

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**INFLUÊNCIA DE ADJUVANTES DE CALDA NO DEPÓSITO E
DERIVA EM APLICAÇÕES AÉREAS E TERRESTRES.**

FERNANDO KASSIS CARVALHO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP–
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia (Energia na
Agricultura).

BOTUCATU-SP
Fevereiro – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**INFLUÊNCIA DE ADJUVANTES DE CALDA NO DEPÓSITO E
DERIVA EM APLICAÇÕES AÉREAS E TERRESTRES.**

FERNANDO KASSIS CARVALHO

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Rocha Antuniassi

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP–Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU-SP
Fevereiro – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C331i Carvalho, Fernando Kassis, 1987-
Influência de adjuvantes de calda no depósito e deriva em aplicações aéreas e terrestres / Fernando Kassis Carvalho.
- Botucatu : [s.n.], 2013
ix , 61 f.: il. color, grafs., tabs.

Dissertação(Mestrado)- Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Ulisses Rocha Antuniassi
Inclui bibliografia

1. Tecnologia de aplicação. 2. Coletores. 3.
Alvos. 4. Traçadores. I. Antuniassi, Ulisses Rocha.
II.Universi
dade Estadual Paulista."Júlio de Mesquita Filho"(Campus de
Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Títu-
lo.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “INFLUÊNCIA DE ADJUVANTES DE CALDA NO DEPÓSITO E DERIVA
EM APLICAÇÕES AÉREAS E TERRESTRES”**

ALUNO: FERNANDO KASSIS CARVALHO

ORIENTADOR: PROF. DR. ULISSES ROCHA ANTUNIASSI

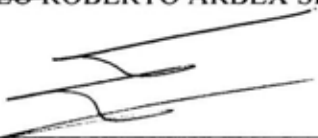
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ULISSES ROCHA ANTUNIASSI



PROF. DR. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA



PROF. DR. MARCO ANTONIO GANDOLFO

Data da Realização: 28 de fevereiro de 2013.

Algumas pessoas têm muita sorte na vida por crer em um Deus que lhe concede saúde e forças nos momentos difíceis, por ter uma família excelente que lhe serve de base e que lhe concede coisas além das que tiveram. Também, por ter conhecido pessoas tão especiais durante a vida. Obrigado Deus, por eu ser uma dessas pessoas. Espero que assim seja, por toda minha jornada, com muita humildade, saúde e felicidade.

DEDICO

Aos meus pais, Clovis Furigo Carvalho e Sonia El Kassis Carvalho.

Ao meu avô Sebastião e minha avó Romilda, e ao meu avô Elias e avó Almazar.

Ao meu tio Carlos Alberto.

AGRADECIMENTOS

À todos que me apoiaram, incentivaram e me ajudaram nos diferentes momentos, em especial meus pais Clovis Furigo Carvalho e Sonia El Kassis Carvalho, minha avó Romilda Furigo Carvalho e meus tios Carlos Alberto de Carvalho e Miguel Kassis, Elian Kassis, Laila Kassis.

Ao professor Dr. Ulisses Rocha Antuniassi, pela orientação, confiança, apoio, amizade e ensinamentos.

Ao professor Dr. Marco Antônio Gandolfo, pela orientação durante a graduação, amizade e incentivo ao mestrado.

Aos professores Drs. Paulo Arbex e Caio Carbonari, pelas contribuições neste trabalho, amizade e companheirismo.

À Luciane Sato, Anne C. A. Silva, Alisson A. B. Mota, Marcella Guereiro, Rodolfo G. Chechetto, Ulisses Gandolfo, Flávio Gurgacz, Mário Almeida, Guilherme Ishizuca, Patrícia e Maria Perez, Lucas Pascoal e ao Seu Silva pelo companheirismo e amizade.

Aos amigos, João, Raul, Meia, Renato, Emerson, Felipe, Bila, Chumbinho, Mik, Jú, Zé, Carlão, Sahão, Orsi, e demais companheiros da graduação e pós-graduação.

Aos funcionários do Nupam, Beto, Chinha e Guilherme.

À todos aqueles que foram meus professores.

A Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, pela oportunidade.

Aos amigos e funcionários da patrulha.

Aos funcionários da biblioteca, do Departamento de Engenharia Rural e da seção de Pós-graduação.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para este trabalho e que não foram citados acima, mas que são muito queridos.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
RESUMO	1
SUMMARY	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Ferrugem asiática da soja e controle por meio de fungicidas	7
2.2 Tecnologia de aplicação para ferrugem da soja.....	10
2.3 Deriva.....	13
2.4 Aplicações aérea e terrestre de produtos fitossanitários	15
2.5 Adjuvantes	17
2.6 Uso de corantes alimentícios como marcadores	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Local do experimento	23
3.2 Delineamento experimental e pontos amostrais	24
3.3 Aplicação das caldas	28
3.4 Condições Climáticas	29
3.5 Avaliação da deposição de calda e deriva utilizando alvos naturais	29
3.6 Avaliação da deposição e deriva utilizando alvos artificiais	31
3.7 Degradação e retenção do corante	33
3.8 Análise estatística	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Condições climáticas	36
4.2 Concentrações das caldas.....	37
4.3 Coeficientes de degradação ou retenção do corante nas folhas e lâminas	38

4.4 Depósitos de calda nas lâminas de vidro	39
4.5 Depósitos de calda nas folhas	42
4.6 Deriva avaliada em alvos naturais e artificiais	45
5 CONCLUSÕES	51
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Descrição dos tratamentos para controle da ferrugem asiática da soja.	24
Tabela 2. Condições climáticas e horários das aplicações.	37
Tabela 3. Fator de correção para degradação ou retenção de corante nos alvos.	38

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Representação das parcelas no campo. Os retângulos escuros, no centro das parcelas, indicam os locais de coleta das amostras.	25
Figura 2. Distribuição dos pontos de coleta localizados no centro das parcelas. Pontos pretos indicam locais de coletas de lâminas e pontos com centros branco indicam locais de coleta de folhas.	26
Figura 3. Avaliações de altura e número de plantas por metro linear.	26
Figura 4. Disposição das folhas para serem fotografadas.	27
Figura 5. Enfolhamento da cultura.	27
Figura 6. Aplicação por vias aérea (a) e terrestre (b).	29
Figura 7. Etapas para extração do marcador. Folhas imersas em água destilada (a); Agitação da amostra para extração do fungicida (b); Cronômetro para marcar o tempo de agitação (c).	30
Figura 8. Lâmina colocada na altura da cultura da soja sendo retirada para acomodação em recipiente plástico para posterior extração do produto.	32
Figura 9. Extração das gotas por meio da lavagem das lâminas.	32
Figura 10. Gotas sendo pingada sobre folha de soja.	33
Figura 11. Aplicações das gotas sobre lâmina de vidro.	34
Figura 12. Depósito de corante nas lâminas de vidro em aplicações aéreas.	40
Figura 13. Depósito de corante nas lâminas de vidro em aplicações terrestres.	41
Figura 14. Depósito de calda na parte superior das plantas em aplicações aéreas.	42
Figura 15. Depósito de calda da parte inferior das plantas em aplicações aéreas.	43
Figura 16. Depósito de calda na parte superior das plantas em aplicações terrestres.	44
Figura 17. Deposição de caldas na parte inferior das plantas em aplicações terrestres.	45
Figura 18. Deriva avaliada em alvos artificiais nas aplicações aéreas e terrestres.	47
Figura 19. Deriva avaliada em alvos naturais nas aplicações aéreas e terrestres.	47

RESUMO

A ferrugem asiática atualmente é a principal doença da cultura da soja. Tem como características a rápida disseminação e difícil controle por iniciar na parte inferior da planta, onde a penetração das gotas é mais difícil. O uso de gotas finas tem sido utilizado com o intuito de melhorar a penetração e aumentar a eficiência dos produtos fitossanitários. Em contrapartida, gotas finas são mais sujeitas a perdas por deriva. As novas tecnologias de aplicação além de proporcionarem o controle da doença devem causar o menor impacto ambiental possível. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adição de adjuvantes na deposição de gotas e deriva, em aplicações aéreas e terrestres. O experimento foi composto por 6 tratamentos, sendo utilizadas três caldas de pulverização incluindo o fungicida Piori Xtra (suspensão concentrada contendo azoxistrobina 200 g L⁻¹ + ciproconazol 80 g L⁻¹) em mistura com os adjuvantes Nimbus (concentrado emulsionável contendo hidrocarbonetos alifáticos, 428 g L⁻¹) e TA-35 (concentrado solúvel contendo lauril éter sulfato de sódio, tensoativos, sequestrantes e emulsificantes), aplicadas por vias aérea e terrestre. Nas aplicações terrestres utilizou-se o volume de calda de 50 L ha⁻¹ e pontas TXA 8002 VS, e nas aplicações aéreas 15 L ha⁻¹, empregando-se atomizador Turboaero, ambos aplicando gotas finas. O estudo foi feito através da coleta em alvos artificiais (lâminas de vidro) e em alvos naturais (folhas de soja), utilizando-se o corante Azul Brilhante (FD&C n° 1) como marcador. A extração do corante foi feita por agitação, utilizando-se água destilada. A quantificação do corante para cálculo da deposição foi feita por espectrofotometria, utilizando as caldas extraídas das amostras. A deriva foi estimada através do balanço de massas. Um estudo para avaliar possíveis perdas do marcador por degradação ou retenção nos alvos também foi feito. A

análise comparativa dos tratamentos foi feito pelo método estatístico “Intervalo de Confiança para Diferenças entre as Médias” com grau de confiança de 95% (IC95%). Houve degradação ou retenção do corante nos alvos. As aplicações terrestres apresentaram menores valores de deriva comparada às aéreas. Apesar de não ter havido diferenças significativas de deposição entre os tratamentos para cada via de aplicação o uso do TA-35 aumentou a deposição das gotas e reduziu a deriva.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, coletores, alvos, traçadores.

THE INFLUENCE OF SPRAY ADJUVANTS ON THE DEPOSIT OF DROPLETS AND SPRAY DRIFT BY AERIAL AND GROUND BASED APPLICATIONS. Botucatu, 2013. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FERNANDO KASSIS CARVALHO

Adviser: ULISSES ROCHA ANTUNIASSI

SUMMARY

Actually Soybean Asian rust is the most important disease of soybean culture. This disease disseminates quickly and starts by the lowest third of the plants, showing difficult spray droplets penetration and disease control. The use of fine droplets has been chosen in order to improve the penetration and efficacy of the agrochemicals. However, the fine droplets are easily lost by drift. The new apply technologies must be developed to control the disease efficiently, and with the minimal environmental contamination. The aim of this work was to evaluate the influence of adjuvants on droplets deposition and spray drift on aerial and ground applications. The experiment consisted of 6 treatments, being used 3 spray solutions, composed by the fungicide Priori Xtra (concentrated suspension of azoxystrobin 200 g L^{-1} + cyproconazole 80 g L^{-1}) mixed with the adjuvants Nimbus (emulsifiable concentrate containing aliphatic hydrocarbons 428 g L^{-1}) and TA-35 (soluble concentrate containing sodium lauryl ether sulfate, surfactants, sequestering agents and emulsifiers), in aerial and ground applications. On the ground applications was used 50 L ha^{-1} , TXA 8004 VS nozzles and on aerial applications was used 15 L ha^{-1} and rotary-disk atomizer, both applying fine droplets. The

depositions analyzes were make using the FD&C Blue n°1 tracer. The drift was calculated using the mass balance, evaluating the spray deposition on artificial and natural targets. The dye extraction was made by agitation, using distilled water. The spray solution was estimated using spectrophotometric methods, measuring the dye present on the water, resulted of the agitation and wash of the targets. The treatments averages will be compare using Confidence Interval at 95% probability. There was retention or degradation of the tracers on the targets. The highest values of spray drift were observed by aerial applications. The use of TA-35 increased the deposits of droplets and reduced the spray drift when applied alone or in mixture.

