils de pulvérisation**. Paris: Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 1990. 160p.
- BASEETH, S. S.; SEBREE, B. R., Renewable surfactants in spray adjuvants. **Lipid Technology**, v. 22, n. 4, April 2010.
- BUENOS, M. R.; ARANTES, J. P.; CUNHA, R.; ALVES, G. S. Estudo do espectro de gotas produzidas nas pulverizações aérea e terrestre na cultura da batata. **Rev. Ci. Agra.**, v.54, n.3, p.225-234, Set/Dez 2012.
- CELEN, I. H. The effect of spray mix adjuvants on spray drift. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v.16, n. 1, p. 105-110, 2010.
- CUNHA, J.P.A. R.; MOURA, E.A.C.; SILVA JÚNIOR, J.L. DA; ZAGO, F.A.; JULIATTI, F.C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008.
- CHAIM, A.; MAIA, A.H.N.; PESSOA, M.C.P.Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos por análise de gotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 963-969, 1999.
- CRUZ, W. P; SALGADO, F. H. M; JÚNIOR, D. F. F; RODRIGO RIBEIRO FIDELIS, R. R.; Nutrição e genética na ocorrência de pragas, inimigos naturais e ataque de minadoras em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). **J. Biotec. Biodivers**. v. 3, n. 1, p. 74-81, 2012.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura**. 2010, Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em: 09 set. 2012.
- EUROPEAN STANDARD – EN. **Agricultural and forestry machinery – Sprayers and liquid fertilizer distributors – Environmental protection – Part 2: Field crop sprayers**. EN 12761-2, Brussels, 2001. 20 p.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p., (Special report, 80).

HUANG, Y.; THOMSON, S. J., Characterization of spray deposition and drift from a low drift nozzle for aerial application at different application altitudes. *Int. J Agric. & Biol. Eng.*, v. 4, n.4, Dec. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Maiores produtores de soja do Brasil**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 junho 2013.

JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; SCHIPANSKI, C. A.; REZENDE, J. L.; SUCHORONCZECK, A. Efeito de diferentes vazões e adjuvantes na pulverização aérea e terrestre da cultura do milho. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v. 2, n. 2, 2009.

KÖPPEN, W. **Climatologia como um estúdio de los climas de tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478 p.

LAN, Y.; HOFFMANN, W. C.; FRITZ, B. K.; MARTIN, D. E.; LOPEZ, J. D.; Spray drift mitigation with spray mix adjuvants. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, v. 24, n.1, p. 5-10, 2008.

LATHEEF, M. A.; KIRK, I. W.; BOUSE, L. F.; CARLTON, J. B.; HOFFMANN, W. C. Evaluation of aerial delivery systems for spray deposition and efficacy against sweet potato whitefly on cotton. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. v. 24, n.4, p. 415-422, 2008.

LUCK, J. D.; SHARDA, A.; PITLA, S. K.; FULTON, J. P.; SHEARER, S. A. A case study concerning the effects of controller response and turning movements on application rate uniformity with a self-propelled sprayer. *Transactions of the ASABE*, St. Joseph, v. 54, n. 2, p. 423-431, 2011.

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

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*. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.30, n.1, p.92-99, jan./fev. 2010.

QUIRINO, A. L. S. **Parâmetros técnicos para aplicação do Glyphosate visando o aumento da eficácia segurança ambiental e do aplicador**. 2010, p. 75, (Tese Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2010.

SASAKI, R. S.; **Sistema eletrônico para captura de gotas visando aumentar a eficiência na pulverização eletrostática**, 2011, p. 85, (Tese Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2011.

SINDAG. Sindicato Nacional da Indústria de produtos para Defesa Agrícola **Fabricantes de aeronaves reforçam presença na vitrine do Congresso Sindag**

. Disponível em: <<http://www.sindag.com.br/>>. Acesso em: 18 junho 2013.

SOYBEAN PLANT. **Portfólio de desenhos técnicos**. 2008. Disponível em: <<http://www.istockphoto.com/stock-illustration-6235053-soybean-plant.php>>. Acesso em: 20 junho 2013.

TETENS, V. O. Über einige meteorologische Begriffe, **Zeitschrift Geophysic**, Wurzburg, v. 6, p. 297-309, 1930.

