

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MINIMIZAÇÃO DOS EFEITOS NEGATIVOS DE
APLICAÇÃO DE AGROTÓXICO EM CONDIÇÕES
CLIMÁTICAS ADVERSAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Nelson Cristiano Epping

**Itaqui, RS, Brasil
2015**

NELSON CRISTIANO EPPING

**MINIMIZAÇÃO DOS EFEITOS NEGATIVOS DE APLICAÇÃO DE
AGROTÓXICO EM CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ADVERSAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Prof^o Dr Fernando Felisberto da Silva

Co-orientador: Prof^o Dr Alexandre Russini

Itaqui, RS, Brasil
2015

E171717m Epping, Nelson Cristiano

MINIMIZAÇÃO DOS EFEITOS NEGATIVOS DE APLICAÇÃO DE
AGROTÓXICO EM CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ADVERSAS /

Nelson Cristiano Epping.

47 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, BACHARELADO EM AGRONOMIA, 2015.

"Orientação: Fernando Felisberto da Silva".

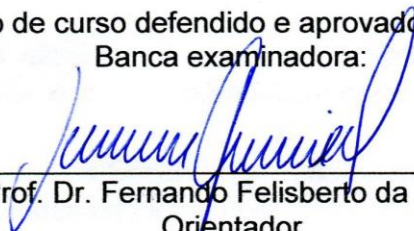
1. Tecnologia de aplicação. 2. Fitossanidade. 3. Condições
operacionais. I. Título.

MINIMIZAÇÃO DOS EFEITOS NEGATIVOS DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICO EM CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ADVERSAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 07 de julho de 2015.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Fernando Felisberto da Silva
Orientador
Curso de Agronomia – UNIPAMPA/Campus Itaqui



Prof. Dr. Alexandre Russini
Co-orientador
Curso de Agronomia – UNIPAMPA/Campus Itaqui



Prof. Dr. Carlos Eduardo Schaedler
Curso de Agronomia – UNIPAMPA/Campus Itaqui

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pampa, por oportunizar-me condições de desenvolvimento profissional ao longo do curso.

Ao Prof^o Dr. Fernando Felisberto da Silva, pela oportunidade e toda orientação dada ao longo do desenvolvimento deste trabalho e pelo aprendizado conquistado ao longo das minhas atividades junto ao Núcleo de Estudos em Manejo Integrado de Pragas (NEMIP).

Ao Prof^o Dr. Alexandre Russini, pela co-orientação neste trabalho, e por todos os ensinamentos transmitidos ao longo do curso.

À todos os professores que fizeram e fazem parte da minha jornada acadêmica, pelo aprendizado e compartilhamento de vivências que embasaram meu conhecimento e me fizeram chegar até aqui.

Aos meus pais e minha família, que sempre me apoiaram em minhas decisões, nunca deixando-me desistir, e que também fazem parte desta conquista.

À Mariana Ferreira de Menezes Saucedá, pelo companheirismo, amor, dedicação e atenção dispensados em todos os momentos.

Aos meus colegas de grupo, que sem eles eu não conseguiria realizar este trabalho.

À Agropecuária Busato, pela oportunidade de realização e todo o apoio necessário durante a condução do experimento.

A todos meus amigos que contribuíram e fazem parte da minha formação tanto pessoal como profissional.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização do meu curso e deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

MINIMIZAÇÃO DOS EFEITOS NEGATIVOS DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICO EM CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ADVERSAS

Autor: Nelson Cristiano Epping

Orientador: Profº Dr. Fernando Felisberto da Silva

Itaqui, 07 de julho de 2015.

A tecnologia de aplicação é o resultado de todos os processos que envolvem a ação de depositar agrotóxicos no alvo determinado de forma racional, econômica e segura ao meio ambiente. Esta prática é influenciada diretamente pelas condições ambientais e operacionais empregadas durante sua realização. Durante a condução da lavoura, nem sempre as condições ideais para tal são conseguidas, o que implica na escolha de novas tecnologias ou na aplicação de conhecimentos já disponíveis que possam minimizar os efeitos negativos destas aplicações. Objetiva-se com o presente trabalho avaliar a redução dos efeitos negativos das aplicações realizadas em condições climáticas adversas. O experimento foi conduzido em lavoura comercial de soja, na safra 2014/2015, avaliando o efeito de diferentes horários de aplicação com inseticida piretroide, em diferentes pressões de trabalho, dois tipos de pontas, e 3 estratos do dossel vegetal, com 3 repetições. Sendo a deposição avaliada com cartões hidrossensíveis e processado pelo software Gotas. Os dados foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados demonstraram maior desuniformidade nas porções inferiores do dossel, e que a maior parte do volume aplicado ficou retido na porção superior. A pressão foi o fator que mais influenciou sobre a penetração, e foi constatado que, somente gotas finas conseguem penetrar até o porção basal das plantas. Em relação aos horários analisados, o horário das 14 horas apresentou as maiores variações para os parâmetros analisados e na condição deste trabalho, proporcionou maior cobertura em relação ao demais. O tipo de Ponta duplo leque apresentou maior uniformidade e distribuição da calda aplicada, sendo influenciado ainda pela utilização do óleo e a maior pressão de trabalho. Pode-se concluir que o fator pressão (aumento, redução ou uso dentro da faixa de 30 à 50 lbs.pol⁻²) foi o que mais contribuiu para a redução dos efeitos adversos de aplicações de agrotóxico no horário das 14h, com temperatura elevada e baixa umidade.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, fitossanidade, condições operacionais.

ABSTRACT

DECREASE THE NEGATIVE EFFECTS OF PESTICIDES APPLICATIONS IN ADVERSE CLIMATE CONDITIONS

Author: Nelson Cristiano Epping

Advisor: Prof^o Dr. Fernando Felisberto da Silva

Itaqui, 07 de julho de 2015.

The technology of application is the result of all processes that involves the action of deposit pesticides in a rational, economic and safe for the environment way. This practice is directly influenced by the environmental conditions and the operations used during the achievement. During the conduct of tillage, not always ideal conditions for this are achieved, which implies the choice of new technologies or the application of knowledge already available that can minimize the negative effects of these applications. The goal of this work was evaluate th reduction of the negative effects in the applications held in adverse climatic conditions. The experiment was conducted in a commercial soybean tillage, during the harvest 2014/2015, evaluating the effects of different times of application of a pyrethroid insecticide, applied by different pressions, two different nozzles and three plant canopies with three repetitions. The deposition was evaluated using cards and processed by the software Gotas. The data were subjected to analysis of variance, and compared by Tukey's test by 5% of probability. The results shows a bigger desuniformity in the lower parts of the lower parts of the canopy, and the greatest part of the volume applied were retained in the upper part. The pression was the factor that had the greatest influence in the canopy penetration, was observed that only the small droplets could penetrate into the basal part of the canopy. In relation of the evaluate times, the time of 2:00 P.M. presented the greatest variations for the evaluated parameters, and at the conditions of this work, provided the greatest coverage, comparing to the others. The double nozzle type presented the greatest uniformity and distribution of the applied syrup, it was even influenced by the oil utilized and the bigger pression of work. In conclusion, the application adverse effects in inadequate condition were reduced, and the fact that the pression was the greatest factor influencing in this reduction

Key- Words: Technology of application, plant protection, operating condicions.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados climáticos no momento das aplicações	22
Tabela 2: Número de gotas encontradas no cartão nos estratos de 20, 40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação.	23
Tabela 3: Diferentes classes de diâmetro nos estratos de 20, 40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação.	24
Tabela 4: Densidade de gotas (gotas.cm ⁻²) encontradas nos estratos de 20,40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação.	25
Tabela 5: Volume (L.ha ⁻¹) estimado nos estratos de 20,40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação.....	26
Tabela 6: Cobertura (%) encontrada nos estratos de 20, 40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação	27
Tabela 7: Diâmetro médio volumétrico (DMV- μ m) encontrado nos estratos de 20,40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação	28
Tabela 8: Número de gotas encontrados em função de diferentes horários de aplicações.....	30
Tabela 9: Número de classes de diâmetro encontrados em função de diferentes horários de aplicações	31
Tabela 10: Densidade de gotas (gotas.cm ⁻²) encontrada em função de diferentes horários de aplicações	32
Tabela 11: Volume (L.ha ⁻¹) estimado encontrado em função de diferentes horários de aplicações	33
Tabela 12: Percentagem de cobertura encontrada em função de diferentes horários de aplicações.	33
Tabela 13: Diâmetro médio volumétrico (DMV- μ m) encontrado em função de diferentes horários de aplicações.....	35
Tabela 14: Interação tripla de DMV (μ m) encontrado em função de diferentes horários de aplicações	36
Tabela 15: Número de gotas encontrado em função da utilização de óleo e de diferentes pressões .	37
Tabela 16: Número de classes de diâmetro encontrado em função da utilização de óleo e de diferentes pressões	38
Tabela 17: Densidade de gotas (gotas.cm ⁻²) encontrado em função da utilização de óleo e de diferentes pressões	39
Tabela 18: Volume (L.ha ⁻¹) estimado encontrado em função da utilização de óleo e de diferentes pressões	39
Tabela 19: Cobertura (%) encontrada em função da utilização de óleo e de diferentes pressões	40
Tabela 20: Diâmetro médio volumétrico -DMV(μ m) encontrado em função da utilização de óleo e de diferentes pressões	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Experimento1: Penetração de agrotóxico no dossel vegetal de soja, em função de diferentes condições de aplicação em soja.....	20
3.2. Experimento 2: Qualidade da aplicação de agrotóxico em soja realizada em diferentes horários de aplicação.	21
3.3. Experimento 3: Melhoria dos parâmetros de deposição de agrotóxicos em condição desfavorável de aplicação na cultura da soja por meio de dois tipos de pontas.	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Experimento1: Penetração de agrotóxico no dossel vegetal de soja em função de diferentes condições de aplicação em soja.	23
4.2. Experimento 2: Qualidade da aplicação de agrotóxico em soja realizada em diferentes horários de aplicação	30
4.3. Experimento 3: Melhoria dos parâmetros de deposição de agrotóxicos em condição desfavorável de aplicação na cultura da soja por meio de dois tipos de pontas	37
5. CONCLUSÃO	42
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de agrotóxicos é uma das operações que causam maior preocupação durante a condução da lavoura. Esta prática permite o controle das pragas que podem diminuir a produtividade e ao mesmo tempo, buscam garantir o equilíbrio entre as espécies do local, reduzindo os efeitos negativos da atividade agrícola (CHAIM, 2009).