Keywords: Application technology, collectors, targets, tracers.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é a cultura anual de maior importância econômica para o Brasil e a que ocupa a maior área plantada. No entanto esta cultura é afetada por mais de 40 doenças, sendo que a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow) é a mais importante, podendo causar grandes perdas, principalmente devido à desfolha precoce. Milhares de dólares são gastos anualmente para o controle deste patógeno.

O controle desta doença não é simples, devido principalmente a características como rápido espalhamento e agressividade e também devido às próprias características da cultura, que apresenta grande massa foliar nos estádios reprodutivos dificultando a penetração das gotas.

Como a ferrugem asiática da soja começa pela parte inferior do dossel, onde as folhas permanecem molhadas por mais tempo, favorecendo o desenvolvimento da doença, este é o primeiro alvo de uma pulverização na tentativa de reduzir a pressão de infestação. Desta forma existe uma busca constante por tecnologias que favoreçam a penetração das gotas para melhorar o controle da doença e com o menor impacto ambiental possível.

Dentre as alternativas utilizadas para favorecer o controle da doença, trabalhar com gotas finas tanto nas aplicações aéreas quanto terrestres tem se mostrado viável, já que as gotas finas apresentam maior facilidade de penetração no dossel da cultura. O uso de menores taxas de aplicação também é uma ferramenta útil para aumentar o rendimento operacional dos equipamentos e também por favorecer o rápido controle da ferrugem.

Para a utilização de gotas finas, principalmente com taxas de aplicação reduzidas, é importante o aproveitamento dos melhores períodos do dia para as aplicações que geralmente são de manhã e no final da tarde. A ausência de ventos fortes nas primeiras horas da manhã e a ocorrência de temperatura amena e de umidade relativa do ar elevada, reduzem as possibilidades de deriva e de perdas por evaporação, aumentando a eficiência do produto.

Outra ferramenta que pode auxiliar no controle da ferrugem é o uso de adjuvantes de calda. Estes podem desempenhar várias funções nas aplicações de produtos fitossanitários, como as de reduzir deriva, servir como espalhantes, adesivos, antiespumantes, antievaporantes, dentre outras. Além da carência de informações, devido ao fato de existirem muitas marcas e classes de adjuvantes, a escolha deles para a adição em caldas de pulverização não é simples.

Parte da dificuldade de fazer a escolha correta dos adjuvantes é devido à classificação de alguns dos componentes das formulações como sendo “inertes” (tanto em produtos fitossanitários como em adjuvantes), enquanto na verdade tais componentes podem ser quimicamente ou fisicamente ativos, sendo, em muitos casos, parte importante da formulação. Os resultados da interação entre adjuvantes e diferentes modelos de pontas de pulverização também não seguem padrões específicos. Desta maneira, estudos para avaliar a interação entre produtos fitossanitários, adjuvantes e pontas de pulverização são válidos para observar se os resultados serão positivos ou não.

Para esta nova era tecnológica, como a do uso de máquinas maiores, mais rápidas, ou mesmo o uso de aeronaves, com menores taxas de aplicação associada ao uso de adjuvantes, há a necessidade de oferecer aos produtores mais informações a respeito dos resultados obtidos com seu uso. Existem poucas informações disponíveis sobre essas tecnologias, principalmente para as condições do centro-oeste brasileiro.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adição de adjuvantes na deposição de gotas e deriva, em aplicações aéreas e terrestres.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ferrugem asiática da soja e controle por meio de fungicidas

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma espécie originária da Ásia mas devido à adaptabilidade a diferentes latitudes, solos e condições climáticas, associada às suas características nutritivas pode ser implantada em todo o mundo, sendo a oleaginosa com maior produção mundial e uma das principais fontes de proteínas e de óleo vegetal (CÂMARA, 1998).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012) a área planta com soja na safra 2011/2012 foi estimada em mais de 25 milhões de hectares, com produção em torno de 66 milhões de toneladas. Dentre os estados brasileiros o Mato Grosso apresentou a maior área plantada com soja no País, com mais de 10 milhões de hectares e produtividade média de 3.679 kg ha⁻¹.

Segundo Fiallos (2011) a cultura da soja é afetada por 47 doenças já relatadas sendo que a ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow, é a mais importante causando perdas estimadas em 737,4 milhões de dólares ao Brasil por ano.

Wrather et al., (2010) afirmam que dentre as doenças que causam danos à cultura da soja, a ferrugem asiática esta em primeiro lugar, causando cerca de 54% das perdas por doenças. As quatro outras principais doenças, somam pouco mais de 18% das perdas. As principais consequências da ferrugem são perda de área foliar devido à severidade da doença nas folhas, e a desfolha que segundo Mueller et al. (2009) é mais grave no período de enchimento de grãos. Ribeiro e Costa (2000) também observaram

maiores perdas na produção quando a desfolha ocorreu nos períodos reprodutivos da cultura, comparado aos estádios vegetativos, com perdas que chegaram a 80%.

Dentre os fatores que devem ser levados em conta para decidir qual o melhor método para o controle da ferrugem da soja, a capacidade operacional das máquinas é um dos mais importantes. Camargo (2006) explica que no início o desenvolvimento da ferrugem é lento e difícil de ser identificado, no entanto, o mesmo autor descreve que após infectar as plantas, o fungo apresenta um desenvolvimento exponencial, com difícil controle e grandes perdas na produção.

Desta forma, caso a doença não seja controlada no momento correto pode ocorrer grandes perdas na produção. Camargo (2006) afirma que devem ser feitas aplicações preventivas entre as fases R1 e R2 (no início do florescimento), caso não se tenha detectado a doença em fases anteriores. Os mesmos autores observaram que atrasos no controle da doença, de 23 e 38 dias, acarretaram perdas de 21,2 e 38,4 sc ha⁻¹, respectivamente. Caso não seja controlada, Oskan et al. (2006) afirmam que pode haver a completa desfolha da cultura em apenas duas semanas.

Mueller et al (2009) relatam que a escolha do momento para a primeira aplicação para o controle da ferrugem pode ser feito de três formas: aplicar após observar o primeiro sintoma da doença na área; aplicar de acordo com um cronograma ou desenvolvimento da planta; e através do monitoramento de áreas com maior potencial de inóculo da doença. Mas ressalta que o monitoramento é a forma mais econômica e eficiente para realizar uma aplicação (caso haja máquinas suficientes para o controle rápido da doença).

Dentre os fungicidas utilizados para o controle da ferrugem asiática da soja, estão em destaque aqueles dos grupos químicos das estrobilurinas e dos triazóis. As estrobilurinas apresentam ação de profundidade ou translaminar. A azoxistrobina é uma das únicas estrobilurinas com certa mobilidade nas folhas. Este grupo apresenta características lipofílicas, aderindo-se à cera da cutícula da folha. Os triazóis apresentam translocação principalmente via xilema, com translocação parcial via floema (REIS; BRESOLIN, 2009; BARLETT et al., 2002)

Porém, para ambos os grupos químicos citados acima, sabe-se que a ação é loco-sistêmica, ou seja, são translocados à pequenas distâncias dentro da folha, a partir do local de deposição, sendo necessário, portanto, boa cobertura pela pulverização (REIS e BRESOLIN, 2009). Em trabalhos de Tormen et al. (2012) os autores observaram

que os melhores índices de controle da ferrugem asiática, aplicado em duas cultivares de soja, foi alcançado pelo tratamento compostos por azoxistrobina + ciproconazol, comparado ao tratamento com tebuconazol + carbendazim.

Carneiro (2007) relata que os sintomas causados por *P. pachyrhizi* iniciam-se nas folhas inferiores da planta, sendo caracterizados por minúsculos pontos, com cerca de 1 a 2 mm de diâmetro, mais escuros do que o tecido sadio da folha, com coloração esverdeada a cinza esverdeada. O autor afirma que no local onde surgem os pontos escuros é possível ver na parte abaxial da folha, a formação de urédias, que se apresentam como pequenas protuberâncias, formando uma lesão. Segundo o autor, essas lesões provenientes da fase inicial da infecção, não são facilmente visíveis a olho nu, sendo necessário posicionar a folha contra um fundo claro.

As urédias adquirem coloração variando de castanho claro a castanho escuro, e abrem-se em um minúsculo poro, expelindo suas estruturas reprodutivas (uredósporos), que se acumulam ao redor dos poros e são facilmente dispersados pelo vento, sendo que os sintomas podem ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta de soja (CARNEIRO, 2007).

A germinação do fungo acontece quando há molhamento (água livre ou orvalho) e temperatura favorável. Navarini et al. (2007) relatam que o molhamento foliar prolongado (10 horas por dia), temperatura noturna entre 18 e 24° C, e chuvas frequentes mostram-se como condições determinantes para o estabelecimento da doença.

Alves et al. (2007) observaram maior intensidade da doença (cultivares Conquista, Savana e Suprema) em períodos de molhamento foliar superiores a 12 horas, com temperaturas próximas a 20° C. Temperaturas acima de 28 e abaixo de 15 °C, bem como períodos de molhamento foliar abaixo de 6 horas resultaram em menor incidência e severidade da doença. Magnani et al. (2007) observaram a formação de apressório entre quatro a seis horas após inoculação. Tempo maior de molhamento das folhas favorecem a germinação do fungo.

Cunha et al. (2011) lembram que o fechamento rápido das entrelinhas da cultura da soja, estratégia usada principalmente para proporcionar o controle cultural de plantas daninhas, também favorece a ocorrência de condições ideais para o desenvolvimento da ferrugem asiática da soja e dificulta a penetração das gotas no terço inferior da cultura, exigindo conhecimentos sobre tecnologia de aplicação para o controle desta doença.

2.2 Tecnologia de aplicação para ferrugem da soja

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários resulta do emprego de todos os conhecimentos científicos que possibilitem a correta colocação do produto biologicamente ativo em um alvo, na menor quantidade necessária, de forma econômica e com a mínima contaminação de áreas adjacentes (MATUO, 1990).

Segundo Antuniassi (2012) o objetivo de uma pulverização é alcançado quando é feita a seleção correta das pontas de pulverização e do ajuste do volume de calda, respeitando as condições ambientais e o momento correto da aplicação. O tipo de alvo, o modo de ação dos produtos e suas recomendações agronômicas também devem ser observados.

Os fatores que mais se tem pesquisado, com o intuito de melhorar as aplicações, são as taxas de aplicação, adjuvantes de calda, pontas de pulverização, cobertura do alvo, equipamentos para pulverização, entre outros, que juntos e corretamente utilizados, constituem o conceito de tecnologia de aplicação. Segundo Cunha et al. (2011), a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários possibilita maximizar a produtividade das culturas quando empregada de maneira correta.

Dentre as principais tecnologias disponíveis, as pontas de pulverização merecem destaque, pois elas que determinam o espectro de gotas pulverizadas e auxiliam na escolha do volume aplicado. Produtos sistêmicos, por exemplo, permitem usar menor número de gotas que produtos de contato. Alvos que estejam no interior de alguma cultura, que apresente grande dificuldade para penetração das gotas, requerem a escolha de pontas que produzam gotas menores, já que penetram com maior facilidade através do dossel da cultura, quando comparada a gotas grossas (ANTUNIASSI et al., 2012).

Carvalho (2007) lembra que pouco adiantará produzir a gota adequada, se o produto não atingir o alvo. Por isso a tecnologia de aplicação é encarada como uma ciência complexa e abrangente, pois não trata apenas de itens passíveis de serem controlados, como tipo de ponta, velocidade de trabalho, altura de barra, mas também de questões referentes principalmente ao clima, que é particular em cada aplicação.