VILLALBA, J; HETZ, E. Deriva de produtos agroquímicos – Efecto de las condiciones ambientales. In: **Tecnología de aplicación de agroquímicos. 1ª Edição. Alto Valle, Argentina: Red CYTED “Técnicas sostenibles de distribución de agroquímicos”** Área de comunicacões del INTA Alto Valle, 2010. 196p.

ZHU, H.; REICHARD, D. L. FOX, R. D.; OZKAN, H. E.; BRAZEE, R. D. DRIFTSIM, a program to estimate drift distances of spray droplets. **Applied Engineering in Agriculture**. v. 11, n. 3, p. 365-369, 1995.

XU, L.; ZHU, H.; OZKAN, H. E.; THISTLE, H. W. Evaporation rate and development of wetted area of water droplets with and without surfactant at different locations on waxy leaf surfaces. **Biosystems Engeneering**, Columbus, v. 106, n. 1, p. 58-67, 2010.

WAN, W. I.; YIN, T. M.; HUDZARI, R. M. Development of a control program for plant growth parameter analysis in lowland tropical greenhouse. **Journal of Applied Sciences**, New York, v. 11, n. 3, p. 592-598, 2011.

**EFICÁCIA DE CONTROLE DA LAGARTA FALSA MEDIDEIRA
(*Pseudoplusia includens*) UTILIZANDO INSETICIDA COM DIFERENTES
ADJUVANTES NA CALDA**

RESUMO

Na produção de grão de soja o principal fator de interferência na produtividade das lavouras são os problemas fitossanitários. Uma vez detectada o alvo, o controle é realizado via pulverização. Entretanto, a cultura da soja é afetada por duas principais lagartas a (*Anticarsia gemmatalis*) e a (*Pseudoplusia includens*). A lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*, Lepidoptera: Noctuidae), (MORAES et al., 1991) por ser considerada praga secundária era de fácil controle, hoje em dia é tida como praga primária, por causar danos constantes e ser de difícil controle pelo elevado índice populacional, e permanência no terço médio das plantas de soja (OLIVEIRA et al., 2010). Portanto, objetivou-se com esse trabalho comparar a eficácia de mortalidade da lagarta falsa medideira (*Pseudoplusia includens*,) adicionando na calda de inseticidas diferentes adjuvantes. Juntamente ao controle da praga foram avaliados os parâmetros técnicos da pulverização (cobertura, densidade de gotas e deposição), sendo o ensaio montado em parcela subdividida (4x3), sendo na parcela, três adjuvantes Silkon, Naft, Aureo e o controle e na subparcela, três alturas na planta (níveis superior, médio e inferior), em delineamento em bloco casualizado, com oito repetições para teste de papel hidrossensível e 16 repetições para teste de deposição. Para a eficácia de mortalidade da praga, o ensaio foi montado utilizando três adjuvantes o Silkon, Naft e Aureo e um controle, empregando-se o delineamento em bloco casualizado, com cinco repetições para cada tratamento. Para comparar as médias dos fatores qualitativos foi utilizado o teste de Tukey a um nível de 10% de probabilidade. A velocidade do vento, durante o ensaio, ficou abaixo de 5 m s⁻¹; a temperatura entre 28 a 35 °C; a umidade relativa do ar entre 47 a 80% e o déficit de pressão de vapor d'água no ar foi de 5 a 29 kPa. O Silkon apresentou um acréscimo de 54% para cobertura, 36,74% para a densidade de gotas e de 28% para deposição em comparação ao controle. Os adjuvantes promoveu um acréscimo em até 28% da eficácia de mortalidade em relação ao controle.

Palavra chave: insetos na soja, pulverização e aditivos de calda.

