

## QUALIDADE DA APLICAÇÃO DE INSETICIDA NA CULTURA DA SOJA REALIZADA EM DIFERENTES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E OPERACIONAIS

NELSON CRISTIANO WEBER<sup>1</sup>; ELOÁ MATOS DOS SANTOS<sup>2</sup>; ALEXANDRE RUSSINI<sup>2</sup>; FERNANDO FELISBERTO DA SILVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. nelson.weber@ufrgs.br.

<sup>2</sup> Campus Itaquí, Universidade Federal do Pampa. Av. Luiz Joaquim de Sá Brito, s/n. Promorar, 97650-000, Itaquí, RS, Brasil., eloamattos@hotmail.com; alexandrerrussini@unipampa.edu.br.

<sup>3</sup> Campus São Gabriel, Universidade Federal do Pampa. Av. Antonio Trilha, 1847, São Clemente, 97300-000, São Gabriel, RS, Brasil. fernando.silva@unipampa.edu.br.

**RESUMO:** A soja (*Glycine max*) é a principal cultura produzida no Brasil e líder na comercialização de agrotóxicos, sendo que, a tecnologia de aplicação empregada na utilização destes, desempenha fundamental importância na qualidade e segurança dos produtos agrícolas produzidos, no entanto, muitas vezes é limitada por condições climáticas que comprometem o controle esperado. Objetivou-se com o presente estudo avaliar a qualidade da aplicação de inseticida realizada em soja, sob diferentes condições climáticas e operacionais. O estudo foi conduzido em lavoura comercial de soja no município de Itaquí/RS durante a safra 2014/15. Foram realizadas aplicações às 10, 14 e 18 horas, nas pressões de 20, 35 e 50 lbs.pol<sup>-2</sup> com e sem óleo mineral. A deposição da calda foi avaliada com cartões hidrossensíveis e processados pelo software Gotas. Os parâmetros analisados foram número de gotas, classes de diâmetros, densidade de gotas e diâmetro mediano volumétrico (DMV). Os resultados demonstraram que as condições climáticas menos adequadas para aplicação foram às 14h, sendo que a associação de maiores pressões de trabalho com a utilização do óleo mineral, possibilitaram aumento do número e de densidade de gotas, bem como aumentaram a uniformidade da distribuição de gotas no dossel, possibilitando incremento dos parâmetros avaliados sob condições inadequadas.

**Palavras-chaves:** tecnologia de aplicação, defesa fitossanitária, agrotóxicos, *Glycine max*.

## QUALITY OF SOYBEAN INSECTICIDES APPLIED IN DIFFERENT CLIMATIC AND OPERATING CONDITIONS

**ABSTRACT:** Soybean is one of the main grain crop production in Brazil, this way is featured in phytosanitary products use for the pests control. The application technology used have important role in quality and safety of agricultural products, as well as environmental and human. The climatic conditions perform great influence on quality of application, thus indicating its safety and effectiveness of control. The aim of this work was to evaluate the soybean insecticide application quality, in different climatic and operating conditions. The study was conducted in commercial tillage in Itaquí/RS, during 2014/15 season. The applications were performed on 10 AM, 2 PM and 6 PM, with 20, 35 and 50 lbs.pol<sup>-2</sup> pressure, with and without mineral oil. The spray deposition was evaluated with hydrosensible cards and processed by Gotas software. The evaluated parameters were drops number, diameter classes, drops density and mean volumetric diameter (MVD). The results showed that 2 PM was the situation less suitable climatic conditions for application; the association of higher pressures with mineral oil, allowed to increase the number and density of droplets, as well as the drops distribution uniformity in canopy, allowing the parameters evaluation under inadequate conditions.