Tormen et al. (2012), avaliando a deposição de gotas promovida por diferentes pontas de pulverização, apontaram a eficiência da penetração de gotas finas,

indicado pelos maiores depósitos no terços médio e inferior da cultura da soja, no entanto, os autores ressaltam que o índice de área foliar da cultura deve ser levado em conta para ser feita a escolha do tamanho de gotas. Cunha e Perez (2010) observaram que o uso de gotas grossas comparado ao uso de gotas finas, na aplicação de fungicida na soja, reduziu a produtividade da cultura.

Brethauer et al. (2008) avaliaram deposição de um fungicida em soja, utilizando dois volumes de calda (47 e 140 L ha⁻¹) e duas pontas de pulverização (gotas médias e muito grossas), observaram que os melhores resultados foram obtidos utilizando gotas muito grossas, para ambos os volumes. No entanto neste trabalho, a soja não apresentava total fechamento das entrelinhas, e a velocidade do vento no momento da aplicação era de 16,5 km h⁻¹.

Segundo Camargo (2006) e Bueno (2011), o uso de baixas taxas de aplicação (em aeronaves ou pulverizadores terrestres), principalmente em médias e grandes propriedades, tem sido usado para aumentar o rendimento operacional dos equipamentos. O uso de baixo volume de aplicação, associado a altas velocidades de deslocamento das máquinas, são uma alternativa importante para o controle da ferrugem asiática da soja, principalmente no centro-oeste, onde as propriedades são planas, extensas e com alto índice de precipitação durante algumas épocas do ano. Oliveira et al. (2011) avaliando o controle de doença da aveia, constataram que o uso de 100 L ha⁻¹, contra 200 L ha⁻¹, aumentava cerca de U\$10,0 o lucro por hectare, nas aplicações de epoxiconazole + piraclostrobin, 0,3 L ha⁻¹. Costa et al. (2011) não observaram diferenças significativas no controle de ferrugem entre as aplicações de 50, 100 e 150 L ha⁻¹ de calda aplicadas por ponta hidráulica, por via terrestre.

Em trabalho realizado por Bueno (2011) utilizando dois volumes de calda em aplicação aérea e dois em terrestre, observou que a deposição de corante azul alimentício, na cultura da batata, foi maior para o menor volume de aplicação, 200 L ha⁻¹, comparado ao volume de 400 L ha⁻¹, sendo semelhante nas aplicações aéreas, com 15 ou 30 L ha⁻¹. Neste mesmo trabalho o autor constatou que a quantidade de produto depositado no solo foi menor para o uso de menores volumes de calda, tanto nas aplicações aéreas quanto terrestres, e que o uso do adjuvante composto por lecitina + ácido propiônico, reduziu estas perdas, principalmente para o menor volume de calda, em aplicação terrestre com o uso de gotas finas.

Bauer et al., (2006) comentaram a necessidade de redução nas taxas de aplicação, para diminuição do custo de produção, sendo que a uniformidade na distribuição da pulverização deve ser mantida, para que a dose que chega ao alvo seja suficiente para causar o efeito biológico desejável.

Cunha et al. (2006) trabalhando com taxas de aplicação de 115 e 160 L ha⁻¹, e quatro tipos de pontas de pulverização (jato plano, jato plano de pré-orifício, jato plano de indução de ar e jato plano duplo de indução de ar), observaram que a ponta jato plano padrão associada ao maior volume proporcionou os maiores depósitos no terço inferior de plantas de soja.

Derksen et al. (2008) avaliando o depósito de pyraclostrobin, aplicado com as pontas XR8004, TTJ6011003, AXI11002 e JA03, com taxas que variaram de 93 a 187 L ha⁻¹, não observaram diferenças significativas no depósito parte inferior da cultura em função da variação do volume de calda.

A cobertura da parte inferior do dossel tem sido baixa na grande parte das aplicações. Bradley et al. (2007) encontraram valores de cobertura das folhas do terço inferior menor que 6% para tratamentos sem assistência de ar em uma safra com bom fechamento das entrelinhas da cultura da soja e de até 10% para os mesmos tratamentos em um ano com a soja menor. Já Bretthauer et al. (2008) encontraram valores de cobertura do terço inferior da cultura de no máximo 3,8% entre os tratamentos avaliados.

Segundo Ozkan et al. (2006) os fungicidas produzidos para o controle da ferrugem asiática da soja são efetivos, mas alerta que o sucesso no controle desta doença depende do método como a aplicação é feita. Os autores lembram que os fabricantes de fungicidas não deixam claro no rótulo das embalagens, qual equipamento ou método de aplicação, são mais adequados para a aplicação dos fungicidas. Muitas vezes, existem apenas informações gerais, como: “aplicar este produto de maneira que possibilite penetração no interior da cultura para promover a cobertura completa da copa”.

2.3 Deriva

A deriva, parte da aplicação que não tinge o alvo, pode ser denominada endoderiva ou exoderiva em função do local onde as perdas ocorrem, sendo que no primeiro caso as perdas acontecem dentro da área alvo, como por escorrimento, e no segundo representa a parte da aplicação que é perdida para locais fora da área alvo (Antuniassi, 2012).

Hofman e Solseng (2001) relacionaram os principais fatores que norteiam os níveis de deriva durante as aplicações: equipamentos e técnicas de aplicação; características da calda, como volatilidade, viscosidade e formulação do defensivo agrícola; condições climáticas; habilidade para tomada de decisão e cuidados do operador.

Para Antuniassi (2012) as regulagens, calibrações e pulverizações devem ser feitas pensando-se em características do alvo, cultura, características do agrotóxico, sempre levando em conta as condições climáticas. Segundo o autor, situações com umidade relativa inferior a 50% e temperatura maior que 30°C devem ser evitadas. Quanto à velocidade do vento, o autor recomenda aplicações com vento entre 3 e 10 km h⁻¹, sendo que a ausência pode ser acompanhada pelo fenômeno conhecido como inversão térmica, comprometendo a aplicação e incrementando a deriva.

Em trabalho realizado por Cunha (2008), utilizando o programa computacional Driftsim para avaliar a distância da deriva gerada pelos métodos de aplicação convencional, aéreo e quimigação, variando a velocidade do vento (1; 3 e 5 m s⁻¹) observou que o tamanho das gotas e a velocidade do vento foram os fatores que mais influenciaram a distância da deriva. O mesmo autor afirma que a redução no tamanho das gotas diminui a velocidade de queda, aumentando o tempo gasto para que elas se depositem no alvo e, assim, tornando-as mais susceptíveis à evaporação e à mudança de trajetória. As gotas pequenas apresentam maior relação superfície/peso e menor velocidade terminal, o que aumenta sua distância de deriva.

Cunha (2008) também observou que o espectro de gotas das aplicações aéreas apresentou menor porcentagem do volume aplicado com gotas menores que 100 micrometros comparada ao terrestre, mas que a distância potencial da deriva foi maior. A explicação para este fato é que a altura de lançamento das gotas nas aplicações aéreas foi de 2 m, enquanto a terrestre foi de 0,5 m. Na quimigação foram obtidas as menores distâncias de deriva. Apesar de possuir a mesma altura de lançamento das gotas

da aplicação aérea, o tamanho de gotas daquele método foi superior a 1000 μm , resultando em menor potencial de deriva comparado ao aéreo.

O espectro de gotas composto por gotas finas torna a aplicação mais sujeita a sofrer deriva. Hilz e Vermeer (2013) afirmam que uma das formas mais eficientes de reduzir a deriva nas aplicações é a escolha correta de pontas de pulverização e pressão de trabalho, além da escolha correta de equipamentos de aplicação e adjuvantes de calda.

Em trabalhos realizados por Cunha et al. (2003), avaliando a influência de pontas de pulverização e adição de óleo vegetal à calda, os autores constataram que utilizando ponta jato plano simples sem a adição de óleo, em média, 24% do volume pulverizado apresentou gotas de diâmetro inferior a 100 μm ; com a adição de 0,5% de adjuvante, 6%; e com a utilização de pontas antideriva, 9%. No mesmo trabalho, avaliando a deriva a 5, 10 e 15 m da área alvo, a calda pulverizada pela ponta standard, sem adição de adjuvante, apresentou as maiores derivas nas três distâncias.

Nuytens et al. (2006b) realizaram um trabalho avaliando a interferência de fatores climáticos na deriva de produtos fitossanitários. Os autores mensuraram a temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar em diversos pontos dentro da área onde as análises de deriva foram feitas, com o objetivo de criar fórmulas para estimar a quantidade de deriva em aplicações à campo, um vez que condições climáticas são conhecidas. Além de criarem equações para isto, os autores observaram, que quando se faz leituras em um mesmo local, mas em diferentes alturas, as condições climáticas são diferentes. Neste trabalho, quanto mais alto o ponto, maior foi a velocidade do vento e menor a temperatura e a umidade relativa do ar. A velocidade do vento e a umidade do ar foram os fatores que mais interferiram na deriva, sendo que estes fatores devem ser levados em conta para a escolha da tecnologia a ser empregada nas aplicações.

A altura da barra também tem grande influência na deriva de produtos fitossanitários. Balsari et al. (2006) realizaram trabalhos onde foi avaliada a deriva em função da altura da barra de pulverização. Foram utilizadas duas pontas, XR 110 03 e AI 110 03, nas alturas de 0,5, 0,8 e 1,0 m, sempre na mesma velocidade e pressão de trabalho. A maior deriva resultou da ponta XR 110 03 na maior altura. Tomando este tratamento como padrão, houve uma redução de 66% nas aplicações com a mesma ponta na altura de 0,5 m e de 96% com a ponta de indução de ar, também na

menor altura. Com a ponta de indução de ar a 1,0 m obteve-se 82% de redução da deriva, comparada ao padrão.

2.4 Aplicações aérea e terrestre de produtos fitossanitários

Além das aplicações terrestres, as aplicações aéreas têm sido muito utilizadas. O momento correto de aplicação dos fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja é um parâmetro importante na escolha do tipo de equipamento que será usado nas pulverizações.

O uso de pulverizadores automotriz também se tornaram comuns, pois são máquinas que se deslocam rápido, com velocidades que superam 20 km h^{-1} , em locais onde as características de relevo permitem, resultando em maior agilidade nas operações. Há situações, no entanto, que se faz necessário o uso de aviões agrícolas, capazes de se deslocar a velocidades superiores a 160 km h^{-1} , sendo uma ferramenta auxiliar no combate às pragas e doenças (Bueno, 2011).

Cunha et al. (2011) relatam que apesar do grande uso, a aplicação aérea de produtos fitossanitários é carente de informações científicas a respeito de sua eficácia, principalmente quando comparada à quantidade de informações disponíveis sobre a aplicação convencional.

Camargo (2006) comenta que no centro-oeste o período para realizar as aplicações é curto, uma vez que geralmente a temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa do ar não são adequadas para as pulverizações. Condições adequadas para as pulverizações geralmente são observadas apenas no início da manhã e final da tarde. Sendo assim, quando se dispõe de maior rendimento operacional das máquinas, têm-se também melhor aproveitamento das boas condições climáticas para as pulverizações.

Segundo Camargo (2006) a aplicação aérea podem apresentar rendimento operacional de mais de 100 ha h^{-1} . Outras vantagens do uso de avião nas pulverizações são aplicação no momento correto, redução da taxa de aplicação, o fato de não compactar o solo, não causar danos à cultura, sendo feita por equipe treinada e supervisionada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Segundo Silva (2004), a aplicação terrestre pode ocasionar o amassamento da cultura, principalmente em estádios de desenvolvimento avançados,

ocasionando perdas de grãos. Boller et al. (2008) lembram que no momento em que as aplicações de fungicidas proporcionam maior resposta técnica e econômica, geralmente próximas ao florescimento, o porte das plantas dificulta ou até impede o deslocamento das máquinas no interior das lavouras com prejuízos à cultura.