CONTROL EFFICACY OF SOYBEAN LOOPER (*Pseudoplusia includens*) USING INSECTICIDE WITH ADJUVANTS

ABSTRACT

In soybeans production the main factors that influence the crops productivity are the phytosanitary problems. Once detected the target, the control is performed via spray. However, the soybean crop is affected by two main caterpillars (*Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens*). The soybean looper (*Pseudoplusia includens*, Lepidoptera: Noctuidae) was considered a secondary pest due to the easy control; nowadays it has been regarded as primary pest by causing constant damage and to be difficult the control due to the high population, and it stays in the middle third of the plant canopy. Therefore, the aim of this work was to compare the mortality efficacy of soybean looper adding insecticides with different adjuvants to the spray solution. Along the pest control it was also evaluated the spraying technical parameters (coverage, droplets density and deposition). The experiment was mounted in subdivided parcel (4 x 3), with in the parcel three adjuvants (Silkon, Naft and Aureo) and control, and in the sub parcel three plant heights (upper, middle and lower levels), in randomized block experimental design with eight replications to test in the water sensitive papers and sixteen replications to test the deposition. For the pest mortality efficacy, the experiment was assembled using three adjuvants (Silkon, Naft and Aureo) and a control, using the randomized block experimental design with five replications for each treatment. To compare the means of the qualitative factors, it was used the Tukey test at 10 % of probability. The wind velocity, during the experiment, remained below 5 m s^{-1} , the air temperature between 28 and 35 °C, the air relative humidity between 47 and 80 % and the air vapor pressure deficit between 5 and 29 hPa. The Silkon increased coverage in 54 %, droplets density in 36.74 % and deposition in 28 % compared to control. The adjuvants promoted an increase up to 28 % of mortality efficiency compared to control.

Keywords: Soybean pest, spraying and spray additives.

INTRODUÇÃO

Entre os principais fatores limitantes da produtividade de grãos da cultura de soja estão os problemas fitossanitários, como a presença de espécies de lagartas e de percevejos. Dentre estas pragas, destaca-se a lagarta falsa medideira, *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae). Esta lagarta foi considerada praga secundária, controlada naturalmente por parasitóides e por fungos entomopatogênicos (ALBUQUERQUE et al., 2011). Entretanto, a partir da safra de 2003/2004, vários surtos da praga foram constatados em diversos estados brasileiros produtores de soja (Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e Paraná), ocorrendo isoladamente ou associada à lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis* (ALBUQUERQUE et al., 2011).

De maneira geral, a espécie de lagarta desfolhadora mais importante na cultura da soja ainda é a *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). Entretanto, a lagarta falsa-medideira, tem ganhado importância na cultura, por causar danos constantes, ocorrerem regularmente e apresentar ampla distribuição geográfica, justificando a pesquisa para o seu controle efetivo. Entre os diversos fatores que causam o aumento populacional dessa praga, a sua permanência no terço mediano das plantas de soja protege-as do inseticida aplicado via pulverização, pois as folhas da parte superior proporcionam uma barreira (OLIVEIRA et al., 2010).

As lagartas se alimentam do limbo e das nervuras foliares, podendo ocasionar desfolhamento em até 100%, quando não manejadas (LOURENÇÃO et al., 2010). Segundo Guedes et al. (2012), a desfolha sequencial nos estágios vegetativo e reprodutivo reduz drasticamente a produtividade podendo chegar a perdas de até 10,7 sacos ha⁻¹. Em muitos casos se observam falhas no controle, possivelmente pela interceptação de grande quantidade de calda pelo terço superior das plantas e a falta de técnicas para que a pulverização possa ter a condição de promover cobertura e as deposições ideais para cada tratamento.

Na avaliação da eficiência de controle devem-se considerar comportamentos como o ciclo de vida, a fecundidade e a fertilidade de pragas, e o efeito de doses sub-letais sobre populações de pragas (STORCH et al., 2007).

Existem diversos métodos para amostragem e quantificação de insetos-praga. A escolha do método de amostragem é dependente da cultura, do estágio fenológico, das espécies-alvo, da precisão e exatidão requerida, da facilidade de uso, do tempo e do custo desses métodos (STÜRMER et al., 2012).