**Keywords:** Application technology, Phytosanitary defense, Pesticides, *Glycine max*

## 1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], destaca-se como a principal cultura de grãos produzida no Brasil, com mais de 35 milhões de hectares cultivados nos quais supera a marca de 119 milhões de toneladas produzidas, sendo o Rio Grande do Sul responsável por quase 15% desta produção (CONAB, 2018). Devido à grande expressão do cultivo de soja, o incremento da sua produção está associado, entre outros fatores, ao maior uso de agrotóxicos, tornando o Brasil um dos líderes na comercialização deste tipo de produto (SANTOS, 2005). A aplicação de agrotóxicos é uma das operações que causam maior preocupação durante a condução da lavoura, esta prática, se bem conduzida, permite o controle das pragas que podem diminuir e comprometer a produtividade nas lavouras (CHAIM, 2009; PRADO et al., 2010). Porém, atualmente, devido ao caráter emergencial em que as aplicações são realizadas, pouca importância tem se dado para os fatores técnicos que influenciam e/ou comprometem a qualidade da aplicação, reduzindo sua eficiência técnica, econômica e ambiental (RAMOS et al., 2010; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Os inseticidas compreendem um dos principais grupos de agrotóxicos utilizados nos cultivos, em especial na cultura da soja, em que principalmente os piretroides, que atuam por contato nos insetos pragas, necessitam de uma aplicação de elevada eficiência, com elevada cobertura foliar e uniforme ao longo do dossel, atingindo o inseto e diminuindo as perdas para o ambiente (CUNHA; TEIXEIRA; FERNANDES, 2007; VIEGAS NETO, 2013).

Porém, entre os fatores que limitam o desempenho da aplicação, estão os operacionais, como pressão de trabalho, pontas de pulverização, utilização de aditivos e ou adjuvantes bem como características físico-químicas dos produtos (REYNALDO et al., 2016; SCHNEIDER et al., 2013; TAVARES et al., 2017). Já entre os fatores climáticos, segundo Pinto et al. (2007) e Oliveira et al. (2012), deve-se considerar principalmente a temperatura do ambiente, a

umidade relativa do ar e a velocidade do vento, que são características que podem influenciar negativamente sobre as perdas para o ambiente seja por deriva ou por evaporação, comprometendo a eficiência de controle da aplicação a ser realizada.

Para minimizar os efeitos negativos que as condições climáticas podem ocasionar, buscando aumentar a eficiência da aplicação, o espectro de gotas deve ser conhecido e manejado, ajustado por meio de diferentes pontas de pulverização e ainda, por meio da utilização de adjuvantes como óleo mineral, proporcionando melhores características físicas da calda, como viscosidade e resistência à evaporação, o que diminui as perdas e reduz ainda seu risco de deriva (BAESSO et al., 2014; GODINHO JUNIOR et al., 2018).

A importância de conhecer ou aprimorar o processo de aplicação a partir das condições operacionais, se deve principalmente à otimização dos recursos disponíveis durante a operação, com destaque para as condições climáticas que não podem ser controladas, porém, é imprescindível a observação de tais condições durante a operação. Desta forma, observa-se que na prática, devido ao pouco tempo em que as decisões de manejo devem ser tomadas, esse cenário não faz parte da realidade na maioria das propriedades rurais brasileiras. Frente a essas necessidades, muitas vezes as aplicações não condizem com a maior eficiência técnico-econômica requerida (SANTOS, 2003; ANTUNIASSI; BOLLER, 2011). Assim, com o presente trabalho objetivou-se avaliar a qualidade da aplicação de inseticida em soja, realizada em diferentes condições climáticas e operacionais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavoura comercial de soja no município de Itaqui/RS, latitude 29°18'77,10" S, longitude 56°57'34,25" W e 74 m de altitude, durante a safra agrícola 2014/15. A classificação climática da região é o Cfa de acordo com Koppen e Geiger (1939), com temperatura média de 20,3°C e pluviosidade média anual

de 1.438mm. O tipo de solo predominante no município é o Plintossolo Argilúvico Eutrófico com declividade média de 3,5% (GASS et al., 2015). A cultivar utilizada foi a Tec 7849 IPRO (ciclo tardio, grupo de maturação – 7,8, estatura média/alta, moderadamente resistente ao acamamento) e encontrava-se em estágio reprodutivo classificado em R2 segundo Fehr e Caviness (1977), com aproximadamente 70 cm de altura e uma população de plantas de 260.000 pl.ha<sup>-1</sup>.