A soja destaca-se como a principal cultura de grãos produzida no Brasil, superando os 31 milhões de hectares semeados e com uma produção de aproximadamente 96 milhões de toneladas (CONAB, 2015). O aumento da produção desta cultura está fortemente vinculado ao maior uso de agrotóxicos, tornando o Brasil um dos líderes na comercialização deste tipo de produto. Porém, atualmente considera-se apenas o tipo de produto a ser utilizado, se inseticida, fungicida ou herbicida, entre outros, dando-se pouca importância para a forma de aplicação, fazendo com que a operação seja pouco eficiente econômica, ambiental e agronomicamente (RAMOS et al., 2006).

A tecnologia de aplicação fundamenta-se na necessidade de se atingir o alvo de forma homogênea e eficiente (CUNHA et al., 2007). Assim, a preocupação com os efeitos causados pelos agrotóxicos no ambiente e nos seres vivos que entram em contato com o mesmo, é um dos mais importantes pontos a serem considerados durante a aplicação. Além disso, o estudo da relação entre o alvo a ser atingido, a forma de ação do agrotóxico, a técnica de aplicação empregada e as condições ambientais, também são pontos a serem considerados (ANTUNIASI, 2004; GIL & SINFORT, 2005).

Atualmente existem algumas técnicas que permitem maior controle do processo de aplicação. Tais técnicas buscam evitar ou diminuir a deriva, a qual é responsável pela maior parte das perdas durante aplicação, e está associada a problemas ambientais (BAUER et al., 2008). Tal fato, torna o uso destas técnicas favorável quando se busca aumentar a eficiência da aplicação.

Para uma aplicação eficiente requer-se uma cobertura adequada da superfície alvo, com gotas de peso e tamanho adequado (CUNHA et al., 2007). Muitos são os fatores que afetam o desempenho da aplicação, podendo considerar

tais fatores como pressão de trabalho, pontas de pulverização, utilização de aditivos e ou adjuvantes (CUNHA & ALVES, 2009), ou características inerentes dos produtos e fatores ambientais, onde se destacam a temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. Tais fatores influenciam diretamente na evaporação da calda, no volume depositado sobre o alvo e também na deriva do produto (PINTO et al., 2007; SCHAMPHELEIRE et al., 2008, CUNHA, 2008).

De acordo com as condições ambientais dos locais de aplicação e da cultura, é necessário conhecer o espectro das gotas pulverizadas, buscando regular o seu tamanho. Assim, pode-se aumentar tanto a eficiência biológica do produto, como promover menor impacto ao ambiente (CUNHA, 2008).

A importância de se conhecer ou aprimorar o processo de aplicação sobre as culturas está principalmente relacionada à otimização dos recursos empregados durante a operação. Esta otimização fundamenta-se principalmente na melhoria dos fatores envolvidos durante a operação, pode-se citar, por exemplo, os fatores econômicos, relacionados tanto à operação de pulverização como também aos produtos aplicados, os fatores ambientais relacionados às melhores condições para aplicação, considerando as características climáticas do local, e também os fatores agrônômicos, onde deve-se considerar o melhor momento para realizar a aplicação, embasando-se em conhecimentos técnicos.

Porém, observa-se que na prática esse cenário não faz parte da realidade da maior parte das propriedades rurais encontradas no Brasil, onde o produtor depara-se com uma série de situações que exigem resposta imediata. Frente a essas necessidades, muitas vezes as aplicações não condizem com a maior eficiência técnico-econômica requerida (SANTOS, 2003; ANTUNIASSI & BOLLER, 2011). Isso faz com que fatores imprescindíveis para o sucesso e racionalização das aplicações não sejam considerados pelos produtores.

A exemplo desses fatores, pode-se relacionar as condições ambientais favoráveis à aplicação, a tecnologia empregada por meio de adjuvantes e equipamentos, e também fatores relacionadas à morfologia das plantas.

Assim, justifica-se o desenvolvimento de estudos que avaliem alternativas para diminuir os efeitos negativos ocorridos durante a aplicação de agrotóxicos em

condições não adequadas, comuns na atividade agrícola. Esses estudos devem buscar metodologias para viabilizar esse tipo de operação, embasando-se na realidade das aplicações à luz do conhecimento atual e na redução dos riscos inerentes da operação.

Com este trabalho, objetiva-se, de forma geral, avaliar a qualidade da aplicação de inseticida piretroide em soja, realizada em diferentes condições ambientais. Como objetivos específicos, visa-se avaliar a penetração da calda no dossel vegetal, identificar os efeitos de diferentes horários sobre a qualidade das aplicações e determinar a relação entre o uso do óleo mineral e pressões de trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A aplicação de agrotóxicos é uma das operações agrícolas determinantes para o sucesso ou fracasso da cultura, sendo na maioria das vezes, realizada sem aplicação de conhecimento técnico (CUNHA, 2008). Associado ao largo cultivo da soja, o uso de agrotóxicos torna o Brasil um dos líderes na comercialização destes produtos. Entre os agrotóxicos utilizados, destacam-se os inseticidas, utilizados na agricultura para controle de insetos pragas de cultivos agrícolas.

As aplicações de inseticidas são influenciadas principalmente pela correta distribuição e tamanhos uniformes das gotas sobre a cultura. Considerando o tipo de produto a ser aplicado, o espectro de gotas requerido pode variar. Neste sentido, pode-se adotar alguns valores de tamanhos de gotas que definem e/ou garantam os melhores resultados abrangendo maior parte de inseticidas. Tais valores, podem classificar as gotas em muito finas e médias (4 a 250 μm), e apresentar densidade de gotas entre 30 e 40 gotas. cm^{-2} (MATTHEWS, 1979; MONTEIRO, 2006)

A tecnologia de aplicação visa encontrar a maneira mais eficiente e menos poluente para a aplicação de agrotóxicos, buscando alternativas que melhorem esta operação. Neste sentido, faz-se uso de várias ferramentas, como as pontas de pulverização. Tanto a escolha como o uso correto das pontas de pulverização, são importantes fatores determinantes do espectro de gotas e da qualidade da aplicação, conferindo ainda, maior segurança e efetividade no controle de insetos, fungos e plantas daninhas (SILVA et al., 2005; VIANA et al., 2010).

É imprescindível a importância e o conhecimento sobre o espectro de gotas durante o processo de aplicação. As pontas de pulverização são responsáveis pela formação das gotas e por isso, possuem importância fundamental para a formação do espectro e redução de deriva (FERREIRA et al., 2011).

Várias tecnologias são buscadas a fim de aprimorar a eficiência da aplicação. Neste sentido, as gotas com indução de ar favorecem a aplicação e auxiliam na redução da deriva. Nestes tipos de pontas, o ar é misturado com o líquido da aplicação, e induzido para o interior da gota, aumentando seu tamanho em comparação com gotas convencionais (BOLLER & RAETANO, 2011).

Alguns trabalhos indicam que gotas menores de 50 μ m, dependendo das condições ambientais, não chegam a entrar em contato com o solo, devido a serem evaporadas durante a queda (ZHU, et al., 1994). Gotas menores de 100 μ m também são propensas ao risco de deriva por serem facilmente carregadas pelo vento (MURPHY et al., 2000; SUMNER, 1997; WOLF, 2000). Já gotas maiores de 500 μ m não sofrem ação de deriva (ZHU, et al., 1994), porém podem comprometer a qualidade da aplicação. Segundo ASAE S-572, que padroniza o diâmetro das gotas, gotas extremamente grossas (>500 μ m), evitam a deriva, porém, afetam a cobertura e a uniformidade da aplicação.

Em trabalhos avaliando a distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva, Viana et al., (2010) relatam que as pontas testadas apresentaram diferenças entre si quando avaliadas em diferentes pressões de trabalho. Adicionalmente, Cunha et al., (2007), avaliando o espectro de gotas de diferentes pontas de pulverização e pressões de calda, e o uso da técnica de difração do raio laser, verificaram que as pressões foram mais significativas para as pontas do tipo jato plano do que em relação ao jato cônico vazio. No mesmo trabalho, afirmaram que o potencial de deriva foi elevado para as pontas testadas, e que a técnica utilizada para a avaliação das gotas se demonstrou rápida e precisa.

Já em trabalhos avaliando a distância horizontal percorrida por gotas de tamanhos conhecidos, em condições de velocidades de vento e alturas de lançamentos diferentes, Cunha (2008) relatou que o risco de deriva se relaciona fortemente com o diâmetro das gotas e com a velocidade de deslocamento horizontal. Adicionalmente, o mesmo autor indica que o aumento da altura de lançamentos promove maior arraste das gotas pelo vento.

Madureira et al., (2015), avaliando a interação entre pontas de pulverização e uso de adjuvantes para o risco de deriva em túnel de vento, indicou diferenças entre as pontas de pulverização. O mesmo estudo revela que as pontas com indução e ar demonstraram os melhores resultados para redução do risco de deriva, indicando também diferenças entre os tipos de adjuvantes, associados ao poder de redução da deriva.