O agrotóxico tem sido usado na maioria das situações, para o controle de pragas (STORCH et al., 2007). Segundo Guedes et al. (2012), diferentes ingredientes ativos foram pesquisados nas condições brasileiras, para o controle da lagarta-da-soja, destacando-se os inseticidas reguladores de crescimento, pela sua eficiência e seletividade a inimigos naturais. A benzoilurêias é a principal representante dos inseticidas do grupo químico dos inibidores da síntese de quitina (GUEDES et al., 2012). Por sua vez, os inseticidas pertencentes ao grupo químico dos piretróides e organofosforados se caracterizam por apresentar amplo espectro de ação, custo reduzido, podendo ainda ser utilizados em populações de pragas em estádios mais avançados de desenvolvimento. Porém, quando aplicados na fase inicial podem favorecer surtos ou ressurgência de insetos-praga devido ao desequilíbrio de predadores e parasitóides (GUEDES et al., 2012).

É provável que a distribuição uniforme de um determinado diâmetro e número adequado de gotas possibilitem o sucesso da operação, mesmo que se utilize a aplicação a volume baixo. A redução de volumes de aplicação é uma tendência na agricultura, uma vez que se pretende diminuir o desperdício de água, aumentar a capacidade operacional devido ao menor número de abastecimentos e, quando em aplicação no momento correto, não deve interferir no sucesso do tratamento fitossanitário (OLIVEIRA et al., 2010). Nesse caso, cresce a importância de conhecer qual é a melhor combinação de densidade e diâmetro de gotas, volume e concentração de ingrediente ativo na calda, para as principais pragas, cujo controle é realizado via pulverização (OLIVEIRA et al., 2010).

Dessa forma, pesquisas que avaliem e identifiquem técnicas para que o inseticida atinja a região de ocorrência do inseto poderão contribuir para a efetividade do tratamento fitossanitário.

Portanto, buscou-se com este trabalho avaliar a eficácia de mortalidade da lagarta falsa medideira (*Pseudoplusia includens*) associado aos parâmetros da pulverização, utilizando inseticida com diferentes adjuvantes na calda.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda do grupo Ampessam, localizada no Município de Formosa, região leste de Goiás, latitude de 15° 48' 14.86" S, longitude de 47° 01' 46.33" W e altitude de 916 m, com temperatura média anual de 25°C, umidade relativa média anual de 65% e precipitação pluviométrica média anual de 1200 mm. Segundo a classificação de Koppen (1948), enquadrando no tipo AW, características de clima úmido tropical, com duas estações bem definidas, seca no inverno e úmida no verão.

O ensaio dos parâmetros técnicos da pulverização foi montado em parcela subdividida (4x3), sendo na parcela, o Silkon, Naft, Aureo e um controle, na subparcela, três alturas na planta (níveis superior, médio e inferior), em delineamento em bloco casualizado, com oito repetições para teste de papel hidrossensível e 16 repetições para teste de deposição. O ensaio com papel hidrossensível foi avaliado a cobertura (%) e a densidade de gotas (gota cm⁻²) e no ensaio utilizado o espectrofotômetro observou-se a deposição (µL cm⁻²).

Para a avaliação da eficácia de mortalidade, considerou-se três adjuvantes Silkon, Naft e Aureo, e um controle, em delineamento em bloco casualizado, com cinco repetições.

Os dados das duas avaliações estatísticas, foram avaliados por meio de análise de variância, e para comparar as médias dos fatores qualitativos foi utilizado o teste de Tukey a nível de 5% e 10% de probabilidade.

O inseticida utilizado foi do grupo químico diamida do ácido ftálico. Com formulação do tipo suspensão concentrada (SC), e dosagem de 70 mL ha⁻¹, o inseticida é considerado como sendo de ação de contato ou por ingestão direta.

O método utilizado para quantificação da lagarta falsa medideira foi o pano-de-batida. Sendo constituído de dois bastões de madeira ligados entre si por um tecido branco, com comprimento de 1 m e largura de 0,5 m, ajustável ao espaçamento entre linhas. Para a coleta dos insetos praga, o pano foi desenrolado sobre o solo, entre as fileiras de soja. Posteriormente, as plantas das duas fileiras (área = 1 m²) foram sacudidas, vigorosamente, a fim de derrubar os insetos-praga sobre o pano.

O ensaio foi realizado em lavoura comercial de soja com área de 500 ha, com variedade precoce NIDEIRA 7255 RR, hábito de crescimento indeterminado, com espaçamento por linha de 50 cm e estágio de desenvolvimento entre a fase reprodutiva R1 a R4 (FEHR; CAVINESS,1977).