A aplicação foi realizada com pulverizador tratorizado da marca Jacto, modelo Advance 3000 Tandem com barra de aplicação de 24 m de largura de barra e altura de aplicação de 0,5 m acima do dossel da cultura. Para a aplicação foi utilizado o inseticida da marca comercial Trinca Caps® (Lambda-cialotrina 250 g.L<sup>-1</sup>), grupo químico piretroide, na dose registrada para a cultura, visando ao controle do percevejo verde da soja [*Nezara viridula* (L., 1758)], de 30 mL.ha<sup>-1</sup> (BRASIL, 2019). O adjuvante utilizado foi o óleo mineral Nimbus 2000® (Syngenta). Para cada aplicação, preparou-se um volume de calda de 300 L, a fim de garantir uma quantidade mínima e evitar

oscilações na sucção devido a possíveis desníveis com o deslocamento do equipamento na lavoura.

O experimento seguiu um esquema fatorial 3x3x2, sendo constituído por três horários de aplicações (10,14 e 18 horas), três pressões de trabalho (20, 35 e 50 lbs.pol<sup>-2</sup>) e duas concentrações de óleo mineral (0 e 0,5%) em 3 repetições, com delineamento de blocos ao acaso. Cada parcela foi definida pelas dimensões de 6x3m, totalizando 18m<sup>2</sup>. As aplicações foram realizadas por meio de ponta duplo leque, marca Magnojet, da série AD-IA/D, antideriva com indução de ar, ângulo de abertura de 110° e 40° entre leques e espaçamento entre pontas de 0,5 m. As mesmas foram realizadas nos horários de 10, 14 e 18 horas, a fim de obter diferentes condições climáticas no momento da operação, as quais constam na Tabela 1. As pressões utilizadas foram determinadas previamente em função do tipo de ponta utilizada e ainda pela utilização de um controlador eletrônico de fluxo de baixo volume no pulverizador. Tal controlador não permitiu a utilização de pressões acima de 50 lbs.pol<sup>-2</sup>.

**Tabela 1.** Dados climáticos no momento das aplicações. Itaqui, RS.

Horário (h)	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%UR)	Velocidade do vento (km/h)
10	32,1 b*	52,1 b	5,5 b
14	34,5 a	44,0 c	7,0 a
18	30,2 c	57,3 a	3,1 c

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As avaliações foram realizadas por meio do depósito de calda sobre cartões hidrossensíveis (Syngenta®), que foram alocados no campo com suportes nas linhas das plantas de soja, no centro de cada parcela, à 60 cm de altura, na superfície do dossel. Após as aplicações, os cartões foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados para posterior análise. Em laboratório, estes foram digitalizados em escâner digital Epson modelo Perfection V330 Photo, em resolução de 600dpi, e processados pelo software Gotas, fornecido

pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Meio Ambiente (CNPMB).

Como parâmetros fornecidos pelo software utilizados nas análises, foram consideradas as variáveis: 1) número de gotas encontradas na superfície do cartão (10cm<sup>2</sup>); 2) número de diferentes classes de diâmetro, indicando uniformidade do padrão de gotas; 3) densidade de gotas (número de gotas por centímetros quadrados); e 4) diâmetro médio volumétrico, que representa o diâmetro correspondente à 50% do volume aplicado (EMBRAPA, 2014).