As perdas por amassamento em aplicações terrestre podem ocorrer em maior ou menor escala, dependendo principalmente da largura da barra de pulverização, uma vez que a máquina faz o mesmo caminho em todas as passadas. Em trabalhos feito por Hanna et al. (2008), observou-se que houve perdas nos tratamentos devido ao amassamento causado pela passagem do pulverizador, principalmente nos menores espaçamentos entre plantas. Neste trabalho as perdas na produção variaram de 0,8% a 7%.

Camargo (2006) afirma que em pulverizações terrestres a maior dificuldade para a obtenção de sucesso nas operações está na falta de treinamento dos operadores, para que estes façam a correta regulagem e calibração dos pulverizadores.

O inconveniente de realizar pulverizações em maiores velocidades de trabalho esta relacionada principalmente à deriva, que é favorecida por oscilações da barra dos pulverizadores terrestres, tanto no sentido horizontal, como, principalmente, no vertical (NUYTTENS et al., 2007a). Os mesmos autores observaram diferenças significativas entre a quantidade de deriva coletada nas velocidades de 8 e 10 km h⁻¹. Por outro lado os riscos de perdas por deriva são maiores para as aplicações aéreas, principalmente por serem realizadas com alturas de lançamento maiores que as utilizadas em aplicações convencionais, e por utilizar gotas finas.

Antuniassi et al. (2004) realizaram trabalhos visando o controle da ferrugem asiática da soja em função do tipo de aplicação, aérea ou terrestre, utilizando o fungicida Myclobutanil. Nas aplicações terrestres foram utilizadas pontas XR 11003 e TXVK8, que produziram gotas médias e muito finas respectivamente, sendo que ambas aplicaram o volume de 120 L ha⁻¹. Nas aplicações aéreas utilizou-se pontas de jato cônico vazio D10 45 80°, para a vazão de 30 L ha⁻¹ e um atomizador rotativo Turboaereo 88 A, para aplicar volumes de 5, 8 e 12 L ha⁻¹, sendo que para estes volumes utilizou-se óleo degomado de soja (1 L ha⁻¹) e um emulsificante (0,025 L ha⁻¹). Neste trabalho a ferrugem foi controlada de maneira satisfatória em todos os tratamentos, no entanto, as maiores produtividades, foram obtidas quando utilizou-se ponta cone na aplicação terrestre, e o volume de 12 L ha⁻¹, na aplicação aérea. Esses resultados nos remetem a questionamentos

sobre quais os menores volumes de calda que podem ser utilizados em pulverizadores terrestres, para que seja mantida a eficiência do tratamento fitossanitário, com ganhos no rendimento operacional.

Cunha et al. (2010) avaliaram o controle de doenças fúngicas na cultura do milho, por meio de aplicações de fungicida sistêmico composto pela mistura de piraclostrobina e epoxiconazol, por vias aérea e terrestre. Nas aplicações terrestres utilizou-se a taxa de aplicação 100 L ha^{-1} , aplicado com as pontas TTJ60 11002 e TTI 11002, enquanto nas aplicações aéreas empregou-se 15 e 30 L ha^{-1} , sendo que na aplicação com 15 L ha^{-1} o adjuvante Nimbus foi adicionado à calda, na dose de $0,5 \text{ L ha}^{-1}$. Houve diferença significativa de produtividade apenas entre a testemunha e os demais tratamentos onde foi realizado aplicação de fungicida. Estudos de custo, urgência de aplicação e disponibilidade de máquinas e mão-de-obra deverão contribuir com a tomada de decisão final. No mesmo trabalho o tratamento terrestre com a ponta de jato plano duplo foi o que proporcionou maior cobertura de gotas depositadas. Os tratamentos de aplicação aéreas com 15 L ha^{-1} e 30 L ha^{-1} apresentaram menor porcentagem de cobertura. Contudo, é importante analisar essa informação levando-se em conta também que há diferença de concentração da calda. Assim, a apreciação da informação de densidade de gotas isoladamente pode levar a uma falsa conclusão de grande superioridade dos tratamentos terrestres.

2.5 Adjuvantes

Tu e Randall (2003) e Araújo e Raetano (2011) definem adjuvante (ou aditivo), como qualquer substância que pode ser adicionada ao produto fitossanitário, seja no processo de fabricação ou no preparo da calda utilizada nas aplicações. Desta maneira alguns produtos fitossanitários já contem adjuvantes em sua formulação enquanto em outros a adição é feita durante o preparo da calda. Os adjuvantes são adicionados a formulações comerciais de fungicidas com o objetivo de proporcionar maior cobertura das folhas e aumentar o ingresso do ingrediente ativo nos tecidos vegetais (NASCIMENTO et al., 2012).

Os adjuvantes podem desempenhar várias funções nas aplicações de produtos fitossanitários, como as de acidificantes, ativadores nitrogenados, espalhantes adesivos, antiespumantes, redutores de pH, surfatantes, antievaporantes, espessantes e também adjuvantes mais complexos que possuem múltiplas funções (KISSMANN, 1998).

Segundo Spanoghe et al. (2007), os adjuvantes também apresentam a característica de alterar o espectro de gotas. Segundo os autores, a pulverização é resultante da interação entre pontas de pulverização e o líquido a ser pulverizado. Desta forma, as características da calda interferem na performance das pontas. Os autores completam dizendo que a característica do espectro de gotas, criado por esta interação, determinará o sucesso das aplicações, em função do alvo biológico.

Gent et al. (2003) citam que alguns adjuvantes tem a capacidade de aumentar a cobertura e a retenção nas superfícies vegetais onde são destinadas as aplicações de produtos fitossanitários, sendo esses aspectos positivos principalmente nas aplicações com taxas reduzidas. Os mesmos autores afirmam que o uso de adjuvantes em aplicações de fungicidas tem resultado, mesmo com redução da dose dos fungicidas, em aumento na eficácia de alguns desses produtos em condições de campo.

Os adjuvantes ativadores melhoram a eficácia ou atividade dos produtos fitossanitários, aumentando a taxa de absorção para dentro das plantas (McMULLAN 2000; TU; RANDALL, 2003). Os adjuvantes ativadores são divididos em surfatantes (não iônicos, iônicos e anfotéricos), óleos (derivados de petróleo ou de sementes) e fertilizantes nitrogenados (TU; RANDALL, 2003).

Cunha e Perez (2010) observaram que o uso do adjuvante dodecil benzeno, 72,5 g L⁻¹ de N e 46,0 g L⁻¹ de P₂O₅, aplicado com fungicida para o controle da ferrugem da soja, melhorou o controle da doença, resultando em maior produtividade.

McMullan (2000) e Tu e Randall (2003) informam que adjuvantes úteis interferem nas propriedades físicas e químicas da calda de pulverização, sem alterar diretamente a eficácia dos produtos fitossanitários. Desta forma, estes adjuvantes facilitam o processo de aplicação, e podem melhorar a eficácia dos produtos fitossanitários indiretamente, por reduzir os efeitos negativos que interferem nas aplicações. Os adjuvantes úteis podem ser classificados em agentes molhantes (espalhantes), antiespumantes, redutores de deriva, espessantes, condicionadores de água, depositantes, compatibilizantes de caldas, redutores de pH e tamponantes, umectantes, entre outros, menos comuns.

A grande parte dos trabalhos realizados sobre o uso de adjuvantes com produtos fitossanitários se referem a associação com herbicidas, talvez justificado pelo fato de estes representarem a maior porção do mercado de produtos fitossanitários.

Gente et al. (2003) cita que apenas entre 2 e 3% dos trabalhos realizados com adjuvantes são em associação com fungicidas, sendo a maior parte com herbicidas.

Gent et al. (2003), alertam que a escolha de um adjuvante para a mistura com fungicidas não é simples, sendo a eficácia da aplicação dependentes das interações entre o agrotóxico, adjuvante e a cultura a ser tratada. Além de possibilitar maior supressão das doenças, a escolha correta do adjuvante também pode diminuir o intervalo entre as aplicações de fungicidas.

Perim (2011), explica que existem duas formas principais, desempenhadas pelos adjuvantes, que resultam no melhor desempenho dos produtos fitossanitários. A primeira pelo aumento da quantidade de ingrediente ativo retido pelo alvo e a segunda a influência positiva sobre sua absorção.

Gent et al. (2003) observaram que alguns adjuvantes, como o Aero Dyne-Amic (óleo vegetal metilado/organosiliconado), aumentaram a absorção do fungicida azoxystrobin em quase quatro vezes nas culturas de cebola e batata, quando comparado a aplicação do produto apenas com água. Por outro lado, alguns adjuvantes causaram redução na produtividade nas culturas de feijão e cebola, por causarem fito toxicidade, justificando trabalhos de campo que avaliem a interação entre adjuvantes e fungicidas.

Antuniassi et al. (2011) estudaram o uso de atomizadores rotativos de disco (Stol ARD), de tela (Micronair AU 5000), com caldas com e sem a presença de um óleo vegetal mais emulsificante, e um sistema eletrostático (Spectrum), na deposição de gotas e controle da ferrugem asiática da soja. Os autores observaram depósitos semelhantes de calda nos diferentes terços das plantas. Por outro lado, os melhores índices de controle da doença foram obtidos com uso dos atomizadores rotativos de tela e de discos com uso de óleo nas caldas e para o eletrostático, aplicando com umidade do ar de 64%, sendo que com umidade maior (71%), os resultados foram piores.

Alguns fabricantes de fungicidas recomendam o uso de adjuvantes com seus respectivos produtos, durante as aplicações, como para o caso do fungicida Priori Xtra (azoxistrobina + ciproconazol), que segundo recomendações do fabricante, necessita da adição de 0,5% do óleo mineral Nimbus (hidrocarboneto alifático) (Syngenta, 2012).

Avaliar o desempenho dos adjuvantes nas aplicações com produtos fitossanitários é importante para saber se o resultado da mistura é positivo ou não. Em trabalhos realizados por Perim (2011), o autor observou que para certas misturas de

herbicida com adjuvantes o controle de algumas plantas daninhas foi prejudicado, quando comparado ao herbicida sozinho.

Nascimento et al. (2012), testaram o uso de óleos minerais, vegetais e surfatantes em caldas com fungicida para o controle de ferrugem asiática da soja. Os autores observaram que apesar de os adjuvantes Natur'l Oil, Break Thru e Nimbus apresentarem tendências para maior controle e produtividade, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os autores observaram diferenças no tamanho de gotas em função do acréscimo dos adjuvantes.

Segundo Tu e Randall (2003) e Antuniassi (2012), os surfatantes são substâncias que reduzem a tensão superficial, principalmente da água. Com a diminuição da força de atração das moléculas do líquido, aumenta-se o espalhamento, e consequentemente, maior contato do líquido com a superfície vegetal.

Cunha et al. (2003) comentam que opção viável usada para aumentar a viscosidade de caldas é a utilização de adjuvantes a base de óleos. Estes além das funções de melhorar penetração, espalhamento, ainda interferem no espectro de gotas, de maneira que também interfiram na deriva.

Hess (1999) explica que os óleos emulsionáveis, os utilizados como adjuvantes, possuem em sua formulação um óleo não fito tóxico (80 a 98%), e algum surfatante (2 a 20%). Segundo o autor, o propósito de haver o surfatante na formulação serve para emulsificar o óleo na calda de pulverização a base de água. Outra característica do surfatante é diminuir a tensão superficial, sendo que ainda não se pode descartar a possibilidade de interação do surfatante com a cutícula, de maneira que aumente a absorção do produto. Isto não é regra para todos os adjuvantes e nem sempre os fabricantes descrevem tudo que há em sua composição. O adjuvante Nimbus por exemplo, possui 43% de sua formulação composta por ingredientes “inertes” (MAPA, 2012).