As aplicações foram realizadas, com aeronave agrícola *Air Tractor*, modelo AT 802A. A aeronave é constituída de asa monoplana, e equipada com sistema de posicionamento global (DGPS) e barra de luz para orientação dos voos, na parte frontal da aeronave localiza-se o tanque de 3028L com sistema de agitação pelo retorno da bomba, e a turbina modelo PT6A-65AG, potencia 1295 SHP, operando com carga de 2500kg.

No momento da pulverização as doses de adjuvantes foram utilizadas conforme as recomendações dos fabricantes. Para os adjuvantes (Naft) e (Silkon) a dose foi 0,5 mL L⁻¹ de água, o (Aureo) foi 0,25% da calda aplicada por ha⁻¹ ou 0,25 mL L⁻¹ de água. Os adjuvantes são compostos por: Naft (resina orgânica composta de uréia, nonilfenol e outros); Silkon (silicone, composto de uréia, EDTA, nonilfenol, formol e estabilizante); e Aureo (óleo vegetal, composição: 72,0 % m/v 720 mL/L éster metílico de óleo de soja). As características dos adjuvantes são: espalhante, adesivo e antievaporante do grupo éster.

No ensaio foi observada a distribuição da calda nos três níveis horizontais da planta (superior, médio e inferior), sendo avaliado a penetração da calda e a deposição do produto nas folhas, observando a cobertura (%) e a densidade de gotas (gota cm⁻²) pelo método de análise de imagem de papel hidrossensível, e para a análise de espectrofotometria observou-se a deposição (µL cm⁻²).

A determinação da infestação devido ao ataque provocado pela lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*), foi realizada três dias antes e depois da pulverização em toda área do experimento, pelo sistema de batida-de-pano, recomendando-se no mínimo 10 amostragens por hectares. E para a caracterização do Índice de dano Econômico, foi seguido à metodologia descrita no Manejo Integrado de Praga (MIP), (EMBRAPA, 2010) (Figura 19).



(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 19. Cultura atacada por lagarta falsa medideira (*Pseudoplusia includens*), Batida de pano (a), lagartas coletadas (b), lagarta viva (c) e lagarta morta (d).

A eficácia de mortalidade (%) seguiu a metodologia adaptada por Cruz et. al., (2012). E foi calculada pela Equação 10, de Abbott (1925).

$$E = \frac{T_f}{T_i} 100 \quad (10)$$

em que

E = Eficácia %;

T_f = Infestação final; e,

T_i = Infestação inicial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros da tecnologia de aplicação, como cobertura, densidade de gotas e deposição no alvo foi melhorado com o uso dos adjuvantes.

Portanto, todos os adjuvantes ensaiados apresentaram diferenças entre o controle. Entretanto, a diferença do Silkon em comparação com o controle foi 54% para cobertura, 36,74% para a densidade de gotas e 28% para deposição.

A velocidade do vento ficou abaixo de 5 m s^{-1} , a temperatura estava entre 28 a 35 °C, e a umidade relativa do ar entre 47 a 80% e o déficit de pressão de vapor d'água no ar foi de 5 a 29 kPa.

No Quadro 34 e 35, apresentou-se as análises e variâncias dos resultados da cobertura, da densidade de gotas e da deposição, pelo teste F, a nível de 5% de probabilidade.

Quadro 34. Resumo das análises de variâncias para análise de cobertura (%) e densidade de gotas (gota cm^{-2})

F.V.	G.L.	Quadrados médios	
		Cobertura (%)	Densidade de gota (gota cm^{-2})
Bloco	7	9,00	826,74
Trat. Produto	3	20,81 **	793,29*
Resíduos produto	21	3,66	238,02
C.V. (%) produto		63,31	50,12
Trat. níveis	2	135,34 **	27736,73 **
Int. produto x níveis	6	7,00	307,93
Resíduos níveis	56	3,74	376,07
C.V. (%) níveis		63,99	62,99

** Significativo a 1%, * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 35. Resumo das análises de variâncias para análise de deposição ($\mu\text{L cm}^{-2}$) do ingrediente ativo no alvo