Adicionalmente, há estudos que relatam a influência da pressão de trabalho sobre a deriva causada por diferentes pontas de pulverização em túnel de vento. Estes estudos revelam que o aumento das pressões de trabalho tende a aumentar a deriva independentemente do tipo de ponta de pulverização (GANDOLFO et al., 2014; MADUREIRA et al., 2015).

Cunha et al. (2006), avaliando a influência das pontas de pulverização sobre a penetração da calda sobre o dossel vegetal, constataram que a deposição de calda não apresentou diferenças para as pontas testadas, na parte superior do dossel. Já em comparação a parte inferior, as pontas testadas no trabalho, apresentaram comportamentos diferentes.

O conhecimento sobre os fatores que influenciam a penetração da calda, a relação com estágio de desenvolvimento da cultura, e a escolha de equipamentos adequados, são aspectos que devem ser considerados no momento da aplicação (CUNHA et al., 2007). Tal entendimento garante a deposição uniforme da calda por toda a planta, permitindo maior eficiência do produto, o que reduz os gastos de aplicações subsequentes, bem como reduz o impacto sobre o ambiente. (NASCIMENTO et al., 2013).

Outra característica que influencia a aplicação é a composição da calda. A utilização de produtos adicionados à mistura a ser aplicada, que não constituem diretamente a molécula do ingrediente ativo, visa melhorar as operações de aplicação, reduzindo a deriva ou aumentando o contato com o alvo a ser aplicado (CUNHA & ALVES, 2009). A utilização de adjuvantes na calda de aplicação que podem apresentar potencial para redução da deriva e atuar de maneiras diferentes entre si, influenciam as características da aplicação. Dentre essas características, pode-se considerar o molhamento, aderência, espalhamento, formação de espuma bem como a distribuição da calda sobre o alvo (CHECHETTO, et al., 2013; MENDONÇA et al., 2007; MONTÓRIO et al., 2004). Tal efeito é decorrente principalmente em função do produto, que pode apresentar ação umectante, espalhante, aderente, emulsificante, dispersante, detergente, antievaporante, espessante, tamponante, quelatizante, antiespumante e de proteção solar (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011; XU et al., 2010).

O uso de surfactantes pode facilitar o processo de absorção do agrotóxico pelas plantas. Isso se deve ao fenômeno de coalescência das gotas, onde as mesmas tendem a formar um filme sobre o limbo da folha. Além disso, também conferem menor tensão superficial, auxiliando a gota a transpor obstáculos como tricomas foliares, o que facilita a absorção (MONTÓRIO et al., 2004; MARTINS et al., 2005). Neste sentido, torna-se importante compreender a ação de determinado adjuvante associado a cada tipo de produto.

Em trabalhos avaliando adjuvantes como o óleo mineral e suas características que influenciam na deriva de pulverizações agrícolas, Oliveira et al. (2015) constataram correlações negativas entre a concentração do produto utilizado e características físicas da calda, como densidade, viscosidade e Diâmetro médio volumétrico (DMV). Neste estudo, também indicam que o DMV, a viscosidade e percentagem de gotas menores que 100 μ m (V100) estão associados ao maior risco de deriva.

Gandolfo et al. (2013), avaliando o efeito das pontas de pulverização e adição de adjuvantes (ureia e LI700), constataram que as pontas de jato plano padrão somadas a adição de adjuvantes, contribuíram para a redução do risco de deriva. Porém, com pontas de jato plano com indução de ar, a ureia aumentou o risco de deriva, indicando que a mistura não é recomendada em áreas com condições de aplicações não adequadas. Já em trabalhos avaliando estratégias para redução da deriva, Cunha et al. (2003), utilizando óleo vegetal e pontas antideriva, aponta que a associação destes dois fatores, é favorável, pois aumenta o diâmetro das gotas e diminui o risco de deriva de gotas mais propensas (abaixo de 100 μ m).

As características da calda podem ser influenciadas pela utilização de adjuvantes, condições do ambiente e tipos de equipamentos utilizados. Dentre tais características, as propriedades físico-químicas da calda influenciam diretamente na cobertura da aplicação, no risco de deriva e no escorrimento para o solo.

Embora muitos trabalhos demonstrem a influência dos equipamentos de pulverização (CUNHA, 2008; CUNHA et al., 2007; GANDOLFO et al., 2014; MADUREIRA et al., 2015), ainda são escassos os trabalhos que relacionam a influência das propriedades físico-químicas da calda, principalmente devido à sua

complexidade (SCHAMPHELEIRE et al., 2008). Aliado a isto, Downer et al. (1998), contribui afirmando que existe dificuldade em estabelecer correlações simples e precisas entre tais fatores e a qualidade de aplicação.

Alguns trabalhos relacionam as características da calda e a ação de adjuvantes, e também a influência dos mesmos sobre o espectro de formação das gotas e conseqüentemente sobre a qualidade da aplicação. Neste sentido, Schampheleire et al., (2008) ressalta que o (DMV), que é o principal índice utilizado para mensuração da qualidade da aplicação das gotas, é influenciado principalmente pela viscosidade e tensão superficial da calda de aplicação.

Somados aos aspectos físicos da calda, maior viscosidade facilita a geração de gotas maiores, o que favorece a diminuição do risco de deriva. Sendo que dentre uma das alternativas mais práticas para melhorar as características físico-químicas das caldas de aplicações, estão o uso dos adjuvantes, porém, no momento da aplicação outros fatores também influenciam. Tais fatores são associados às condições climáticas no momento da aplicação, sendo que temperatura acima de 30°C e umidade relativa abaixo de 55% são condições inadequadas para realizar as aplicações, por aumentar as perdas para o ambiente (BONINI, 2003).

Cunha et al., (2010) estudando os efeitos da temperatura associado ao uso de adjuvantes sobre as características físico-químicas da calda, indica que a temperatura influenciou de maneira diferenciada para cada adjuvante testado, e que a viscosidade foi o parâmetro mais influenciado pela variação da temperatura.

Considerando as condições ambientais durante as aplicações, são poucos os trabalhos que indicam seus efeitos sobre as propriedades físico-químicas da calda e sua associação com as características da aplicação. Alguns trabalhos demonstram a influência da temperatura e velocidade do vento (GANDOLFO et al., 2014). Porém, ainda é difícil associar os fatores ambientais com a aplicação, principalmente a umidade, velocidade do vento e a temperatura, onde a oscilação é comum entre as operações de aplicação realizadas em diferentes horários e locais (CUNHA et al., 2010).

Contreras et al. (2008), revelam a necessidade e oportunidade de um sistema de resfriamento nos reservatórios dos pulverizadores, indicando que a redução da

temperatura da calda pode ter ação positiva para a redução da deriva durante a aplicação. Em estudos avaliando diferentes velocidades de vento e o diâmetro de gotas sobre a distância teórica percorrida, simulando o potencial risco da deriva, Cunha (2008), relata que a distância percorrida pela gota está associada diretamente com maior velocidade do vento e menor diâmetro das gotas.

Polato et al. (2011) avaliando a eficiência de controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*, J.E. Smith) em diferentes horários, constataram que os horários influenciaram de modo diferente a eficiência de controle. Ainda, apontaram que os melhores resultados foram obtidos nas aplicações noturnas. Adicionalmente, trabalhos avaliando o efeito das aplicações realizadas em diferentes horários, sobre o controle de ferrugem asiática em soja (*Phakopsora pachyrhizi*), demonstram que o horário não influenciou na produtividade da cultura (NASCIMENTO et al., 2013).

Essas contribuições indicam a importância de se conhecer as condições ambientais no momento da aplicação e de se fazer uso de técnicas que permitam realizar aplicações em condições adversas com o menor risco possível para o ambiente e sociedade. Tais operações devem sempre ser realizadas considerando o fato e necessidade de serem econômica e agronomicamente eficientes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavoura comercial de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), na cidade 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, com temperatura média de 20,3°C e pluviosidade média anual de 1.438mm. O tipo de solo foi caracterizado como Plintossolo háplico. A cultivar utilizada foi a Tec 7849 IPRO, encontrava-se estava em estágio reprodutivo classificado em R2 segundo Fehr & Caviness (1977), com aproximadamente 70 cm de altura e uma população de plantas de ± 260.000 pl.ha⁻¹.

O experimento seguiu um esquema fatorial 3x3x3x2, sendo constituído por 3 horários de aplicações, 3 pressões de trabalho, 3 estratos do dossel vegetal e 2 concentrações de óleo mineral, em 3 repetições, sendo a parcela definida pelas dimensões de 6x3m, totalizando 18m² cada parcela.

A aplicação foi realizada com pulverizador tratorizado da marca Jacto, modelo Advance 3000 Tandem com barra de aplicação de 24m de largura de barra e altura de aplicação de 0,5m acima do dossel da cultura. Para a aplicação foi utilizado o inseticida da marca comercial Trinca Caps (Lambda cialotrina 250g.L⁻¹), grupo químico piretroide, na dose registrada para a cultura, visando o controle da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*, Hübner), de 15 mL.ha⁻¹ (Agrofit, 2015).

O adjuvante utilizado foi o óleo mineral Nimbus 2000, da empresa Syngenta, considerado pouco tóxico e pouco perigoso ao meio ambiente, composto por hidrocarbonetos alifáticos, na concentração de 42,8%. Foi utilizada a dose de 0% e a dose recomendada para a cultura, de 0,5L em 100L de calda. Para a aplicação, preparou-se um volume de calda de 300L em cada horário, a fim de garantir que não houvesse interferência sobre a sucção pela bomba do pulverizador, devido a possíveis desníveis com o deslocamento do equipamento na lavoura.