Em trabalhos realizados por Oliveira (2011) observou-se que o adjuvante Nimbus, hidrocarbonetos alifáticos (óleo mineral 428 g L⁻¹) e o TA 35, composto por lauril éter sulfato sódico, reduziram a porcentagem de gotas menores que 100 µm, aumentando o DMV, além de reduzir a deriva, quando comparado às aplicações com água.

2.6 Uso de corantes alimentícios como marcadores

Corantes alimentares têm sido utilizados como marcadores para a quantificação do depósito nas pulverizações de produtos fitossanitários em alvos naturais e artificiais. Estes produtos devem se manter estáveis quando expostos aos raios solares por um tempo suficiente para que seja feita a coleta dos alvos e a leitura das amostras. A extração também deve ser levada em conta, pois caso haja degradação ou retenção dos corantes nos alvos, os resultados não irão representar o depósito real.

Segundo Marchi et al. (2005) o corante alimentício Azul Brilhante, catalogado internacionalmente pela empresa “Food, Drug & Cosmetic” (FD&C), como FD&C Blue n.1, apresenta características desejáveis para um marcador, como ser sensível à detecção, estável, atóxico, de baixo custo para compra e para detecção em espectrofotômetro, com análise quantitativa rápida e ter efeitos físicos mínimos na pulverização.

Palladini et al. (2005) realizaram trabalhos avaliando a influência do corante Azul Brilhante na tensão superficial de caldas. Os autores também avaliaram a degradação do corante quando exposto a radiação solar por um período de até 8 h, em folhas de citros. Os autores observaram que o corante não interferiu na tensão superficial e não houve degradação do corante quando exposto à luz solar. Neste trabalho as caldas não continham produtos fitossanitários, apenas o corante, e estavam destacadas das plantas.

Marchi et al. (2005) avaliaram a degradação do corante Azul Brilhante quando exposto à luz solar. Foram avaliados a degradação da calda (acondicionada em tubos de quartzo), degradação em alvos artificiais (placas de Petri destampadas) e em alvos naturais (folhas de *Eichhornia crassipes*). Não foi observada degradação do corante nos tubos de quartzo ou nas placas de Petri por um período de até 10 h, que foi o tempo máximo avaliado no experimento. Já nos alvos naturais houve degradação do corante após 6 horas de exposição da aplicação das gotas sobre as folhas, tanto para as folhas mantidas no escuro, quanto para as mantidas expostas à radiação solar (7,8 e 18,6%, respectivamente), indicando interação entre o corante e os tecidos das folhas.

Rezende (2011) aplicou uma quantidade conhecida do corante Azul Brilhante em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) e em lâminas de vidro. Após 20 min da aplicação foi feita a extração do corante dos alvos e posteriormente realizada a leitura em espectrofotômetro, sendo obtidos coeficientes de extração de 93 e 100% para as plantas de

feijão e lâminas de vidro, respectivamente. No mesmo trabalho o autor observou que a lâmina de vidro foi o melhor alvo para a captura de pulverizações, quando comparado com alvos naturais, *P. vulgaris* e *Brachiaria plantaginea*, sendo que a taxa de recuperação para estes alvos naturais foi menor 156% e 176%, respectivamente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi realizado em duas etapas. A primeira, correspondente à pulverização das caldas em área do Grupo Sementes Petrovina, localizada no município de Pedra Petra, Mato Grosso, Brasil. A área de estudo se localiza nas coordenadas geográficas 16°38'37", latitude sul e 54°24'11" longitude oeste de Greenwich, com altitude próxima a 248 m. O experimento foi conduzido na safra 2012/2013, tendo sido utilizado o cultivar ST 810 R, com semeadura realizada no dia 17 de outubro de 2012. Utilizou-se o espaçamento de 0,45 m entre linhas, sendo que a pulverização ocorreu quando as plantas estavam com altura média de 0,94 m, com média de 13,66 plantas por metro e estágio de desenvolvimento R5.4 (Yorinori, 1996).

A segunda etapa correspondeu às análises dos materiais coletados na etapa anterior para determinação do depósito das gotas e deriva. Estas foram realizadas no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), no campus da Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, em Botucatu – SP.

3.2 Delineamento experimental e pontos amostrais

O delineamento experimental adotado foi um fatorial 3 x 2 (três caldas de pulverização aplicadas por via aérea e terrestre).

As caldas de pulverização foram preparadas utilizando-se o fungicida Piori Xtra (suspensão concentrada contendo azoxistrobina 200 g L⁻¹ + ciproconazol 80 g L⁻¹) na dose de 0,3 L p.c. ha⁻¹. Os adjuvantes utilizados foram o óleo mineral Nimbus (concentrado emulsionável contendo hidrocarbonetos alifáticos 428 g L⁻¹) e o adjuvante multifuncional TA-35 (concentrado solúvel contendo lauril éter sulfato de sódio, tensoativos, sequestrantes e emulsificantes), utilizados de maneira isolada ou em mistura, conforme os tratamentos descritos na Tabela 1. O corante FD&C Blue n. 1, também denominado de Azul Brilhante, foi utilizado como marcador para a composição das caldas, em concentrações que proporcionaram dose de 90 g ha⁻¹ de corante.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos para controle da ferrugem asiática da soja.

Tratamento	Sistema	Taxa de aplicação (L ha ⁻¹)	Adjuvantes	Doses (L ha ⁻¹)
A. OM 0,5	Aéreo	15	Nimbus	0,5
A. MF 0,05	Aéreo	15	TA-35	0,05
A. OM 0,25 + MF 0,03	Aéreo	15	Nimbus + TA-35	0,25 + 0,03
T. OM 0,5	Terrestre	50	Nimbus	0,5
T. MF 0,05	Terrestre	50	TA-35	0,05
T. OM 0,25 + MF 0,03	Terrestre	50	Nimbus + TA-35	0,25 + 0,03

Cada parcela de aplicação aérea correspondeu a uma área de 27000 m² (90 m x 300 m), equivalente a 5 passadas do avião, com faixa de trabalho de 18 m na largura e comprimento de 300 m. As parcelas de aplicação terrestre corresponderam a uma área de 4200 m² (81 m x 50m), equivalentes a 4 passadas do pulverizador na largura e 50 m de comprimento (Figura 1). As aplicações aéreas e terrestres foram realizadas no sentido longitudinal do talhão, acompanhando o sentido de semeadura da cultura, sendo que no momento das aplicações o vento era de través.

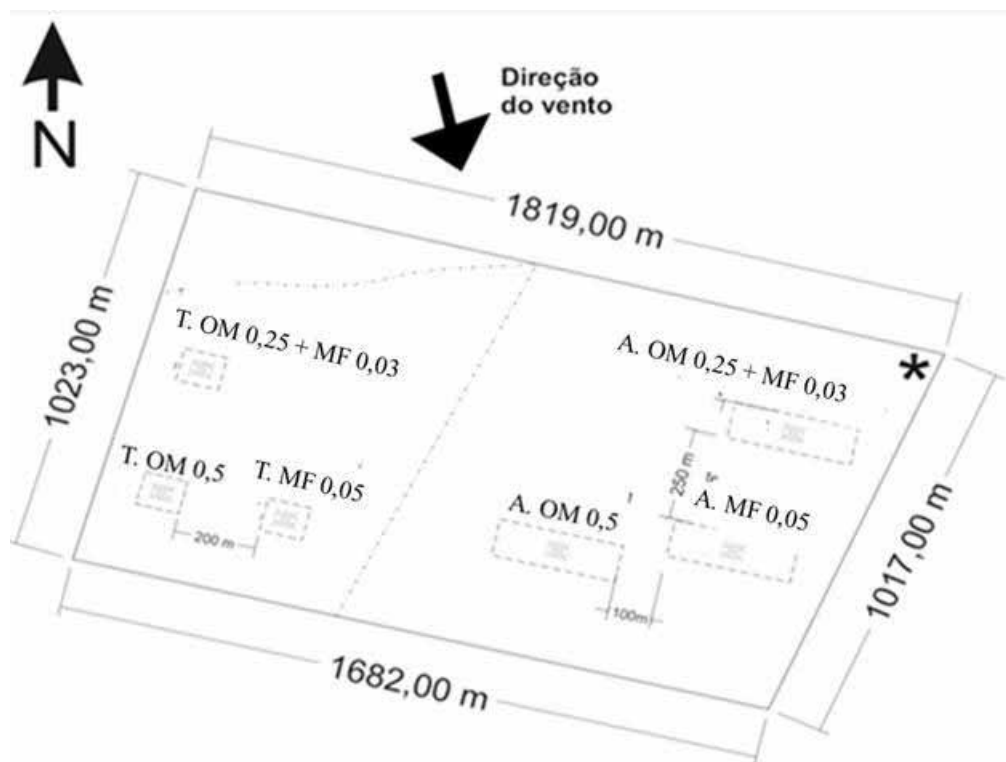


Figura 1. Representação das parcelas no campo. Os retângulos escuros, no centro das parcelas, indicam os locais de coleta das amostras.

No centro de cada parcela foram locados os pontos amostrais para coleta dos alvos utilizados para avaliação quantitativa de depósito de calda. Utilizou-se alvos artificiais e naturais (lâminas de vidro e folhas, respectivamente). As lâminas foram dispostas em 5 fileiras com 4 lâminas por fileira, 12 metros umas das outras, e as folhas foram coletadas em 5 pontos, sendo cada um deles localizados em pontos entre as lâminas, de maneira similar para todos os tratamentos, conforme Figura 2. As lâminas possuíam dimensão de 10x20 cm e espessura de 0,3 cm cada.

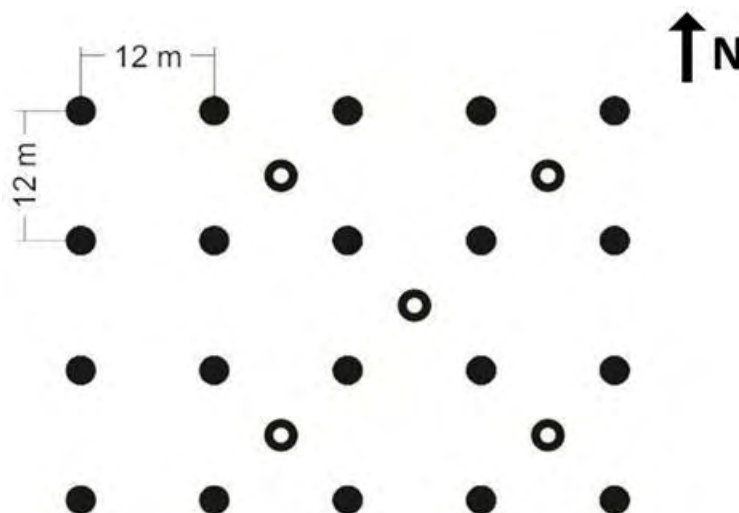


Figura 2. Distribuição dos pontos de coleta localizados no centro das parcelas. Pontos pretos indicam locais de coletas de lâminas e pontos com centros branco indicam locais de coleta de folhas.

Para caracterização da cultura foram avaliados a altura e o número de plantas por metro linear utilizando uma régua graduada de 100 mm de comprimento. Também foram retiradas 5 plantas por parcela as quais tiveram suas folhas destacadas e separadas por extrato da planta (terço superior e inferior), as quais passaram por determinação de área foliar (Figura 3).



Figura 3. Avaliações de altura e número de plantas por metro linear.