F.V.	G.L.	Quadrado médio
		Deposição ($\mu\text{L cm}^{-2}$)
Blocos	14	0,001
Trat. Produto	3	0,00267 *
Resíduos produto	42	0,00090
C.V. (%) produto		63,94
Trat. níveis	2	0,00493*
Int. produto x níveis	6	0,00034
Resíduos níveis	112	0,00103
C.V. (%) níveis		68,56

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para a cobertura, a densidade de gota e a deposição nas três alturas da planta, nos níveis superior, médio e inferior, foram prejudicadas, pelo fato de volume da copa, estar elevado, dificultando a penetração da calda no interior da cultura. BELLETINNI et. al. (2007), relatam a dificuldade no controle dessa praga devido ao hábito da lagarta, já que estas ficam normalmente alojadas no

interior das plantas, ficando assim, protegidas das ações dos inseticidas, especialmente quando a cultura estiver fechada.

Demonstrou-se os resultados da cobertura, da densidade de gotas e da deposição, analisado pelo teste Tukey a um nível de 5% e probabilidade, para os diferentes adjuvantes utilizados nas diferentes alturas da planta (Quadro 36 e 37).

Quadro 36. Efeito dos diferentes adjuvantes sobre a cobertura, densidade de gota e deposição

Produto	Cobertura (%)	Densidade de gotas (gota cm ⁻²)	Deposição (µm cm ⁻²)
Aureo	2,85 ab	29,83 ab	0,04130 ab
Naft	3,37 ab	31,09 ab	0,05213 a
Silkon	4,04 a	38,10 a	0,05462 a
Controle	1,83 b	24,10 b	0,03917 b

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

Segundo Oliveira (2008) o uso do adjuvante na calda proporcionou o dobro da deposição e da cobertura no alvo. E o mesmo autor relatou que a redução do volume de aplicação de forma criteriosa não prejudica o controle da *P. includens*.

Quadro 37. Efeito da adição de adjuvantes a calda de pulverização na cobertura, densidade de gotas e deposição nos três níveis da planta

Níveis	Cobertura (%)	Densidade de gotas (gota cm ⁻²)	Deposição (µL cm ⁻²)
Superior	5,24 a	63,64 a	0,05587 a
Mediano	2,65 b	21,92 b	0,04682 ab
Inferior	1,18 c	6,79 c	0,03773 b

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

Os parâmetros da tecnologia de aplicação foram ideais para os tratamentos com adjuvantes. Observando-se que as técnicas de pulverização melhorou a eficácia de mortalidade com o uso de adjuvante. Demonstrando que as dose dos agrotóxicos podem ser alteradas desde que consiga melhorar a cobertura, densidade de gotas e deposição do defensivo agrícola sobre o alvo.

Portanto, a tecnologia de aplicação deve ser estudada junto aos efeitos dos adjuvantes e agrotóxicos para que os defensivos agrícolas possam ter máxima eficácia de seus produtos em doses reduzidas. Segundo Oliveira et al.

(2010) os produtos de ação de contato devem ter maior cobertura em comparação aos de ação sistêmico, contudo deve-se levar em conta que, mesmo utilizando-se produtos denominados sistêmicos, estes costumam apresentar apenas movimentação translaminar.

Na Figura 20, demonstrou-se a variação entre os adjuvantes e sua eficácia de controle.

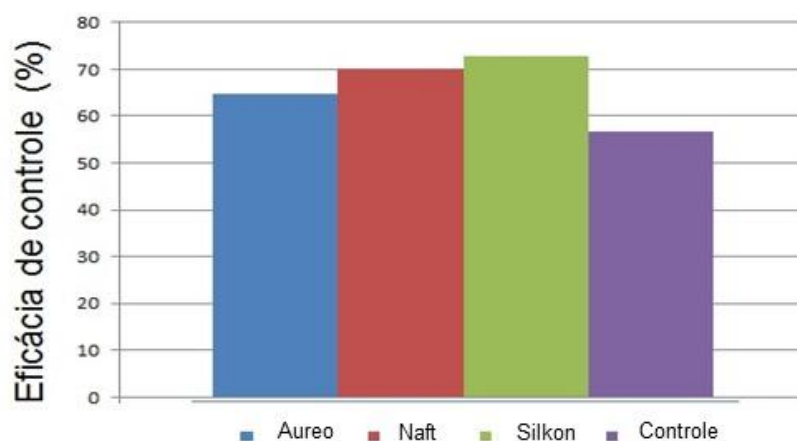


FIGURA 20. Eficácia de controle da lagarta da soja utilizando diferentes adjuvantes, junto ao inseticida.