As avaliações foram realizados por meio do depósito de calda sobre os cartões hidrossensíveis (Syngenta), que foram alocados no campo com suporte de bambu, nas linhas das plantas de soja, no centro de cada parcela, com 3 repetições em cada tratamento. Após as aplicações, os cartões foram acondicionados em

sacos plásticos e armazenados para análise. No laboratório, os cartões 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).

Para atingir os objetivos propostos, realizaram-se três experimentos:

3.1. Experimento1: Penetração de agrotóxico no dossel vegetal de soja, em função de diferentes condições de aplicação em soja.

As aplicações foram realizadas por meio de ponta duplo leque, marca Magnojet, da série AD-IA/D, antideriva com indução de ar, com ângulo de abertura de 110° e 40° entre leques, e pressão de trabalho recomendada de 30 a 110lbs.pol⁻² (2-7,6bar), com espaçamento entre pontas de 0,5m. Esta ponta foi selecionada pelo fato de ser a mais utilizada na propriedade para as aplicações de agrotóxicos na cultura da soja.

Utilizou-se as pressões de 20, 35 e 50 lbs.pol⁻², sendo que a primeira pressão é considerada abaixo do recomendado, pois devido ao fato do tipo de ponta suportar um volume da aplicação de até 387L.ha⁻², e o pulverizador estava equipado com um fluxômetro de baixo volume, permitindo uma vazão máxima de 200L.ha⁻¹, assim, não foi possível neste experimento, avaliar pressões acima de 50lbs.pol⁻².

As aplicações foram realizadas nos horários de 10, 14 e 18 horas, escolhidos visando buscar o real aferimento nos tratamentos, atingir condição inadequada de aplicação e garantir que as condições ambientais permitissem a real acurácia das avaliações. Foram avaliados 3 estratos do dossel vegetal, aos 20, 40 e 60 cm de altura em relação ao solo, baseados nos terços basais, medianos e superior das plantas.

Para as avaliações dos cartões hidrossensíveis através do software Gotas, foram consideradas as variáveis: a) número de gotas: número de gotas encontrado em toda a superfície do cartão (10cm²); b) número de classes de diâmetro: número de diferentes classes de diâmetro encontradas no cartão, possibilita a interpretação de uniformidade das gotas; c) densidade de gotas: número de gotas por centímetros quadrados; d) volume: estimado com base no coeficiente de espalhamento da gota, expresso em L.ha⁻¹; e) cobertura: percentagem da área coberta com a calda e f)

diâmetro médio volumétrico: representa o diâmetro que corresponde à 50% do volume aplicado (manual do software).

3.2. Experimento 2: Qualidade da aplicação de agrotóxico em soja realizada em diferentes horários de aplicação.

Para a realização deste experimento, utilizou-se a mesma metodologia citada no item 3.1, porém os dados foram avaliados somente no terço superior do dossel (60 cm de altura em relação ao solo). Foi escolhido este estrato por ser considerado aquele que mais sofre influência sobre a deposição da calda de aplicação, evitando a interferência da área foliar do dossel.

3.3. Experimento 3: Melhoria dos parâmetros de deposição de agrotóxicos em condição desfavorável de aplicação na cultura da soja por meio de dois tipos de pontas.

Para a aplicação foram utilizados dois tipos de pontas de pulverização. A primeira é a descrita no item 3.1. A segunda foi composta de leque simples, também da marca Magnojet, da série TM-IA (turbo magno, com indução de ar), com ângulo de abertura do leque de 150° e pressão de trabalho recomendada de 30 a 90 lbs.pol⁻² (2 a 6,2 bar), com espaçamento entre pontas de 1m.

Utilizou-se as pressões descritas no item 3.1 para a mesma ponta citada neste item e para a segunda ponta, as pressões utilizadas foram de 35, 50 e 65 lbs.pol⁻². Foram escolhidas tais pressões, pois a ponta permitia um volume de aplicação de 135L.ha⁻². Todavia, pode-se utilizar uma pressão maior do que aquelas utilizadas para a primeira ponta, garantindo que todas as pressões de trabalho ficassem dentro da faixa recomendada pelo fabricante.

As aplicações foram realizadas em três horários. Pela análise dos valores médios obtidos por meio de seis medições com termoanemômetro digital, verificou-se que o horário das 14h reúne os parâmetros que o enquadram como não recomendado para aplicações de agrotóxicos (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011),

sendo que os dados são apresentados na Tabela 1. As variáveis avaliadas foram as mesmas descritas no item 3.1.

Tabela 1: Dados climáticos no momento das aplicações

Horário (h)	Temperatura do ar (°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. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para todos os experimentos, as pressões foram ajustadas por meio da variação da vazão, devido ao modelo do pulverizador, a pressão era regulada automaticamente com base na vazão desejada e na velocidade momentânea, assim, para o presente trabalho, utilizou-se a velocidade fixa de 5,5 km.h⁻¹ e variou-se a vazão, até atingir as pressões de trabalho utilizadas no experimento.

Os dados foram submetidos à análise de variância e na presença de F significativo, as médias foram comparadas entre si através do teste de Tukey, à 5% de probabilidade de erro, utilizando o software estatístico Assistat (Silva,1996).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento1: Penetração de agrotóxico no dossel vegetal de soja em função de diferentes condições de aplicação em soja.

Não houve interação para os fatores estratos do dossel vegetal e horários de aplicação, óleo e pressão, para a variável número de gotas (Tabela 2). Observou-se que a medida que diminui a altura do dossel vegetal, reduziu-se o número de gotas. Essa redução foi de 37,4% entre o terço superior e mediano e de 67,73% do terço superior e inferior do dossel vegetal. Tal efeito pode ser atribuído principalmente à interceptação imposta pela cobertura vegetal, que pode ter sido influenciada pela arquitetura das plantas (BAUER, 2002; FARINHA et al., 2009; TORMEN et al., 2012), fato este observado na maior parte das variáveis analisadas no presente estudo.

Tabela 2: Número de gotas encontradas no cartão nos estratos de 20, 40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação.

Fatores		Estratos (cm)		
		60	40	20
Horários (horas)	10	173,83ns	136,33	59,77
	14	212,55	105,78	50,33
	18	202,27	126,72	85,72
Óleo	Com	195,92	136,55	66,26
	Sem	196,51	109,33	64,29
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20 (abaixo)	142,50	86,89	59,78
	35	189,44	117,61	57,17
	50	256,72	164,33	78,89
Média Geral		196,22A*	122,94B	65,27C
CV (%)		54,0		

*As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo para linhas e colunas.

Em relação ao padrão das gotas (Tabela 3) pode ser observado que, semelhante ao comportamento do número de gotas, houve uma redução nas classes de diâmetro de 36% entre o primeiro e segundo estrato e de 64% entre o primeiro e o terceiro estrato.

Estando estas duas variáveis associadas, constata-se que conforme aumenta o número de gotas, conseqüentemente aumenta as classes de diâmetro. No primeiro

estrato há uma variação de 65,8% entre o número de gotas e as classes de diâmetro, seguido de 67,23% e de 71,61%, no segundo e terceiro estrato, respectivamente.

Tabela 3: Diferentes classes de diâmetro nos estratos de 20, 40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação.

Fatores		Estratos (cm)		
		60	40	20
Horários (horas)	10	120,72 ^{ns}	93,61	43,00
	14	137,89	76,28	41,72
	18	128,83	78,11	55,50
Óleo	Com	133,78	92,70	49,07
	Sem	124,51	72,63	44,41
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	100,94	60,33	39,83
	35	123,78	80,00	44,05
	50	162,72	107,67	56,33
Média Geral		129,15A*	82,66B	46,74C
CV (%)		44,86		

ns = não significativo para linhas e colunas. *As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade;

Tal fato indica que o terço inferior do dossel vegetal apresentou as maiores variações de diâmetro em relação ao número de gotas. Constantin et al. (2012) avaliando a deposição da calda de pulverização em soja, no estágio V6, também indicam maior desuniformidade nos estratos inferiores do dossel. Adicionalmente, Holtz et al. (2014) em estudo com diferentes arranjos espaciais e populações de plantas sobre a deposição de calda de aplicação em diferentes estratos, revelam que na parte inferior do dossel, o arranjo que melhor possibilitou os depósitos foi com a semeadura cruzada, além disso, indicaram que a população de plantas não influenciou na deposição de calda.

Considerando a densidade de gotas nota-se pela Tabela 4 que, de modo geral, o estrato superior apresentou os maiores valores para esta variável. Houve uma redução de 25,89% entre o primeiro e segundo estrato, seguidos de 55,47% entre o primeiro e último estrato analisado. Porém, tais resultados não atingiram o limite mínimo recomendado pela literatura para aplicações de inseticidas (MATTHEWS, 1979; MONTEIRO, 2006).

Tabela 4: Densidade de gotas (gotas.cm⁻²) encontradas nos estratos de 20,40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação.

Fatores		Estratos (cm)		
		60	40	20
Horários (horas)	10	12,26bA	10,56aA	4,44aB
	14	21,15aA	10,62aB	5,02aC
	18	4,12cA	6,61aA	7,24aA
Óleo	Com	13,14ns	9,65	5,73
	Sem	11,89	8,88	5,39
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	9,68bA	5,69bA	5,05aA
	35	9,21bA	7,98bA	5,12aA
	50	18,64aA	14,13aA	6,54aB
Média Geral		12,51A	9,27B	5,57C
CV (%)		69,48		

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.