Os dados foram submetidos à análise de normalidade de Shapiro-Wilk e, sendo satisfeita esta condição, procedeu-se a análise de variância. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada análise de correlação entre as variáveis avaliadas. Todas as análises foram realizadas utilizando software estatístico Assistat 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de óleo mineral junto a calda não promoveu alterações significativas sobre o número de gotas encontrado entre os

horários avaliados (Tabela 2), embora seja possível verificar que às 14h, em valores absolutos, houve incremento nesta variável, contrariamente do que ocorreu no horário das 10 e 18h. Possivelmente este comportamento esteja associado a maior umidade do ambiente nos horários das 10 e 18h, ficando as gotas que receberam óleo, em função da menor evaporação, mais propensas a se agruparem. Resultado semelhante ao encontrado no presente estudo foram relatados por Nascimento et al. (2013), onde aplicações realizadas em temperaturas mais amenas e com maior umidade, promoveram incremento do número de gotas na superfície do dossel vegetal também de soja.

**Tabela 2.** Número de gotas encontrado em função de diferentes horários e condições de aplicação de inseticida em soja. Itaquí,RS.

Fatores		Horários (horas)			Média Geral
		10	14	18	
Óleo <sup>1</sup>	Com	153,33Aa	237,11Aa	197,33 Aa	195,93 a
	Sem	194,33 Aa	188,00 Aa	207,22 Aa	196,52 a
Pressões (lbs.pol <sup>-2</sup> )	20	150,50 aA*	109,67bA	167,33aA	142,50 b
	35	161,83aA	188,33bA	218,17aA	189,44 b
	50	209,17aB	339,67aA	221,33aB	256,72 a
Média Geral		173,83A	212,55A	202,28A	CV (%) 32,91

\*As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. <sup>1</sup>= Não houve diferença significativa para este fator.

Quando analisada a influência de diferentes pressões de trabalho, denota-se que houve interação significativa deste fator entre os horários avaliados ( $p < 0,05$ ), indicando principalmente que em aplicações às 14h, foi possível atingir maior número de gotas (339,67 gotas) em relação aos demais horários e pressões utilizadas (Tabela 2). Segundo Antuniassi e Boller (2011) e Cunha e Alves (2009) as condições ambientais como temperatura e operacionais como pressão, influenciam nas características físico-

químicas da calda, assim, a maior temperatura no horário das 14h associada a menor umidade pode ter sido capaz de promover redução da viscosidade da calda que, associada ao aumento da pressão de trabalho, foi responsável por gerar maior fragmentação do espectro de gotas formado (MACIEL et al., 2016), aumentando o número de gotas encontrado no cartão bem como o número de diferentes classes de diâmetro, apresentado pela Tabela 3, influenciando assim na uniformidade da aplicação.

**Tabela 3.** Número de classes de diâmetro encontrados em função de diferentes horários e condições de aplicação de inseticida em soja. Itaqui, RS.

Fatores	Horários (horas)			Média Geral	
	10	14	18		
Óleo	Com	115,11 Aa	143,66 Aa	142,55 Aa	133,78 a
	Sem	126,33 Aa	132,11 Aa	115,11 Aa	124,52 a
Pressões (lbs.pol <sup>-2</sup> )	20	106,33 Aa	91,17 Aa	105,33 Aa	100,94 b
	35	116,33 Aa	130,00 Aa	125,00 Aa	123,78 b
	50	139,50 Aa	192,50 Aa	156,17 Aa	162,72 a
Média Geral	120,72A*	137,89A	128,83A	CV (%) 25,65	

\*As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. != Não houve diferença significativa para este fator.

Quando comparados os resultados do número de gotas com as classes de diâmetro (Tabela 2 e 3), a razão entre essas variáveis representa a homogeneidade do espectro de gotas, nesta perspectiva, quanto menor a razão, mais uniforme o espectro formado. No horário das 10h a variação obtida entre estas duas variáveis foi de 69,44%, seguida de 64,87% e de 63,68% para as 14h e 18h, respectivamente. Isto indica que a aplicação realizada às 10h (primeiro horário), foi a que apresentou o espectro de gotas mais irregular dentre os horários avaliados, podendo este comportamento estar associado ao menor número de gotas encontrado nesta aplicação. Ferguson et al. (2015) ao estudarem o espectro de gotas formado por mais de 20 tipos de pontas, apontaram que não há regularidade sobre a maioria delas, além de que, quando trabalhando sob uma mesma pressão de trabalho, em funções de características físico-químicas da calda, pode ocorrer variações que influenciam também no tamanho das gotas, sendo que o mesmo comportamento pode ter ocorrido no presente estudo, uma vez que as aplicações foram realizadas em diferentes condições climáticas influenciando características físico-químicas da calda aplicada.