Para avaliar a área foliar as folhas foram colocadas sobre uma superfície branca e lisa, de maneira aleatória, apenas com o cuidado de não haver sobreposição entre elas para que pudessem ser fotografadas. A câmera foi instalada 60 cm

acima das folhas (Figura 4). Como referência de tamanho usado para o cálculo da área foliar foi utilizada uma régua de 10 cm. As imagens das folhas foram inseridas no programa computacional ImageJ[®], versão 1.46r, para o cálculo da área foliar de cada amostra. O programa utilizava o tamanho referencial da régua para estimar a área das folhas.



Figura 4. Disposição das folhas para serem fotografadas.

A soja estava com muita massa foliar, dificultando a penetração das gotas (Figura 5).



Figura 5. Enfolhamento da cultura.

Devido ao tamanho das parcelas, elas foram delineadas com o auxílio de um aparelho GPS MAP76CSx (Garmin) com acurácia menor que 5 metros com 95% de segurança.

3.3 Aplicação das caldas

As aplicações foram realizadas nos dias 07/01/2012 e 08/12/2012, 68 e 69 dias após semeadura (DAS), para os tratamentos aéreos e terrestres respectivamente, de modo que as aplicações pudessem ser feitas sempre no período da manhã, para aproveitar melhores condições climáticas. Estas aplicações representaram a terceira aplicação de fungicida na área. A primeira feita aos 38 DAS com o fungicida Shake (epoxiconazol + piraclostrobina) na dose de 0,75 L p.c. ha⁻¹ em mistura com Carbendazin (benzimidazol), na dose de 0,75 L p.c. ha⁻¹ e a segunda aos 50 DAS com Priori Xtra, 0,3 L p.c. ha⁻¹.

As aplicações por via aérea foram realizadas com aeronave Ipanema, modelo 202 A (Figura 6), equipada com 10 atomizadores Turboaero modelo TA-88D-8, dotado de restritor de vazão D8, regulagem do ângulo das pás na posição 3 e pressão de 206,84 kPa, aplicando gotas finas (CBB, 2013). A altura de voo foi de 3 a 4 m, com faixa de trabalho média de 18 m e a velocidade média de deslocamento de 177 km h⁻¹ (110 mph).

As aplicações por via terrestre foram realizadas com pulverizador automotriz marca Jacto, modelo Uniport 2000 (Figura 6), equipado com 69 pontas novas modelo TXA 80015 VK espaçadas de 0,35 m, sendo a faixa de trabalho de 24,5 m, altura da barra de 0,5 m em relação ao dossel da cultura e pressão de trabalho de 344,73 kPa, aplicando gotas muito finas, sendo que esta pressão era a utilizada usualmente na fazenda, mas esta abaixo da pressão mínima recomendada pelo fabricante (Herbicat, 2013). A velocidade de deslocamento foi programada para 16 km h⁻¹. Foi feita a coleta da vazão de cada ponta por um período de 2 min para estimar a taxa de aplicação, conforme metodologia de Antuniassi, 2012.



Figura 6. Aplicação por vias aérea (a) e terrestre (b).

O restante da área, adjacente às parcelas, teve a aplicação de fungicida feita por via terrestre de acordo com a técnica usual da propriedade, sendo aplicado o fungicida Piori Xtra na dose $0,3 \text{ L p.c. ha}^{-1}$.

3.4 Condições Climáticas

Para monitorar as condições climáticas foi instalada uma estação meteorológica Oregon Scientific, modelo WMR928NX, equipada com sensores remotos para monitoramento e coleta da temperatura, velocidade, direção do vento no momento das aplicações, além da umidade relativa do ar. A estação era instalada próxima a cada parcela tratada no momento da aplicação, sempre na direção oposta ao vento, para evitar que a deriva atingisse o equipamento e as pessoas que anotavam os valores de temperatura, umidade e velocidade do vento.

3.5 Avaliação da deposição de calda e deriva utilizando alvos naturais

Foram usados dois tipos de alvos, naturais e artificiais, para as análises de deriva e deposição das gotas. Souza et al. (2007) comentam que a distribuição das gotas não é homogênea na área aplicada. Desta forma, utilizar duas metodologias é uma maneira de obter maior segurança nos resultados.

A amostragem para avaliação do depósito de fungicidas nas folhas ocorreu em cinco pontos no interior da parcela, como descrito anteriormente, sendo feita

em 2 posições nas plantas (parte superior e inferior) para cada parcela onde houve aplicação, totalizando 60 pontos amostrais (6 parcelas aplicadas x 2 posições de amostragem x 5 repetições). Em cada extrato de amostragem foram coletadas 10 folhas, que foram agrupadas para formar uma amostra composta.

As folhas da parte superior foram definidas como sendo aquelas que se encontravam mais expostas no momento das coletas e dispostas horizontalmente em relação ao solo. As folhas da parte inferior foram definidas como sendo as folhas localizadas abaixo da camada de folhas mais expostas à pulverização, aproximadamente 15 cm abaixo desta camada, se estendendo até os ramos inferiores das plantas.

As folhas foram coletadas 2 horas após a aplicação, para evitar escorrimento das gotas. Foram colocadas 10 folhas de cada extrato e colocadas em recipientes plásticos, totalizando 10 recipientes por tratamento (2 extratos da planta x 5 repetições por tratamento).

Após a coleta e acomodação das folhas nos recipientes, estes foram colocadas em sacos plásticos pretos para evitar exposição à luz solar e mantidas em câmara fria por 5,5 horas até o momento da extração do corante. A lavagem das folhas para extração do corante foi feita por meio da agitação, usando um volume de 60 mL de água destilada por recipiente. A agitação de cada amostra foi feita por um período de 15 segundos, sempre com o auxílio de um cronômetro (Figura 4).

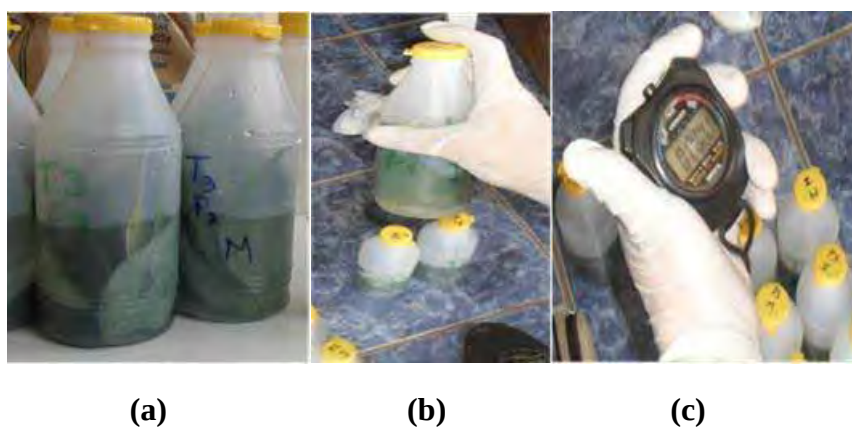


Figura 7. Etapas para extração do marcador. Folhas imersas em água destilada (a); Agitação da amostra para extração do fungicida (b); Cronômetro para marcar o tempo de agitação (c).

Após a lavagem as folhas foram retiradas dos recipientes com auxílio de pinças e colocadas em uma superfície plana, lisa, de cor branca, onde foram fotografadas para que fosse mensurada a área foliar de cada amostra composta, conforme ilustrado na Figura 4. A calda resultante foi armazenada em câmara fria até a realização das leituras em espectrofotômetro.

A determinação da quantidade do marcador depositada em cada amostra foi realizada com espectrofotômetro (GBC modelo Cintra 40) no comprimento de onda de 630 nm para o azul brilhante. Os dados de absorbância foram transformados em μL de calda por mL de solução de lavagem, de acordo com coeficiente angular da curva-padrão da calda de cada tratamento contendo o corante. Conhecendo-se o volume de água utilizado na lavagem das amostras, a concentração de corante em cada calda e a área foliar da amostra a quantidade de corante nas amostras foi determinada calculando-se seu valor em $\mu\text{g cm}^{-2}$ (REZENDE, 2011).

A deriva foi estimada por balanço de massas, baseando-se na relação entre a dose de corante aplicada (90 g ha^{-1}) e a quantidade recuperada na superfície de amostragem em cada tratamento (REZENDE, 2011).

3.6 Avaliação da deposição e deriva utilizando alvos artificiais

Para a avaliação da deposição e da deriva em alvos artificiais foram utilizadas lâminas de vidro com dimensões de $10 \times 20 \text{ cm}$ e $0,03 \text{ cm}$ de diâmetro, conforme metodologia usada por Velini et al. (2011). As lâminas foram locadas horizontalmente, fixadas em suportes plásticos na altura do terço superior da cultura, para que não houvesse interferência das folhas na trajetória das gotas (SALVADOR, 2011 e VELINI et al., 2011).

A amostragem correspondeu à coleta das lâminas, totalizando 120 pontos amostrais (6 parcelas aplicadas x 20 posições de amostragem).

A retirada das lâminas foi feito 15 minutos após a aplicação nas parcelas, sendo acomodadas em recipientes plásticos com tampa conforme ilustrado na Figura 8. Após a acomodação estes recipientes foram colocados em sacos plásticos pretos para evitar exposição das lâminas à radiação solar, e mantidas secas até o momento da lavagem, 120 após aplicação, para minimizar possível degradação do corante.



Figura 8. Lâmina colocada na altura da cultura da soja sendo retirada para acomodação em recipiente plástico para posterior extração do produto.

Depois que as lâminas foram retiradas do campo e levadas para local apropriado foram submetidas ao processo de extração do produto por lavagem, 120 horas após as aplicações. A lavagem foi feita acrescentando-se 50 mL de água destilada a cada recipiente plástico, os quais foram agitados manualmente por 40 segundos, 20 segundos de agitação para cada face da das lâminas voltada para cima (Figura 9). Após a lavagem das lâminas a calda resultante foi depositada em frascos de 100 mL com tampa e novamente acondicionada em câmara fria, até serem feitas as leituras no espectrofotômetro, 48 horas após a lavagem das amostras.



Figura 9. Extração das gotas por meio da lavagem das lâminas.

Os dados de absorbância do corante para cálculo da deposição foram transformados em $\mu\text{g cm}^{-2}$ de corante usando metodologia semelhante ao feito para

as folhas. A deriva foi então calculada por balanço de massas, assim como descrito por Rezende (2011).

3.7 Degradação e retenção do corante

Paralelamente aos estudos de deposição e deriva outro estudo foi feito utilizando amostras das caldas aplicadas no experimento principal para saber se haveria degradação ou retenção (nos alvos) do corante no intervalo de tempo entre a aplicação da calda e as leituras das amostras em espectrofotômetro, ou algum tipo de retenção nas lâminas de vidro ou folhas, após a lavagem. Para que fosse possível determinar a degradação e retenção, gotas de volume conhecido foram aplicadas nos alvos com auxílio de uma micropipeta previamente aferida para depositar 2,928 μL de calda por gota. Esta aferição foi feita através da pesagem de 10 gotas da calda em balança de precisão de 0,00001 g, com três repetições, sendo este peso relacionado à densidade da calda, avaliada através da pesagem de 100 mL da calda na mesma balança, também com três repetições.

Para avaliar a degradação e retenção do corante nas folhas foram depositadas duas gotas por folha, com 10 folhas por amostra composta que compunham uma repetição, com três repetições, as quais foram colocadas em recipientes plásticos de 1 L. Estas gotas foram depositadas nas folhas que ficavam mais expostas à radiação solar, as quais eram marcadas com abraçadeiras em seus pecíolos para que pudessem ser identificadas posteriormente. A coleta foi feita 2 h após a aplicação de cada tratamento e a lavagem 7,5 horas após a aplicação. As condições de armazenamento e lavagem das folhas foram as mesmas do experimento principal (Figura 10).