Os maiores valores de densidade de gotas foram encontrados no estrato de 60 cm, associados ao horário das 14 horas e com a maior pressão (Tabela 4). Tal efeito pode ser resultado das características físico-químicas da calda, como maior temperatura e menor viscosidade, e ao efeito da pressão sobre a distribuição e uniformidade das aplicações (CUNHA et al., 2006; CUNHA et al., 2010).

Corroborando com estes resultados, em trabalho avaliando o efeito da pressão associado ao uso de diferentes pontas, Constantin et al., (2012), indicaram que o aumento da pressão proporcionou melhores deposição de calda, nos estratos superiores e inferiores em soja, para todas as pontas testadas. Outros trabalhos avaliando o depósito e a uniformidade da aplicação em diferentes estádios de desenvolvimento de soja, indicam decréscimo destas variáveis por unidade de área, em função do aumento da área foliar (GAZZIERO et al., 2006; SOUZA et al., 2007a).

No caso da variável volume de calda, nota-se que houve redução no volume calculado entre o primeiro e segundo estrato de 59,76%, seguido de 84,28% entre o primeiro e terceiro estrato. Este dado também aponta que, apenas 15,71% da quantidade depositada na superfície atingiu o estrato mais inferior (Tabela 5).

Embora não tenha apresentado diferenças para a interação entre os estratos, as aplicações com a utilização de óleo mineral proporcionaram os maiores volumes estimados. Este comportamento pode ser atribuído aos efeitos deste adjuvante,

configurando ações de antideriva e antievaporante. Estas ações estão principalmente relacionadas à camada de impedimento formada ao redor da gota, fazendo com que a mesma, fique mais pesada e evapore menos (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011).

Tabela 5: Volume (L.ha⁻¹) estimado nos estratos de 20,40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação

Fatores		Estratos (cm)		
		60	40	20
Horários (horas)	10	143,01ns	76,81	25,13
	14	167,93	41,83	19,22
	18	147,34	65,72	27,65
Óleo	Com	164,47ns	73,15	25,22
	Sem	141,05	49,77	22,79
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	115,52bA*	51,69aB	25,82aB
	35	150,25bA	60,77aB	19,62aC
	50	192,51aA	71,92aB	26,56aC
Média Geral		152,76A	61,46B	24,00C
CV (%)		58,54		

ns = não significativo. *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.

A pressão foi o único fator que apresentou interação com os estratos avaliados para a variável volume de calda, conseqüentemente afetando a penetração da calda no dossel. No topo da cultura ou estrato superior, a deposição foi diferente entre as demais porções do dossel analisadas, em todas as pressões. Como demonstrado para outras variáveis, a penetração da calda entre o dossel não foi homogênea. Também deve-se ressaltar, que apenas para a maior pressão utilizada e no estrato superior, atingiu os maiores volumes aplicados. Novamente, é possível observar a influência da arquitetura de plantas sobre a penetração da calda. Além deste fato, pode-se considerar ainda o tamanho das gotas. Antuniassi & Boller (2011) indicam que gotas pequenas/médias possuem maior facilidade de penetração no dossel, porém não são estáveis no ambiente.

Farinha et al.(2009), avaliando a deposição de calda de aplicação em duas cultivares de soja, variando a pressão e volume aplicados, constataram que os maiores valores foram encontrados na região apical das plantas, sendo quase 3 vezes maior que na região basal, concordando com os resultados obtidos. Ainda, Constantin et al. (2012) evidenciaram um aumento da deposição em ambos os

estratos pela utilização de pontas anti-deriva, com efeito sobre o volume aplicado. Tal fato está correlacionado diretamente com o DMV, que será apresentado na Tabela 7.

Para os dados de cobertura observa-se que, o terço superior do dossel apresentou os maiores valores (Tabela 6). Proporcionalmente entre os estratos, verificou-se redução de 57,47% entre o primeiro e o segundo, e de 82,22% entre o primeiro e o terceiro.

Tabela 6: Cobertura (%) encontrada nos estratos de 20, 40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação

Fatores		Estratos (cm)		
		60	40	20
Horários (horas)	10	16,19ns	8,90	3,10
	14	18,67	5,38	2,50
	18	15,92	7,34	3,42
Óleo	Com	17,84	8,49	3,13
	Sem	16,02	5,93	2,89
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	12,91bA*	5,79aB	3,14aB
	35	16,68bA	6,93aB	2,56aC
	50	21,19aA	8,90aB	3,37aC
Média Geral		16,93A	7,20B	3,01C
CV (%)		56,08		

ns = não significativo. *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.

Quando analisado o efeito da interação entre os estratos e a pressão, nota-se que no estrato superior, os níveis de cobertura aumentaram conforme o aumento da pressão, isso quando comparado os valores de 35 e 50lbs.pol⁻². Nos demais estratos o efeito das pressões não apresentaram diferenças. Possivelmente, estes resultados podem estar associados ao fato das gotas menores estarem mais sujeitas ao risco de evaporação e deriva, não atingindo o alvo nos estratos mais internos (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011).

Bauer et al. (2008) avaliando a deposição de calda em função de diferentes pressões e pontas de pulverização em diferentes estádios em soja, apontaram que a assistência de ar, característica também presente no tipo de ponta utilizada neste experimento, promoveu diferenças na deposição. Ainda, indicaram que o maior volume da calda possibilitou maior depósito na porção inferior do dossel, para

determinado tipo de ponta. Adicionalmente, estudo avaliando os efeitos de pontas anti-deriva apontam aumento da deposição da calda ao longo de todo o dossel vegetal, onde tal fato não foi observado no presente trabalho (CONSTANTIN et al., 2012).

Para o diâmetro médio volumétrico (Tabela 7), nota-se que os maiores diâmetros foram constatados no estrado superior, observando uma redução de 23,25% no tamanho das gotas entre o primeiro e o segundo, e de 43,24% entre o primeiro e o terceiro terço avaliado no dossel. Deve-se ressaltar, que os valores encontrados no presente trabalho, estão muito acima dos valores de DMV encontrados em trabalhos semelhantes (NASCIMENTO et al., 2013; SANTOS, 2005), possivelmente devido ao fato dos equipamentos serem utilizados intensivamente na propriedade, e estando sujeitos a grande desgaste natural.

Tabela 7: Diâmetro médio volumétrico (DMV- μm) encontrado nos estratos de 20,40 e 60 cm, submetidas a diferentes condições de aplicação

Fatores		Estratos (cm)		
		60	40	20
Horários (horas)	10	847,75bA*	749,92aAB	637,73aB
	14	588,09cA	387,19bB	342,85cB
	18	1179,68aA	870,08aB	503,90bC
Óleo	Com	833,89aA	715,18aB	436,88bC
	Sem	909,79aA	622,94bB	552,77aB
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	849,46abA	695,60abB	569,46aB
	35	966,33aA	742,44aB	420,70bC
	50	799,72bA	569,15bB	494,32abB
Média Geral		871,84A	669,06B	494,82C
CV (%)		24,18		

*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.

Observa-se que com base nos resultados encontrados, somente as menores gotas conseguem atingir os estratos mais internos do dossel. Sobre a porção superior, foram depositadas as maiores gotas, diferindo entre todos os demais estratos. Estes resultados corroboram com os encontrados por diversos autores, que indicam que tal efeito é causado devido a resistência a penetração da calda devido a cobertura vegetal, maior índice de área foliar e arquitetura da planta (BAUER, 2002; FARINHA, 2009; HOLTZ et al., 2014). Adicionalmente, Santos (2005) aponta que gotas finas e leves tendem a se depositar preferencialmente na parte inferior do

dossel, em regiões verticalizadas, e que gotas maiores geralmente se depositam superficialmente no dossel, sobre alvos maiores e horizontalizados.

Outro fator importante que deve ser considerado, é a relação entre esta variável com as demais, principalmente relacionada a densidade de gotas. O tamanho é um dos fatores mais importantes para determinar o número de gotas, bem como a distribuição das mesmas sobre a superfície alvo (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011; MADUREIRA et al. 2015).

De forma sintética, implica dizer que o horário das 14h foi responsável pelos menores valores de DMV, sendo observado diferenças em todos as posições do dossel avaliadas. Essa influência do horário de aplicação está fortemente associada às características ambientais. O comportamento da aplicação as 14horas também pode ser explicado devido a exposição das gotas a elevadas temperaturas, propiciando a evaporação. Porém, ainda são poucos os trabalhos que avaliam a influencia dos horários sobre a qualidade das aplicações.

A utilização do óleo permitiu que gotas maiores penetrassem até a porção mediana do dossel (Tabela 7). O estrato inferior apresentou os maiores valores de DMV sem a utilização do óleo. Este comportamento pode ser influenciado devido as características deste adjuvante. Óleos emulsionáveis possuem de 2 a 20% de surfactante, tal fato pode corroborar à maior adesão das gotas com óleo nos estratos mediano e superficial (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011; HESS, 1997). As gotas sem a presença do óleo, apresentaram-se menores e este fato pode ter favorecido a maior deposição destas na porção basal das plantas (SANTOS, 2005).

4.2. Experimento 2: Qualidade da aplicação de agrotóxico em soja realizada em diferentes horários de aplicação

Os resultados obtidos neste experimento referem-se a deposição na porção superior do dossel vegetal, sendo que os dados climáticos no momento da aplicação, constam na Tabela 1.

Os dados obtidos apontam que para a variável número de gotas, o horário que possibilitou os maiores valores foi as 14h, considerando o horário adverso. Quando avaliada a interação entre os fatores horários de aplicação, óleo e pressão, nota-se que o efeito da pressão, associado ao horário das 14h, proporcionou maior número de gotas em relação aos demais tratamentos (Tabela 8).

Neste horário, a maior temperatura da calda e respectiva menor viscosidade, somadas à maior pressão, podem explicar os resultados encontrados (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011).