Adicionalmente, ainda pela Tabela 3 é possível observar que com a maior pressão utilizada também houve incremento das classes de diâmetro, quando este resultado é contrastado com o número de gotas obtido na mesma condição (256,72 gotas), fica evidenciado a formação de espectro de gotas mais uniforme, possivelmente associado a maior abertura e uniformidade do leque de aplicação obtido quando utiliza-se pressões maiores. Entretanto, Cunha, Marques e Alves (2016) ao avaliarem a deposição de gotas ao longo do dossel com diferentes pontas e pressões de trabalho, concluíram que mesmo utilizando pressões mais elevadas não foi possível aumentar a cobertura de folhas na porção basal do dossel na cultura da soja, demonstrando a influência do ajuste correto da pressão de trabalho associado também a fatores da própria cultura, como a cobertura foliar do dossel.

Para a variável densidade de gotas, na aplicação às 14h foram obtidas as maiores médias, seguida das 10 e das 18h (Tabela 4). Entre as 14 e 18h, houve redução de 78,29% sobre a densidade de gotas registrada entre estes horários.

**Tabela 4.** Densidade de gotas (gotas.cm<sup>-2</sup>) encontrada em função de diferentes horários e condições de aplicação de inseticida em soja. Itaqui, RS.

Fatores	Horários (horas)			Média Geral	
	10	14	18		
Óleo	Com	15,27aB*	23,50aA	1,00bC	13,26 a
	Sem	9,25bB	18,80bA	8,18aB	12,08 a
Pressões (lbs.pol <sup>-2</sup> )	20	8,03bA	10,96cA	10,04aA	9,68 b
	35	7,92bB	18,93bA	1,24bC	9,37 b
	50	20,84aB	33,56aA	2,48bC	18,96 a
Média Geral	12,26B	21,15A	4,59C	CV (%)	35,87

\*As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ns = Não significativo.

A partir dos resultados encontrados foi possível observar o efeito protetor promovido pela adição do adjuvante, sendo este responsável por elevar os valores de densidade de gotas nos dois primeiros horários avaliados ( $p < 0,05$ ). O contrário foi observado para o horário das 18h, onde tal comportamento é corroborado pelos valores de tamanho das gotas, representado pelo diâmetro médio volumétrico (DMV). Entre estas duas variáveis foi possível observar uma correlação negativa ( $r$ -Pearson =  $-0,6945$ ;  $p < 0,0001$ ), onde menores valores de densidade de gotas estão correlacionados com o maior tamanho das mesmas, principalmente pela união destas em função das condições ambientais (VARGAS; ROMAN, 2006; BAESSO et al., 2014; HEIDARY et al., 2014). Adicionalmente, com a utilização de adjuvante, além de promover a formação de uma película protetora sobre as gotas, Godinho Junior et al. (2018) ao avaliarem a qualidade de aplicação com quatro diferentes tipos de pontas e a utilização de LI700, apontaram que com o uso do adjuvante foi possível reduzir o risco de deriva, evitando as perdas para o ambiente.