Figura 10. Gotas sendo pingada sobre folha de soja.

A degradação nas lâminas foi avaliada pingando-se 10 gotas por lâmina com cinco repetições por tratamento. A coleta das lâminas foi feita 15 min após a aplicação das caldas sendo que os processos de armazenagem, transporte e lavagem das lâminas foram os mesmos do experimento principal, incluindo o tempo entre aplicação e extração do corante.



Figura 11. Aplicações das gotas sobre lâmina de vidro.

Foi considerada degradação ou retenção a porcentagem de corante que não foi recuperada após as leituras por espectrofotometria. A porcentagem de corante não recuperada em cada tratamento foi acrescentada nos resultados do ensaio principal, como um fator de correção.

3.8 Análise estatística

A análise comparativa dos tratamentos foi feito pelo método estatístico “Intervalo de Confiança para Diferenças entre as Médias” com grau de confiança de 95% (IC95%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Condições climáticas

As informações a respeito das condições climáticas e horários das aplicações das caldas estão descritas na Tabela 2. De acordo com Antuniassi (2012) as condições climáticas ideais para uma aplicação é velocidade do vento de até 10 Km h⁻¹, temperatura de até 30° C e umidade relativa do ar superior a 50%. Seguindo estas premissas, as velocidades de vento observadas durante a aplicação de algumas faixas dos tratamentos T. MF 0,05 e T.OM 0,25+MF 0,03 estavam acima do ideal. Além disto, os valores de umidade relativa dos tratamentos A. MF 0,05 e A. OM 0,25+MF 0,03, 46,3% para ambos, também eram inferiores ao recomendado pelo autor. As melhores condições climáticas foram observadas para o tratamento aéreo A. OM 0,5 e para o terrestre T. OM 0,5, ambas ideais à uma aplicação, sendo que estes foram os primeiros tratamentos a receberem aplicação em cada dia de realização do trabalho. As melhores condições de umidade foram registradas nos tratamentos terrestres, variando de 74,7 a 85,6%.

Tabela 2. Condições climáticas e horários das aplicações.

	Faixas tratadas	Horário	Temperatura (°C)	UR (%)	Velocidade do vento (Km h ⁻¹)
A. OM 0,5	1	08:12	24,60	59,90	5,00
	2	08:13			4,30
	3	08:14			6,30
	4	08:15			6,60
	5	08:16			9,20
A. MF 0,05	1	08:52	20,90	46,30	10,50
	2	08:53			9,70
	3	08:54			8,60
	4	08:55			8,90
	5	08:56			6,00
A OM 0,25+MF 0,03	1	09:21	20,90	46,30	5,00
	2	09:22			7,80
	3	09:23			5,80
	4	09:23			9,00
	5	09:24			6,70
T. OM 0,5	1	08:44	24,50	85,60	5,40
	2	08:45			2,00
	3	08:47			1,50
	4	08:48			1,60
T. MF 0,05	1	09:23	27,20	70,60	3,70
	2	09:24			6,10
	3	09:25			11,20
	4	09:29			8,40
T. OM 0,25+MF 0,03	1	10:00	26,50	74,70	11,20
	2	10:02			11,40
	3	10:02			9,50
	4	10:03			6,90

4.2 Concentrações das caldas

Inicialmente os pulverizadores aéreo e terrestre foram regulados e calibrados para aplicar de 90 g ha⁻¹ de corante, sendo que a taxa de aplicação seria de 15 L ha⁻¹ para a aeronave e de 50 L ha⁻¹ para o pulverizador terrestre. No entanto a velocidade de deslocamento do pulverizador terrestre não foi de 16 km h⁻¹, inicialmente esperados, mas sim 13,98 km h⁻¹ sendo a taxa de aplicação real de 71,41 L ha⁻¹. Com isso ao invés de aplicar 90 g ha⁻¹, nas aplicações terrestres foram aplicadas 128,52 g ha⁻¹ de corante.

Já que nas aplicações por via terrestre houve maior deposição do corante, devido à maior concentração na calda aplicada, as comparações diretas entre os tratamentos aéreos e terrestres no que se refere à deposição em $\mu\text{g cm}^{-2}$ ficaram impossibilitadas. Portanto, as comparações entre tratamentos para os dados de deposição foram analisadas apenas dentro de cada método de aplicação (aéreo ou terrestre). Os resultados de deriva puderam ser comparados entre os tratamentos, já que os resultados são expressos em porcentagem de calda não recuperada pelos alvos.

4.3 Coeficientes de degradação ou retenção do corante nas folhas e lâminas

No intervalo de tempo entre a aplicação das caldas e a leitura das amostras em espectrofotômetro houve degradação ou retenção do corante nos alvos, pois a concentração final do corante foi menor do que a concentração inicial, aquela aplicada com auxílio da micropipeta (Tabela 3). A porcentagem de perda variou entre os tratamentos, e serviu para criar um fator de correção (FC) para que essas perdas fossem acrescentadas nos valores de depósito encontrados nas amostras do experimento principal, obtendo assim, a quantidade depositada corrigida (Tabela 3).

Tabela 3. Fator de correção para degradação ou retenção de corante nos alvos.

Tratamento	FC lâminas	FC folhas
A. OM 0,5	1,0772	1,3983
A. MF 0,05	1,1223	1,1532
A. OM 0,25+MF 0,03	1,0798	1,3103
T. OM 0,5	1,0491	1,1836
T. MF 0,05	1,0021	1,1320
T. OM 0,25+MF 0,03	1,0159	1,1338

Observa-se que a porcentagem de retenção ou degradação nas folhas foi maior do que nas lâminas de vidro. Os tratamentos com Nimbus, aplicados por via aérea proporcionaram os maiores valores de retenção ou degradação. Estes foram os tratamentos com as maiores concentrações do óleo.

Antuniassi (2009) informa que a principal função de adjuvantes a base de óleo mineral, como o Nimbus, é aumentar a penetração e também a adesão nas folhas das plantas, o que pode justificar os maiores FC encontrados, principalmente em maiores concentrações.

Rezende (2011) também encontrou maiores valores de extração da calda para lâminas de vidro, comparados ao recuperado na extração de folhas de plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris*). Entre os tratamentos o autor avaliou o coeficiente de extração do corante Azul Brilhante e do fungicida Orius (tebuconazole), aplicados isoladamente, sobre aqueles alvos. O autor observou 100% de extração do corante e 95% do fungicida nas lâminas de vidro, e de 95% de extração do corante e 73% do fungicida nos alvos naturais. Diferentemente de Rezende (2011), no presente trabalho o corante foi aplicado em mistura com fungicida e adjuvantes, o que pode ter dificultado a extração ou aumentado a degradação do marcador.

Pinto et al. (2007) encontraram valores de degradação do corante Azul Brilhante, depositados sobre lâminas de vidro colocadas no chão, nas entrelinhas da cultura da soja, de 4,63 e 11,10%, para exposição solar de 0,5 e 5 horas, respectivamente e de até 4,03% em folíolos da parte superior de plantas de soja, mas para todos estes casos, não houve diferenças significativas comparada à calda coletada à 0 hora.

Marchi et al. (2005) não observaram degradação do corante Azul Brilhante depositado sobre placas de Petri e mantidas no sol por até 10 horas, porém as caldas não continham produtos fitossanitários nas caldas, o que possivelmente pode favorecer a degradação do corante e dificultar a extração.

Vilela (2012) observou que o Nimbus a 0,5% foi o que manteve por maior tempo de existência das gotas aplicadas com caldas do fungicida Priori Xtra (0,4 L ha⁻¹), comparado a tratamentos com óleo vegetal ou com um adjuvante organosiliconado. Além disso, o óleo mineral proporcionou aumento na área de molhamento em relação a calda só com o fungicida em 27%.

4.4 Depósitos de calda nas lâminas de vidro

Os resultados referentes aos depósitos de calda nos tratamentos que receberam aplicações por via aérea estão descritos na Figura 12. Não houve diferenças significativas entre os depósitos de corante por esta via de aplicação. No entanto os tratamentos com TA-35 apresentaram maiores médias de deposição, sendo que o tratamento A. OM 0,25+ MF 0,03 foi o que apresentou a maior média de depósito para esta via de aplicação. Enquanto a média do depósito para a calda A. OM 0,5 foi 0,48 µg cm⁻², a média da deposição do A. MF 0,05 foi 0,59 µg cm⁻² e A. OM 0,25 + MF 0,03 foi 0,66 µg

cm^{-2} . Os valores de deposição para estes dois últimos tratamentos foram maiores do que para o tratamento A. OM 0,5, mesmo com a umidade relativa do ar estando inadequada para a aplicação daqueles tratamentos.

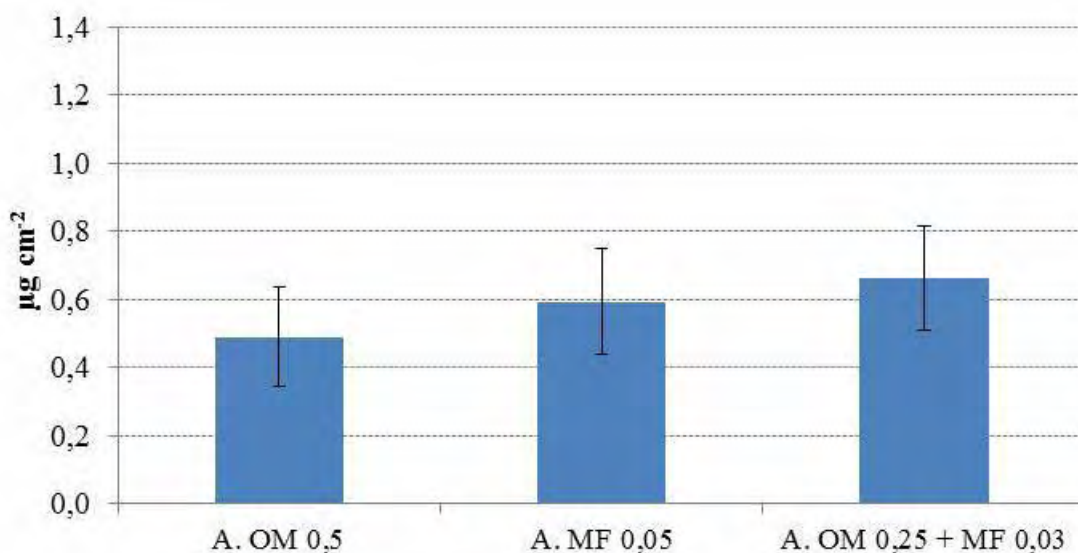


Figura 12. Depósito de corante nas lâminas de vidro em aplicações aéreas.

Também não houve diferenças significativas entre os tratamentos que receberam aplicações terrestres (Figura 13). Novamente o uso do adjuvante TA-35 aumentou a média de depósito em relação ao tratamento apenas com Nimbus. No entanto, para o caso da aplicação terrestre a maior média no depósito foi para o tratamento com o TA-35 isolado, sem a presença do Nimbus. Enquanto para o tratamento T. OM 0,5 a média de depósito encontrado nas lâminas foi de $0,96 \mu\text{g cm}^{-2}$, para o tratamento T. MF 0,05 foi de $1,14 \mu\text{g cm}^{-2}$ e o tratamento T. OM 0,25 + MF 0,03 apresentou média de deposição de $1,05 \mu\text{g cm}^{-2}$.