Observou-se que nos resultados apresentados no quadro 39, o controle apresentou menor eficácia na mortalidade da praga alvo. Entretanto, a eficácia da mortalidade foi significativo para os tratamentos no nível de 10% de probabilidade pelo teste de Tukey. Esta variação entre os adjuvantes e o controle pode ter sido devido ao aumento da cobertura, da densidade de gotas e da deposição.

No Quadro 38 esta apresentado as análises e variância do resultado da eficácia de controle, pelo teste F, no nível de 10% de probabilidade.

Quadro 38. Resumo das análises de variâncias para análise de eficácia de mortalidade da calda pulverizada

F. V.	G. L.	Quadrado médio
		Eficácia de mortalidade (%)
Bloco	4	131,86
Produto	3	248,02*
Residuo	12	169,91
C.V. (%)		19,71

* Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

No Quadro 39 esta demonstrado o resultado da eficácia de mortalidade, analisado pelo teste Tukey, a nível de 10% e probabilidade, para os diferentes adjuvantes utilizados.

Quadro 39. Efeito dos diferentes adjuvantes sobre a eficácia de controle da praga

Produto	Eficácia de mortalidade (%)
Aureo	64,77 b
Naft	70,14 a
Silkon	72,81 a
Controle	56,85 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10 % de probabilidade.

Na avaliação estatística da eficácia de mortalidade, o produto foi significativo. O trabalho de Oliveira (2008) com uso de diferentes ingrediente ativos, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos m relação a eficácia de mortalidade e o número de lagartas vivas após aplicação do inseticida.

No ensaio desenvolvido por Oliveira et al. (2010) demonstrou-se que na aplicação em laboratório, onde o produto atinge diretamente o alvo, o volume pode ser reduzido até 17 L ha^{-1} , sem prejudicar o controle de *P. includens*.

Vários estudos demonstram que as reduções das doses, influenciam na redução da mortalidade de praga. Segundo Oliveira et al. (2010), a aplicação de metade da dose de endosulfan (recomendada para *Anticarsia gemmatalis*), não apresentou controle satisfatório. Normalmente, os estudos feitos com redução de dose de inseticidas não interagem com as condições de melhora da pulverização, como observado nestes ensaios utilizando adjuvantes adicionados nas caldas.

CONCLUSÃO

Nas condições em que o trabalho foi conduzido pode-se concluir que:

Os adjuvantes modificou o espectro de gotas.

O Silkon em comparação com o controle apresentou um acréscimo de 54% para cobertura, 36,74% para a densidade de gotas e de 28% para deposição.

Os adjuvantes melhorou a pulverização, tendo um acréscimo de até 28% da eficácia de mortalidade, em relação ao controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265-267, 1925.

ALBUQUERQUE, F.A; ROCHA, A.Z.; OLIVEIRA, L.S.N.; SILVA, C.B.R.; BECCHI, L.K.; HASEGAWA, J.T.; SEMCHECHEN, P.P.L.; KOJIMA, E.A.R. **Eficácia do inseticida ampligo no controle da lagarta *pseudoplusia includens* (Walker) na cultura da soja**. Resumos da XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil - São Pedro, SP, p. 88, 2011.

BELLETTINI, S.; BELLETTINI, N.M. T.; BRITO NETO, A.J.; NONOMURA, F. E.; KOYAMA, S. Diferentes inseticidas e doses no controle da lagarta falsa medideira (*Pseudoplusia includens* Walker, 1857), na cultura da soja. In: XXIX Reunião de Pesquisa de Soja na Região Central do Brasil, Campo Grande. **Anais...**p. 48-50. XXIX RPSRCB. 2007.