Houve interação significativa entre as pressões utilizadas e as aplicações em diferentes horários ( $F = 17,45$ ,  $GL = 4$ ,  $p < 0,0001$ , Tabela 4). A associação da maior pressão com o horário das 14h garantiu a deposição de gotas de forma uniforme e dentro dos limites de densidade recomendados na literatura, que segundo Matthews (1979) e Monteiro (2006) deve ser

entre 30 e 40 gotas.cm<sup>-2</sup>. Ao passo que para o horário das 18h foi possível observar comportamento contrário, diminuindo os valores de densidade de forma significativa, semelhante ao que ocorreu com a utilização do óleo mineral neste horário. Estes resultados sugerem que, em função das condições ambientais no momento da aplicação, estas podem ter influenciado tanto no comportamento da gota em relação ao ambiente, como também em relação à deposição no alvo, modificando a cobertura da superfície a ser atingida pelas gotas e até mesmo sobrepondo-as (NASCIMENTO et al., 2013).

Balan et al. (2008) avaliando aplicação em diferentes horários e pontas de pulverização, sobre a cobertura proporcionada, indicam que a deposição varia principalmente em função do tipo de ponta utilizada, podendo chegar a 100% em horários com elevada temperatura e baixa umidade do ar. Adicionalmente, Nascimento et al. (2013) ao realizarem um experimento com o objetivo de avaliar a interação entre horários de aplicações e tipos de pontas, indicaram que em condições inadequadas de aplicação, não houve diferenças entre a densidade de gotas, entretanto, no horário recomendado, as pontas de jato plano duplo, apresentaram melhor deposição. Espera-se assim que em condições ambientais adequadas, a ponta de jato duplo (mesmo tipo de ponta utilizado no presente estudo) seja mais eficiente quando comparada as demais, porém, esta eficiência fica comprometida em aplicações realizadas com

condições não recomendadas, fazendo-se necessário o uso de adjuvantes e pressões adequadas com o objetivo de aumentar a eficiência ou reduzir tais perdas, o que pôde ser visualizado pelo presente estudo (JUSTINIANO; TSUMANUMA; MONTEZUMA, 2014; REYNALDO et al., 2016).

O diâmetro médio volumétrico (DMV 50) que corresponde o diâmetro médio que representa 50% do volume aplicado, é um dos principais parâmetros influenciados pelas condições climáticas e operacionais da aplicação, sendo este fator intimamente relacionado com o espectro de gotas formado,

a qualidade da aplicação e sua consequente eficiência no campo (CUNHA, 2008; SCHAMPHELEIRE et al., 2009). Os resultados para esta variável são apresentados pela Tabela 5, sendo possível observar que os maiores valores foram encontrados no horário das 18h, seguido das 10 e 14h. Este comportamento está fortemente associado às condições ambientais como temperatura e umidade, como na aplicação das 14h, onde havia a maior temperatura e menor umidade do ambiente, situação que propicia maior evaporação das gotas, o que diminui o seu tamanho (ANTUNIASSI; BOLLER, 2011; NASCIMENTO et al., 2013).

**Tabela 5.** Diâmetro médio volumétrico (DMV( $\mu\text{m}$ )) encontrado em função de diferentes horários de aplicações.

Fatores		Horários (horas)		
		10	14	18
Óleo	Com	855,31bB*	616,03aB	1329,98aA
	Sem	1105,18aA	560,14 aB	1029,38bA
Pressões (lbs.pol <sup>-2</sup> )	20	1029,54aA	573,55 aB	945,82bA
	35	953,03aB	543,32aC	1402,665aA
	50	561,21bB	647,39 aB	1190,56abA
Média Geral		847,78B	588,09C	1179,68A

\*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ns = Não significativo.

Outro ponto que deve ser considerado é sobre o aumento do risco de deriva que está relacionado com tamanho de gotas menores, neste sentido, Bueno, Cunha e Santana (2017) ao avaliarem diferentes tipos de pontas e tamanho de gotas formado, apontaram que menores perdas por deriva da aplicação em soja foram obtidas com aplicações de gotas maiores. Outra forma de diminuir tal risco é por meio da utilização do óleo mineral, sendo que no presente estudo sua adição junto a calda promoveu incremento do DMV de forma significativa apenas na aplicação às 18h, e quando não utilizado, os menores tamanhos para esta variável foram encontrados no horário das 14h, não havendo diferença estatística entre os horários das 10 e 18h.