Tabela 8: Número de gotas encontrados em função de diferentes horários de aplicações

Fatores		Horários (horas)		
		10	14	18
Óleo	Com	153,33ns	237,11	197,33
	Sem	194,33	188,00	207,22
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	150,50aA*	109,67bA	167,33aA
	35	161,83aA	188,33bA	218,17aA
	50	209,17aB	339,67aA	221,33aB
Média Geral		173,83A	212,55A	202,28 ^a
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. ns = Não significativo.

Quando associado os resultados do número de gotas com classes de diâmetro (Tabela 9), a relação entre essas variáveis indica homogeneidade entre as gotas e uniformidade da aplicação. Nesta perspectiva, os menores valores encontrados correspondem a maior uniformidade da aplicação. Entre o primeiro horário a variação foi de 69,44%, seguida de 64,87% e de 63,68% para o segundo (14h) e terceiro horário (18h), respectivamente. Tal fato indica que a aplicação realizada às 10h (primeiro horário), foi a que apresentou o espectro de gotas mais

desuniforme dentre os horários avaliados, podendo este comportamento estar associado, ao menor número de gotas encontrado neste horário.

Tabela 9: Número de classes de diâmetro encontrados em função de diferentes horários de aplicações

Fatores		Horários (horas)		
		10	14	18
Óleo	Com	115,11ns	143,66	142,55
	Sem	126,33	132,11	115,11
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	106,33	91,17	105,33
	35	116,33	130,00	125,00
	50	139,50	192,50	156,17
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. ns = Não significativo.
ns = Não significativo.

Para a variável densidade de gotas, que representa o número de gotas por centímetros quadrados (Tabela 10), observou-se que às 14h foi constatado os maiores valores para esta variável, seguido das 10 e das 18h. Notou-se que entre o horário das 14 (maior) e das 18 (menor), houve redução de 78,29% para esta variável. Tal fato pode estar associado ao maior tamanho das gotas, em decorrência da maior umidade do ar, favorecendo maior estabilidade às gotas (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011).

Em trabalho avaliando a interação entre horário de aplicação e tipos de pontas, Nascimento et al. (2013) indicaram que em condições inadequadas de aplicação, não houve diferenças entre a densidade de gotas, e no horário recomendado, as pontas de jato plano duplo, apresentaram melhor deposição.

Tais resultados diferem dos encontrados no presente trabalho, onde foi utilizado o mesmo tipo de ponta.

Tabela 10: Densidade de gotas (gotas.cm⁻²) encontrada em função de diferentes horários de aplicações

Fatores		Horários (horas)		
		10	14	18
Óleo	Com	15,27aB*	23,50aA	1,00bC
	Sem	9,25bB	18,80bA	8,18aB
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	8,03bA	10,96cA	10,04aA
	35	7,92bB	18,93bA	1,24bC
	50	20,84aB	33,56aA	2,48bC
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.

Com relação ao efeito do óleo, observou-se que às 14h foi o horário que apresentou maior densidade de gotas entre os horários avaliados. O efeito da utilização do óleo em comparação a não utilização foi responsável pelas diferenças significativas nos dois primeiros horários, apresentando comportamento contrário no horário das 18horas.

Este mesmo comportamento foi observado no Experimento 1, avaliando o tamanho de gotas (Tabela 7), onde Antuniassi & Boller (2011), Hess (1997) e Santos (2005), indicam as influências do óleo sobre a deposição de gotas. O comportamento encontrado para esta variável, pode ser reforçado quando analisados os valores de diâmetro médio volumétrico (DMV) das gotas (Tabela 13). Sendo possível relacionar os menores valores de densidade de gotas com os maiores de DMV.

Para o efeito da interação entre pressão e horário, constatou-se que a faixa de pressão recomendada proporcionou diferenças entre os horários avaliados. A associação da maior pressão com o horário das 14h garantiu a deposição de gotas uniforme e dentro dos limites de densidade recomendados na literatura. Tal fato não é evidenciado no horário das 18h, que apresentou os menores valores para esta variável. Estes resultados sugerem que, devido as condições ambientais no momento da aplicação, a aplicação foi influenciada tanto no comportamento da gota em relação ao ambiente, como também em relação a deposição no alvo (NASCIMENTO et al., 2013).

A Tabela 11, demonstra os volumes de calda calculados com base no depósito sobre os cartões. Os fatores avaliados não apresentaram interação entre si. No horário não recomendado para a aplicação (14h), constatou-se as maiores médias para este parâmetro. Tal efeito pode ser influenciado pelo maior número de gotas sobre o cartão, somados principalmente a utilização do óleo mineral, que apresenta função fotoprotetora e antievaporante e auxilia na deposição sobre a superfície alvo (MENDONÇA et al., 2007; SANTOS, 2005).

Tabela 11: Volume (L.ha⁻¹) estimado encontrado em função de diferentes horários de aplicações

Fatores		Horários (horas)		
		10	14	18
Óleo	Com	150,36ns	185,71	157,35
	Sem	135,67	150,15	137,33
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	116,37	115,27	114,93
	35	144,75	159,84	146,18
	50	167,92	228,69	180,92
Média Geral		143,01ns	167,93	147,34
CV (%)		40,05		

ns = Não significativo.

Para relacionar os níveis de cobertura encontrados no presente trabalho (Tabela 12), é importante considerar os efeitos obtidos para as variáveis densidade de gotas e volume. Tais variáveis apresentaram comportamento semelhante entre si. Foi constatado que para a cobertura, numericamente o horário das 14 horas foi o que apresentou as maiores médias, semelhante ao encontrado para densidade de gotas e volume, porém não em magnitude que implique em significância estatística aos demais horários avaliados.

Tabela 12: Percentagem de cobertura encontrada em função de diferentes horários de aplicações.

Fatores		Horários (horas)		
		10	14	18
Óleo	Com	16,59ns	20,54	16,40
	Sem	15,80	16,80	15,45
Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	13,75	12,57	12,42
	35	16,04	17,86	16,15
	50	18,79	25,58	19,20
Média Geral		16,19ns	18,67	15,92
CV (%)		37,37		

ns =Não significativo.

Nascimento et al. (2013) quando avaliados dois horários de aplicação de agrotóxico em soja, também não encontraram diferenças, o que corrobora com os dados obtidos para esta variável no presente experimento.

Quando associou-se o uso do óleo com a maior pressão no horário das 14h encontraram-se os maiores valores para cobertura. Tal comportamento indica que a maior densidade de gotas encontradas nestas condições (Tabela 10) e o maior volume (Tabela 11), se relacionam entre si. Roman et al. (2009), pesquisando a influência de volumes de aplicação sobre a cobertura proporcionada, constataram que não houve influência significativa entre as variáveis. Balan et al. (2008), estudando a cobertura em função de diferentes horários associados a diferentes pontas, indicam que a deposição varia dependendo da ponta, podendo chegar a 100% de variação em horários com elevada temperatura e baixa umidade do ar.

Considerando a Tabela 13, que apresenta os dados do diâmetro médio volumétrico (DMV), é demonstrado o comportamento do espectro de gotas em função dos fatores avaliados. Sendo o DMV um dos principais parâmetros influenciados pelas condições ambientais e operacionais da aplicação, está associado diretamente com a qualidade da aplicação (SCHAMPHELEIRE et al., 2008).

Os maiores diâmetros foram observados para o horário das 18h, seguido das 10 e 14h. Este comportamento pode ser explicado com base nas condições ambientais no momento de cada aplicação, já que no horário das 14 horas, com maior temperatura e menor umidade, as gotas tendem a evaporar mais, diminuindo seu tamanho (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011; NASCIMENTO et al., 2013).

Tabela 13: Diâmetro médio volumétrico (DMV- μm) 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 ⁻²)	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
CV (%)		20,30		

*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.

O efeito da utilização do óleo não foi verificado quando avaliado o horário das 10h, em comparação ao das 14 e 18h, em que os valores para esta variável foram maiores (Tabela 13). Tal comportamento pode estar relacionado à menor tensão superficial da calda com a utilização do óleo, onde as gotas se depositam e se aderem mais facilmente sobre a superfície alvo, principalmente em condições que as tornem menos suscetíveis a perdas (ANTUNIASSE & BOLLER, 2011; MENDONÇA et al., 2007).

Para as pressões testadas dentro da faixa recomendada (30 e 50 lbs.pol⁻²), para os horários das 10 e 18h, o DMV foi reduzido com o aumento da pressão. Já quando analisado as pressões de 20 e 50lbs.pol⁻², tal comportamento pode estar associado a faixa de pressão de trabalho das pontas. Antuniassi & Boller (2011) indicam que a utilização de pressões abaixo do recomendado influenciam negativamente na não abertura total do leque, o que forma um ângulo de aplicação menor, na formação de gotas de maiores tamanhos, e na desuniformidade da aplicação.

A Tabela 14 demonstra o desmembramento da interação tripla dentro de cada horário, para os dados de DMV. Constata-se que, os maiores valores de DMV foram encontrados no horário das 18 horas. Principalmente devido às condições climáticas do horário, influencia direta da menor temperatura e maior umidade, deixando a gota mais íntegra até atingir o alvo (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011).

Tais dados indicam que somente com a pressão de 50lbs.pol⁻², foi possível reduzir o tamanho das gotas, quando comparado aos efeitos sem a utilização do

óleo, em todos os horários avaliados. Este fenômeno pode estar associado à maior fragmentação das gotas devido a ausência de óleo, e também à maior agregação das gotas com óleo no horário das 18 horas (MENDONÇA et al., 2007).