CRUZ, W. P; SALGADO, F. H. M; JÚNIOR, D. F. F; RODRIGO RIBEIRO FIDELIS, R. R.; Nutrição e genética na ocorrência de pragas, inimigos naturais e ataque de minadoras em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). **J. Biotec. Biodivers**, v. 3, n. 1, p. 74-81, 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura**. 2010, Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em: 09 set. 2012.

GUEDES. J. V. C.; FIORIN. R. A. F.; STÜRMER. G. R.; PRÁ. E. D.; PERINI. C. R.; BIGOLIN. M. Sistemas de aplicação e inseticidas no controle de *Anticarsia gemmatalis* soja. **Agriambi**, v.16, n.8, p. 910–914, 2012.

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

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

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. p. 76, Dissertação (Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal - SP. 2008.

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*. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.30, n.1, p. 92-99, 2010.

STORCH, G.; LOECK, A. E.; BORBA, R. DA S.; MAGANO, D. A.; MORAES C L.; GRÜTZMACHER, A. D. Efeito de inseticidas aplicados em doses subletais

sobre a dieta artificial e em lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE). **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.13, n. 2, p. 175-179, 2007.

STÜRMER, G. R.; FILHO, A. C.; STEFANELO, L. S.; GUEDES, J. V. C. Efficiency of sampling methods for caterpillars and stink bugs in soybean. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.12, p.2105-2111, dez, 2012.

ANEXO

Anexo 1. Resumo da análise de variância dos efeitos da tensão superficial e viscosidade da calda

F.V.	G.L.	Quadrados médios	
		Tensão superficial (mN m ⁻¹)	Viscosidade (cSt)
Produtos (P)	2	554,99 **	0,01467 **
Temperatura (T)	2	0,58	0,02952 **
Concentração (C)	3	38,01 **	0,01642 **
(P)x(T)	4	9,48 **	0,00545 **
(P)x(C)	6	1,91 **	0,00691 **
(T)x(C)	6	1,1 *	0,00078
(P)x(T)x(C)	12	0,64	0,00024
Fat.vs.Test.	1	4088,84 **	0,00272 *
Tratamentos	36	149,38 **	0,00587 **
Resíduo	74	0,38	0,00046
C.V. (%)		1,78	3,86

** Significativo a 1%, * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, (Fat) = fatorial, Test. = (testemunha).

Anexo 2. Resumo da análise de variância no espectro de gotas formado

F.V.	G.L.	Quadrados médios						
		Dv ₁₀	Dv ₅₀	Dv ₉₀	SPAN	%V<50µm	%V50a100 µm	%V>500µm
(P)	2	647,19 **	7430,35 **	118606,41*	0,34	1,51 **	8,03 **	386,98 **
(T)	2	303,7 **	485,66	12188,19	0,11	0,43 *	1,7 *	2,59
(C)	3	4984,26 **	7328,63 **	9991,14	0,52	3,50 **	52,4 **	21,69
(P)x(T)	4	271,8 **	542,37 **	53464,3	0,41	0,54 **	2,0 **	23,76
(P)x(C)	6	1312,94 **	2090,13 **	17501,14	0,24	2,43 **	18,93 **	34,18
(T)x(C)	6	105,53	162,99	13924,23	0,12	0,35 **	1,06 *	3,67*
(P)x(T)x(C)	12	25195 **	518,86 **	31651,43	0,27	0,33 **	2,87 **	20,58
Fat.vs.Test.	1	75,27 ns	4358,26 **	5047,09	0,00031	0,04	0,36	88,12 *
Tratamentos	36	820,87 **	1780,3 **	29967,68	0,26	1,04 **	9,42 **	41,71 **
Resíduo	74	59,94	185,77	27944,70	0,25	0,11	0,36	18,31
C. V. (%)		6,30	5,09	29,73	30,55	16,02	12,50	34,44

** Significativo a 1%, * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, (Fat) = fatorial, Test. = (testemunha) Dv₁₀ (Diâmetro da gota a 10% do volume acumulado), Dv₅₀ (Diâmetro da gota a 50% do volume acumulado), Dv₉₀ (diâmetro da gota a 90% do volume acumulado), SPAN (amplitude relativa), %V<50µm (% de volume <50 µm), %V50 a 100 µm (% de volume entre 50 a 100 µm) e %V>500µm (% de volume maior que 500 µm).