O espectro de gotas é diretamente influenciado pelas condições ambientais e, neste contexto, principalmente em condições não adequadas, a utilização do óleo foi

responsável por diminuir as perdas por evaporação, por duas vias, conforme apontado Antuniassi e Boller (2011) e Mendonça, Raetano e Mendonça (2007), primeiro pela proteção física obtida contra evaporação e segundo, pela menor tensão superficial da calda, promovendo um espalhamento mais homogêneo na superfície de contato aumentando a cobertura da aplicação.

O aumento da pressão de trabalho proporcionou redução significativa no DMV no horário das 10h, porém não foi suficiente para reduzi-lo no horário das 14 e 18h. Quando avaliado a diferença de DMV entre os horários, constata-se que os maiores valores foram obtidos às 18h, e os menores, às 14h. Como apontado anteriormente, o DMV correlaciona-se negativamente com a densidade de gotas, sendo justificado pelas condições ambientais do experimento, principalmente de umidade relativa que confere maior integridade à gota. E ainda,

maiores pressões que promovem abertura total do leque de aplicação, o que confere melhor cobertura pode influenciar a penetração da calda no dossel, aumentando assim a uniformidade da aplicação. Adicionalmente, Vargas e Roman (2006) indicam que a utilização de pressões abaixo do recomendado diminuem a abertura do leque formado pela ponta, impossibilitando-o de expandir totalmente o ângulo de abertura, o que implica tanto na formação de espectro de gotas desuniforme, com gotas maiores como também na eficiência de controle desejada que fica comprometida.

## 5 REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação de fungicidas. *In*: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAP, 2011. p. 221-229.

BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; RUAS, R. A. A.; BAESSO, R. C. E. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 780-785, 2014.

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

BUENO, M.; CUNHA, J. P. A. R.; SANTANA, D. G. Assessment of spray drift from pesticide applications in soybean crops. **Biosystems Engineering**, San Diego, v. 154, p. 35-40, 2017.

CHAIM, A. **Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

ALVES, J. M. B. et al. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Companhia nacional de abastecimento. Brasília, DF, CONAB. v.5, n.12, Set. 2018. 155 p.

CUNHA, J. P. A. R. Simulação da deriva de agrotóxico em diferentes condições de pulverização. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1616-1621, 2008.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciência**, Caracas, v. 34, n. 9, p. 655-659, 2009.

CUNHA, J. P. A. R.; MARQUES, R. S.; ALVES, G. S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 6, p. 761-768, 2016.

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

## 4 CONCLUSÕES

A qualidade da aplicação foi influenciada diretamente pelas condições climáticas no momento da operação.

Em condições não adequadas, a utilização do óleo mineral proporcionou elevação no número e densidade de gotas.

O aumento da pressão de trabalho foi responsável por promover maior uniformidade da aplicação.



FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977.

FERGUSON, J. C.; O'DONNELL, C. C.; CHAUHAN, B. S.; ADKINS, S. W.; KRUGER, G. R.; WANG, R.; FERREIRA, P. H. U.; HEWITT, A. J. Determining the uniformity and consistency of droplet size across spray drift reducing nozzles in a wind tunnel. **Crop Protection**, Oxford, v. 76, p. 1-6, 2015.

GASS, S. L. B.; SILVA, D. M.; MISSIO, E.; RIBEIRO, D. L. Estruturação do banco de dados e caracterização básica do município de Itaqui, RS, Brasil, para fins de seu Zoneamento Ecológico-Econômico. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: INPE, 2015. p. 4073-4081.

GODINHO JUNIOR, J. D.; RUAS, R. A. A.; REIS, M. R.; CARVALHO FILHO, A.; FARIA, V. B. Reduction in the spray drift of 2,4-D in tomato using hydraulic nozzles with air induction and Li-700 adjuvant. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 48, n. 2, p. 134-139, 2018.