Tabela 14: Interação tripla de DMV (μm) encontrado em função de diferentes horários de aplicações

Fatores		Horários (horas)		
Óleo	Pressões	10	14	18
Com	20	515,29bB*	518,28aB	1341,77abA
	35	556,76bB	588,49aB	1276,97abA
	50	594,92bB	741,33aB	1371,19abA
Sem	20	1542,73aA	628,84aB	549,87cB
	35	1349,30aA	498,14aB	1528,36aA
	50	527,51bB	553,45aB	983,33bA
Média Geral		847,78B	588,09C	1179,68A
CV (%)		20,30		

*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.

Com base nos dados apresentados na Tabela 14, pode ser visualizado que com a utilização do óleo, independente da pressão utilizada, o horário das 18 horas apresentou gotas maiores e diferiu estatisticamente entre os demais horários. Tal fato não foi observado no tratamento sem a utilização do óleo, onde o comportamento entre os horários avaliados foi desuniforme. Associado às menores pressões, as gotas apresentaram tamanhos maiores do que aqueles apresentados com a utilização do óleo. Esta comparação do óleo, é importante e indica que este fator, contribuiu para uma aplicação mais uniforme nos diferentes horários avaliados.

4.3. Experimento 3: Melhoria dos parâmetros de deposição de agrotóxicos em condição desfavorável de aplicação na cultura da soja por meio de dois tipos de pontas

Os dados obtidos no presente experimento indicam que, para a variável número de gotas (Tabela 15), não houve interação entre os fatores avaliados. A utilização do óleo possibilitou o maior número de gotas, considerando que o presente estudo foi desenvolvido no horário de aplicação inadequado, segundo as recomendações (Tabela 1) (BONINI, 2003). Quando considerados as pontas, somente a duplo leque foi influenciada pela utilização do óleo.

Tabela 15: Número de gotas encontrado em função da utilização de óleo e de diferentes pressões

Ponta	Fator	Óleo		Média Geral	
		Com	Sem		
1*	Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	100,67ns	118,67	109,67c***
		35	239,33	137,33	188,33b
		50	371,33	308,00	339,66 ^a
Média Geral		237,11A	188,00B	CV(%) 21,94	
2**	Pressões (lbs.pol ⁻²)	35	71,33ns	106,66	89,00
		50	116,33	170,66	143,50
		65	79,66	149,00	114,33
Média Geral		89,11	142,11	CV(%) 56,11	

*Ponta duplo leque com indução de ar e ângulo de 110°. ** Ponta leque simples, com indução de ar e ângulo de 150°.

***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.

Nota-se que o efeito do óleo causou aumento de 126%, indicando que maior número de gotas atingiram o alvo. Em contrapartida, na ponta leque simples, tal efeito não pode ser observado, apresentando diferença de apenas 37% quando comparado o efeito do óleo sobre sem óleo. Cunha et al. (2003) estudando o efeito do óleo sobre risco de deriva, e o uso de pontas de pulverização antideriva, indicaram que a utilização de ambos fatores alteraram o espectro de gotas e são eficientes para redução do risco de deriva. Oliveira et al. (2015), pesquisando as características dos adjuvantes que influenciam na deriva, indicaram que a viscosidade e o espectro de gotas, são dois dos mais importantes fatores. MENDONÇA et al. (2007) complementam que tais fatores correlacionam-se com as

características apresentadas pelos óleos minerais, principalmente relacionadas à menor tensão superficial.

Quando considerado as diferentes classes de diâmetro, observa-se que a utilização do óleo não proporcionou efeito significativo para nenhuma das pontas avaliadas. Já quando analisado o fator pressão, observa-se que para a primeira ponta, a maior pressão foi responsável pelo aumento significativo do número das classes, onde Costa et al. (2007), Bauer et al. (2008) e Viana (2010) relatam a importância da pressão sobre o espectro de gotas, que atua de forma a aumentar ou diminuir o tamanho das gotas, dependendo das condições desejadas e do local de aplicação.

Tabela 16: Número de classes de diâmetro encontrado em função da utilização de óleo e de diferentes pressões

Ponta	Fator	Óleo		Média Geral	
		Com	Sem		
1*	Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	79,00ns	103,33	91,17c***
		35	153,33	106,67	130,00b
		50	198,67	186,33	143,67a
Média Geral		143,66A	132,11A	CV(%) 16,32	
2**	Pressões (lbs.pol ⁻²)	35	53,67ns	91,67	72,66
		50	84,67	109,67	97,17
		65	66,33	89,33	77,83
Média Geral		68,22	96,88	CV (%) 42,67	

*Ponta duplo leque com indução de ar e ângulo de 110°. ** Ponta leque simples, com indução de ar e ângulo de 150°.

***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.

Para a variável densidade de gotas, pode-se verificar que, o óleo foi responsável pela maior deposição de gotas em ambas as pontas. Este resultado demonstra o efeito dos adjuvantes sobre as características da aplicação (MENDONÇA et al.,2007). A densidade de gotas encontrada com a utilização do óleo, na primeira ponta, ficou mais próxima da recomendada (30-40 gotas.cm⁻²) para a aplicação de inseticidas (MATTHEWS, 1979; MONTEIRO, 2006), e mesmo sem a utilização do óleo, tais valores foram superiores aos encontrados na segunda ponta (Tabela 17). Tal efeito possivelmente esteja atribuído ao fato do primeiro Ponta, ser duplo leque, garantindo melhor deposição pois há uma dupla passagem do jato sobre o mesmo alvo, o que não ocorre no segundo tipo de ponta utilizado, que há só uma.

Tabela 17: Densidade de gotas (gotas.cm⁻²) encontrado em função da utilização de óleo e de diferentes pressões

Ponta	Fator	Óleo		Média Geral	
		Com	Sem		
1*	Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	10,14ns	11,78	10,96c***
		35	23,93	13,92	18,92b
		50	36,42	30,70	33,56a
	Média Geral		23,50A	18,80B	CV (%) 21,28
2**	Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	10,74	6,98ns	8,86
		35	17,20	11,44	14,32
		50	14,64	8,01	11,33
	Média Geral		14,19	8,81	CV (%) 55,15

*Ponta duplo leque com indução de ar e ângulo de 110°. ** Ponta leque simples, com indução de ar e ângulo de 150°.

***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.

Considerando a pressão, observa-se que para a primeira ponta, a utilização de 50lbs.pol⁻² proporcionou densidade de gotas recomendada (Tabela 17). Assim, os dados indicam que a associação do uso do óleo com maior pressão, possibilita uma melhoria na qualidade de aplicação em condições não recomendadas, concordando com os resultados obtidos por Costa et al. (2007), Boller & Machry (2007).

Tabela 18: Volume (L.ha⁻¹) estimado encontrado em função da utilização de óleo e de diferentes pressões

Ponta	Fator	Óleo		Média Geral	
		Com	Sem		
1*	Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	73,60bA***	156,94aA	115,27b
		35	210,73aA	108,94aB	159,84ab
		50	272,80aA	184,58aA	228,69a
	Média Geral		185,71A	150,15A	CV (%) 33,99
2**	Pressões (lbs.pol ⁻²)	35	40,05	107,17	73,60
		50	61,71	62,90	62,31
		65	26,81	70,29	48,55
	Média Geral		42,85B	80,11A	CV (%) 50,12

*Ponta duplo leque com indução de ar e ângulo de 110°. ** Ponta leque simples, com indução de ar e ângulo de 150°.

***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.

Para a variável volume, (Tabela 18) a primeira ponta proporcionou o maior depósito de calda sobre os cartões, apresentando diferença superior a 4 vezes o valor com a utilização do óleo, quando comparado juntamente à segunda ponta.

Para as pressões, constatou-se diferenças somente para a ponta duplo leque, onde as pressões de 35 e 50lbs.pol² não diferiram entre si. Considerando a interação entre os tratamentos, pode ser observado que houve aumento da deposição com o aumento da pressão, embora os valores não tenham atingido a diferença mínima significativa. Em estudo avaliando o espectro de gotas, Cunha et al. (2007) indicaram que o aumento da pressão não conferiu redução no diâmetro das gotas da maioria das pontas testadas, exceto para a ponta ATR Brown. Os mesmos autores ainda revelam que o aumento na vazão nominal incrementou os valores de diâmetro.

Considerando a percentagem de cobertura proporcionada por estes fatores na condição do experimento, conforme indicado na Tabela 19, houve interação entre os fatores óleo e pressão para o primeiro Ponta. Assim, a pressão de 30lbs.pol² proporcionou diferenças sobre a utilização do óleo. Román et al. (2009) avaliando a deposição de calda fungicida sobre soja, constataram que o aumento no volume de calda não proporcionou diferenças significativas para a cobertura da aplicação, o que colabora com os dados encontrados no presente estudo.

Tabela 19: Cobertura (%) encontrada em função da utilização de óleo e de diferentes pressões

Ponta	Fator	Óleo		Média Geral	
		Com	Sem		
1*	Pressões (lbs.pol ²)	20	8,47bA***	16,68aA	12,57b
		35	23,09aA	12,62aB	17,86ab
		50	30,06aA	21,10aA	20,54a
	Média Geral	20,54A	16,80A	CV(%) 29,48	
2**	Pressões (lbs.pol ²)	35	4,68ns	12,00	8,34
		50	7,45	7,87	7,66
		65	3,75	8,53	6,14
	Média Geral	5,30B	9,46A	CV(%) 47,26	

*Ponta duplo leque com indução de ar e ângulo de 110°. ** Ponta leque simples, com indução de ar e ângulo de 150°.

***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.

O aumento da pressão proporcionou incremento da área coberta pela calda aplicada (Tabela 19). Tal fato é visualizado, frente ao conhecimento de que a maior pressão proporciona maior quebra das gotas, aumentando seu número e reduzindo seu diâmetro (CUNHA et al. 2007).