HEIDARY, M. A.; DOUZALS, J. P.; SINFORT, C.; VALLET, A. Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: A literature review. **Crop Protection**, Oxford, v. 63, p. 120-130, 2014.

JUSTINIANO, W.; TSUMANUMA, G.; MONTEZUMA, M. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. **Informativo de Desenvolvimento Tecnológico**, São Paulo, v. 3, n. 9, 2014, 9 p.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MACIEL, C. F. S.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; ZOLNIER, S.; CECON, P. R. Droplet spectrum at different vapour pressure deficits. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 41-46, 2016.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. London: Longman, 1979.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília: MAPA, 2019. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 13 jan. 2019.

MONTEIRO, M. V. **Compêndio de aviação agrícola**. Sorocaba: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica, 2006.

NASCIMENTO, J. M.; GAVASSONI, W. L.; SOUZA, C. M. A.; BACCHI, L. M. A.; SERRA, A. P.; ZACCARON, M. L. Pontas de pulverização e horários de aplicação no controle químico de ferrugem asiática da soja. **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2037-2048, 2013.

- OLIVEIRA, G. M.; BALAN, M. G.; FONSECA, I. C. B.; ABI SAAB, O. J. G. Sentidos de aplicação e pontas de pulverização no percentual de cobertura em alvos artificiais, para diferentes situações de orientação de alvo e vento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p. 581-586, 2012.
- PRADO, E. P.; RAETANO, C. G.; CHRISTOVAN, R. S.; AGUIAR JR, H. O.; DAL POJETTO, M. H. F. A. Tecnologias de aplicação de produtos fitossanitários no controle de percevejos pragas na cultura da soja. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 2, p. 265-274, 2010.
- PINTO, J. R.; LOECK, A. E.; SOUZA, R. T.; LOUZADA, R. S. Estabilidade à exposição solar dos traçantes azul brilhante e amarelo tartrasina utilizados em estudos de deposição de pulverização. **Revista Brasileira Agrocência**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 105-107, 2007.
- RAMOS, H.; SANTOS, J. M. F.; ARAÚJO, R. M.; BONACHELA, T. M.; SANTIAGO, T. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. São Paulo: ANDEF, 2010.
- REYNALDO, E. F.; MACHADO, T. M.; TAUBINGER, L.; QUADROS, D. Vertical and horizontal oscillation of three models of self-propelled boom sprayers. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 10, p. 941-945, 2016.
- SANTOS, J. M. F. Aplicação correta: eficiência, produtividade e baixo custo em culturas agrícolas. *In*: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, IX, 2003, Catanduva. **Anais [...]**. Catanduva: Instituto Biológico, 2003. p. 69-113.
- SANTOS, J. M. F. **Mini curso**: tecnologia de aplicação de pesticidas (terrestre e aérea) tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. São Paulo: Instituto Biológico, 2005.
- SCHAMPHELEIRE, M.; NUYTENS, D.; BAETENS, K.; CORNELIS, W.; GABRIELS, D.; SPANOGHE, P. Effects on pesticide spray drift of the physicochemical properties of the spray liquid. **Precision Agriculture**, Berlin, v. 10, p. 409-420, 2009.
- SCHNEIDER, J. L.; OLIVEIRA, G. M.; BALAN, R. E.; CANTERI, M. G.; ABI SAAB, O. J. G. Cobertura de gotas de pulverização obtida com diferentes pontas e taxas de aplicação na parte aérea na cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 5, p. 797-802, 2013.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, Abraka, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
- TAVARES, R. M.; CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, T. C.; ALVES, G. S.; SILVA, J. E. R. Estudo de um sistema de eletrificação de gotas em pulverizador costal pneumático pelo método de gaiola de Faraday. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 5, p. 476-485, 2017.
- VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. (Embrapa Trigo Documentos Online, 56). 7 p.
- VIEGAS NETO, A. L. **Tecnologia de aplicação de inseticida no controle da lagarta-falsa-medideira na cultura da soja**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.