Considerando o diâmetro médio volumétrico (DMV), verificou-se que nenhum dos fatores avaliados no primeiro tipo de ponta (duplo leque) influenciaram sobre esta variável. A utilização do óleo, associado ao aumento da pressão, nas condições do experimento, promoveu incremento do DMV. Este comportamento que pode estar associado às características das gotas em função da adição do óleo, já que quando analisado o efeito isolado da pressão, não houve diferenças. Essa associação indica que as gotas podem se unir antes de atingir o alvo, porém ainda são poucos os trabalhos que relatam essa interação.

Tabela 20: Diâmetro médio volumétrico -DMV(μm) encontrado em função da utilização de óleo e de diferentes pressões

Ponta	Fator	Óleo		Média Geral	
		Com	Sem		
1*	Pressões (lbs.pol ⁻²)	20	518,28ns	628,83	573,56a
		35	588,48	498,14	543,31a
		50	741,33	553,45	647,39a
Média Geral			616,03A	560,14A	CV (%) 23,20
2**	Pressões (lbs.pol ⁻²)	35	462,48	563,90	513,19a
		50	490,67	470,85	480,76ab
		65	291,10	447,35	369,22b
Média Geral			414,75	494,03	CV(%) 19,60

Ponta duplo leque com indução de ar. ** Ponta leque simples, com indução de ar e ângulo de 150°. ns = Não significativo. 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.

Considerando a segunda ponta testada (leque simples), nota-se que somente para o fator pressão que os resultados foram diferentes, onde com o aumento da pressão, houve a diminuição do DMV. Este comportamento da pressão sobre o espectro de gotas já é descrito em outros trabalhos (CUNHA et al. 2007; NASCIMENTO et al, 2013; VIANA et al. 2010).

5. CONCLUSÃO

Os efeitos adversos da aplicação foram minimizados com o auxílio principalmente da pressão, onde a pressão de 50 lbs.pol⁻² apresentou a maior deposição de gotas e uniformidade da aplicação no dossel, e a pressão de 20 lbs.pol⁻² apresentou os valores mais discrepantes e desuniformes, diminuindo a qualidade da aplicação.

O horário das 14h proporcionou as maiores variações para densidade de gotas, sendo quatro vezes maior do que em relação ao horário das 18h, e DMV, onde reduziu o diâmetro em 49,8% comparado ao horário das 18h.

A ponta duplo leque apresentou maior deposição e uniformidade em relação do leque simples, e da mesma forma a utilização do óleo e o aumento da pressão, colaboraram para aumentar a qualidade da aplicação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U. R. et al. **Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicação terrestre com diferentes tipos de pontas.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. Anais... Botucatu: FEPAF, 2004. 4p.

BALAN, M. G., et al. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.2, p. 293-298, 2008.

BAUER, F. C. **Distribuição e deposição da pulverização sob diferentes condições operacionais na cultura da soja (*Glicine max* (L.) Merrill).** 2002. 130f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Proteção de Plantas)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.2002.

BAUER, F. C. et al. Deposição de pontas de pulverização AXI 11002 e JA-2 em diferentes condições operacionais. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1610-1614, 2008.

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

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

BONINI, J. V. Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura da soja. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.2003.

BRONIARZ-PRESS, L. et al. The atomization of water–oil emulsions. **Experimental Thermal and Fluid Science**, v. 33, n. 6, p. 955-962, 2009.

CHAIM, A. Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos. Brasília, DF. **Embrapa informação tecnológica**. 73p. 2009.

CHECHETTO, R. G. et al. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.37-46, 2013.

CONSTANTIN, J.; SALES, J. G. C.; MACIEL, C. D. G. Característica de deposição e distribuição da calda de pulverização na cultura da soja em estágio fenológico V6. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n.3, p. 530-541, 2012.

CONTRERAS, O. J. G. et al. Construcción y caracterización de un tubo Ranque-Hilsch. **Revista Brasileira Ensino Física**, v. 30, n. 4, p. 4305, 2008.

COSTA, A. G. F. et al. Efeito da intensidade do vento, pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, v.25, n. 1, p, 203-210, 2007.

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

CUNHA, J.P.A.R. et al. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1360-1366, 2006.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.esp., p.10-15, 2007.

CUNHA, J. P. A. R. Simulação da deriva de agrotóxico em diferentes condições de pulverização. **Ciência e agrotecnologia**, 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**, v. 34, n.9, p.655-659, 2009.

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**, v. 28, n. 3, p. 665-672, 2010.

DOWNER, R. A. et al. Temperature effects on atomization by flat-fan nozzles: implications for drift management and evidence for surfactant concentration gradients. **Atomization Sprays**, v. 8, p. 241-254, 1998.

FARINHA, J. V. et al. Deposição da calda de aplicação em cultivares de soja no estágio R1. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1738-1744, 2009

FERREIRA, M. C. Distribuição volumétrica e diâmetro de gotas de pontas de pulverização de energia hidráulica para controle de corda-de-viola. **Planta Daninha**, v.29, p.697-705, 2011.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 11p. 1977.

GALDOLFO, M. A. et al. Influência das pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glifosato. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 474-480, 2013.

GANDOLFO, M. A. et al. Effect of working pressure at different spray nozzles on drift quantification in wild tunnel. **Engenharia Agrícola**. vol.34. n.1,2014.

GAZZIERO, D. L. P. et al. Deposição de glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgênica. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p.173-181, 2006.

GIL, Y.; SINFORT, C. Emission of pesticides to the air during sprayer application: a bibliographic review. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 39, p. 5183-5193, 2005.

HESS, F. D. Adjuvants. In: Herbicide Action Couseer. Proceedings... West Lafayette: Purdue University. p. 38-61, 1997.

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

MADUREIRA, R. P., RAETANO, C. G., CAVALIERI, J. D. Interação pontas-adjuvantes na estimativa do risco potencial de deriva de pulverizações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19, n.2, p.180-185, 2015.

MARTINS, D. et al. Efeito de diferentes concentrações de aterbane na deposição de calda em plantas de Pistia stratiotes. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 343-348, 2005.

MATTHEWS, G. A. Pesticide application methods. New York: Longman, 1982. 336 p.

MATTHEWS, G. A. Pesticide application methods. London, Longman, 1979. 334p.

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

MONTEIRO, M. V. **Compêndio de aviação agrícola**. Sorocaba: Centro Brasileiro de Bioaeronáutica, 2006, 298 p.

MONTÓRIO, G. A.; VELINI, E. D.; MONTÓRIO, T. Definição de um coeficiente de eficácia para estudo de tensão superficial com surfactantes siliconados e não siliconados. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.3, p.25-34, 2004.

MONTÓRIO, G. A. et al. Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. **Revista Brasileira Herbicidas**, v. 4, n. 2, p. 8-22, 2005.

MURPHY, S. D.; MILLER, P. C. H.; PARKIN, C. S. The effect of boom section and nozzle configuration on the risk of spray drift. **Journal of Agricultural Engineering Resource**, v. 75, p. 127-137, 2000.

NASCIMENTO et al. Pontas de pulverização e horários de aplicação no controle químico de ferrugem asiática da soja. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2037-2048, 2013.

OLIVEIRA, R. B.; ANTUNIASSI, U. R.; GANDOLFO, M. A. Spray adjuvants characteristics affecting agricultural spraying drift. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.1, p. 109-116, 2015.

PINTO, J. R. et al, Estabilidade à exposição solar dos traçantes azul brilhante e amarelo tartrasina utilizados em estudos de deposição de pulverização. **Revista Brasileira Agrocência**. v.13, n.1, p.105-107, 2007.

POLATO, S. A.; OLIVEIRA, N. C. Eficiência do controle de lagarta do cartucho na cultura do milho em função de diferentes horários de aplicação de inseticida. **Campo digital**. v.6, n.1, p. 44-53, 2011.

RAMOS, H. et al. Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. São Paulo: ANDEF, 2006.

ROMÁN, R. A. A. et al. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. **Scientia Agraria**. v.10, n. 3, p.223-232, 2009.

SANTOS, J. M. F. Aplicação correta: eficiência, produtividade e baixo custo em culturas agrícolas. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 9., 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.

SILVA, F. de A. S. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6., Cancun, 1996. **Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers**. 1996. p.294-298.

SILVA, L. H. C. P. et al. Ferrugem asiática em Goiás: Controle químico e hospedeiros alternativos. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1., 2005. Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: EDUFU, 2005. cap. 14, p. 135-179.

SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PALLADINI, L. A. Aspectos metodológicos para análise de depósitos de pulverização pela determinação dos depósitos pontuais. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.195-202, 2007.

SUMNER, P. E. **Reducing spray drift**. Georgia: University of Georgia, 1997. 11 p. (ENG97-005).

SCHAMPHELEIRE, M. et al. Effects on pesticide spray drift of the physicochemical properties of the spray liquid. **Precision Agriculture**, v. 9, p. 1-12, 2008.

TORMEN, N. R. et al. Deposição de gotas no dossel e controle químico da *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.7, p.802-808, 2012.

VIANA, R. G. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

WOLF, R. E. **Strategies to reduce spray drift**. Kansas: Kansas State University, 2000. 4 p. (Application Technology Series).

XU, L. et al. Adjuvant effects on evaporation time and wetted area of droplets on waxy leaves. **Transactions of the ASABE**, v.53, n.1, p. 13-20, 2010. Disponível em: <<http://naldc.nal.usda.gov/download/41032/PDF>>. Acesso em: 27.jun. 2015.

ZHU, H.; REICHARD, D. L.; FOX, R. D.; BRAZEE, R. D.; OZKAN, H. E. Simulation of drift of discrete sizes of water droplets from field sprayers. **Transactions of the ASAE**, v. 37, n. 5, p. 1401-1407, 1994.