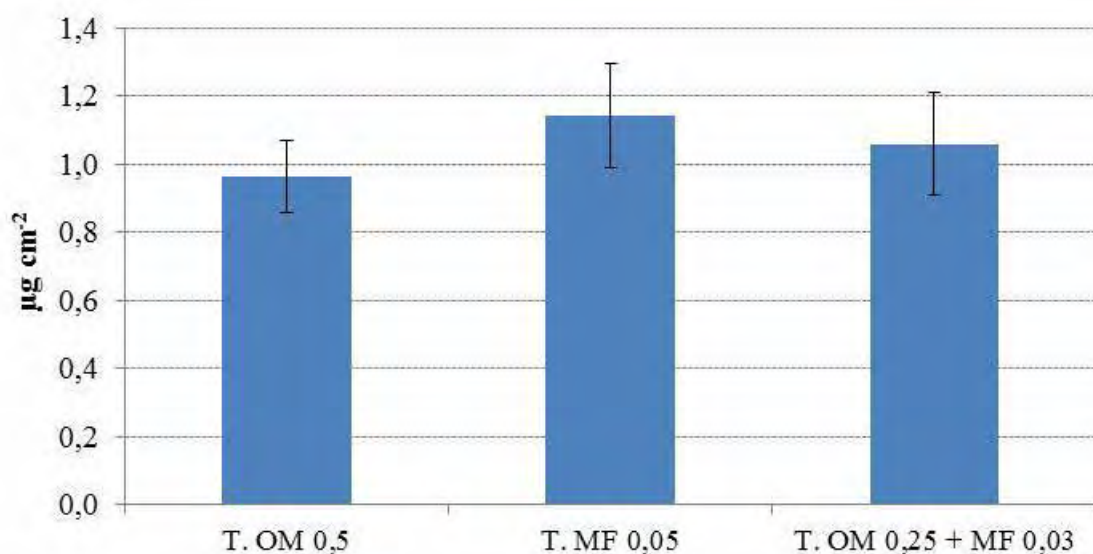


Figura 13. Depósito de corante nas lâminas de vidro em aplicações terrestres.

Apesar de as condições climáticas estarem mais favoráveis durante a aplicação do tratamento T. OM 0,5 os tratamentos com o TA-35 apresentaram maiores médias de deposição, mesmo com maior temperatura e velocidade de vento e menor umidade, na maior parte das faixas aplicadas.

Souza et al. (2012) comparam duas metodologias para determinação de deposição de gotas em plantas daninhas, sendo elas espectrofotometria (para o marcador Azul Brilhante) e cromatografia líquida de alta eficiência (para o próprio ingrediente ativo). Para os valores de depósito, gerados por 3 pontas de pulverização em duas taxas de aplicação, os autores observaram que os resultados de espectrofotometria geram um coeficiente de variação superior à cromatografia, sendo que enquanto para espectrofotometria não houve diferenças significativas entre os tratamentos para depósito de folhas, para cromatografia houve. Os autores também observaram que não houve correlação positiva entre os valores de depósito, obtidos por cada metodologia, quando se comparou os depósitos em placas de Petri e em folhas, mas vale lembrar, que não foi criado um fator de correção para possíveis perdas por degradação ou retenção do corante nas folhas ou lâminas. Quando a comparação foi feita entre as metodologias de avaliação de depósito para alvos artificiais, placas de Petri, a correlação foi significativa.

4.5 Depósitos de calda nas folhas

Os resultados para depósito de corante nas partes superior e inferior das plantas, para os tratamentos que receberam aplicação aérea, estão representados nas Figuras 14 e 15. Assim como na avaliação de depósito nas lâminas, não foram obtidas diferenças significativas de depósito entre os tratamentos. Os maiores valores de depósito foram obtidos na parte superior das plantas, assim com observado por Tormen et al. (2012), já que as folhas da parte superior ficam mais expostas à aplicação.

Dentre os tratamentos da parte superior das folhas que receberam aplicação por via aérea o tratamento A. OM 0,25 + MF 0,03, foi o que resultou na maior média de depósito, $0,397 \mu\text{g cm}^{-2}$, ante $0,338 \mu\text{g cm}^{-2}$, para o tratamento A. OM 0,5. Na parte inferior a maior média foi para o tratamento A. MF 0,05 ($0,049 \mu\text{g cm}^{-2}$). Os maiores intervalos de confiança foram observados na parte inferior da cultura, local onde a chegada das gotas é mais difícil. Reis et al. (2010) observaram em um trabalho avaliando a qualidade da aplicação de calda por uma aeronave experimental, utilizando atomizador rotativo de tela AU 5000, com taxa de aplicação de 20 L ha^{-1} , que a variabilidade nos valores de depósito entre os pontos de coleta de folhas são grandes, sendo que em muitas folhas da parte inferior das plantas não foram observados valores de depósito, devido a dificuldade de penetração das gotas pelo dossel das plantas.

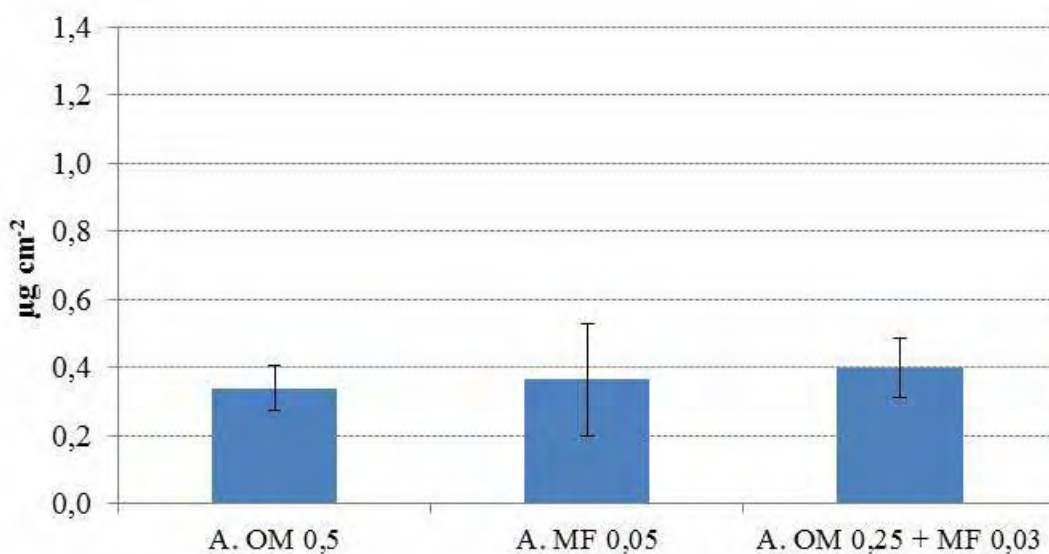


Figura 14. Depósito de calda na parte superior das plantas em aplicações aéreas.

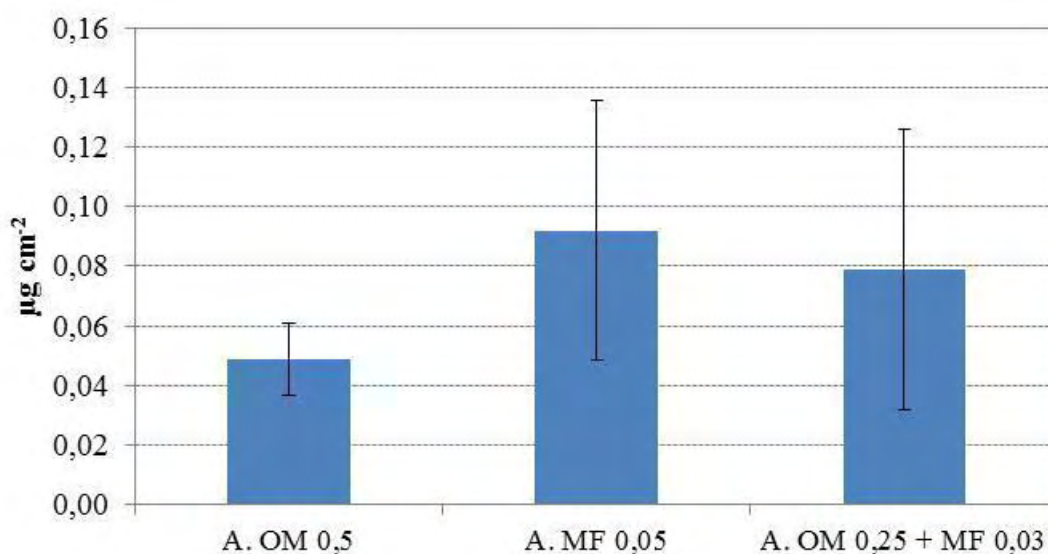


Figura 15. Depósito de calda da parte inferior das plantas em aplicações aéreas.

Os dados encontrados neste trabalho corroboram com informações de Tu e Randall (2003), que afirmam que os surfatantes podem aumentar a retenção das gotas sobre as folhas, além de reduzir a evaporação deixando o produto disponível à absorção por mais tempo.

Chechetto et al. (2011) avaliaram a influência de vários adjuvantes, óleo mineral 0,5% v v⁻¹, óleo vegetal 10% v v⁻¹, organosilicone 0,2% v v⁻¹, látex + surfatante 0,165% v v⁻¹, fosfatidilcolina 0,5% v v⁻¹ e fosfatidilcolina + óleo mineral 0,25% v v⁻¹ + 0,25 v v⁻¹, em caldas com a presença dos fungicidas Artene, (tebuconazole) + Oranis (picoxystrobin), nas doses de 0,5 + 0,25 L p.c ha⁻¹, aplicadas com atomizador Turboaero, produzindo gotas finas, sobre o depósito de calda, deriva e porcentagem de desfolha, na cultura da soja. Os autores não observaram diferenças significativas (IC 95,0%) entre os tratamentos no que se refere ao depósito de gotas e deriva. Como as condições climáticas foram inadequadas às aplicações, houve controle insatisfatório da doença, justificado pela alta desfolha observada para todos os tratamentos.

Antuniassi et al. (2011) não observaram diferenças na deposição de gotas aplicadas por atomizador rotativo de discos ou de tela. No entanto, os valores de controle da ferrugem da soja foram superiores para os tratamentos com a presença de um óleo vegetal mais emulsificante, aplicados com atomizador rotativo.

Oliveira (2011) comparou a aplicação de vários adjuvantes em aplicação com água, feitas por uma ponta XR 8003 VK, a 200 kPa. O autor observou que o

TA 35 a 0,06%, reduziu o DMV das gotas, sem se diferenciar estatisticamente da aplicação padrão, com água, que foi de 186 μm . Já o Nimbus a 0,5% elevou para 245 μm o DMV, diferenciando-se do DMV da água. Neste mesmo trabalho, a deriva gerada pela aplicação de TA 35 0,06% foi cerca de 56% maior em relação a calda com Nimbus 0,5%. Chechetto (2011) observou que os índices de deriva podem apresentar comportamentos diferentes em função do modelo de ponta de pulverização utilizado, além disto, sabe-se que quando se faz a mistura de adjuvantes com produtos fitossanitários o comportamento não é o mesmo para aplicação do adjuvante apenas com água.

Os resultados de depósito para os tratamentos terrestres estão descritos nas Figuras 16 e 17. Para os resultados de deposição de gotas na parte superior das plantas, o maior depósito foi encontrado para o tratamento T. MF 0,05 ($1,074 \mu\text{g cm}^{-2}$) que se diferenciou significativamente do tratamento T. OM 0,25 + MF 0,03 ($0,602 \mu\text{g cm}^{-2}$). Para a deposição na parte inferior das plantas, os resultados não seguiram o mesmo padrão, sendo que neste caso não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Apesar de ter havido menor depósito de calda para o tratamento T. OM 0,25 + S 0,03 na parte superior das plantas, este foi o tratamento com maior média de deposição na parte inferior ($0,113 \mu\text{g cm}^{-2}$), local onde a ferrugem asiática inicia-se, seguido pelos tratamentos T. MF 0,05 ($0,101 \mu\text{g cm}^{-2}$) e T. OM 0,5 ($0,085 \mu\text{g cm}^{-2}$).

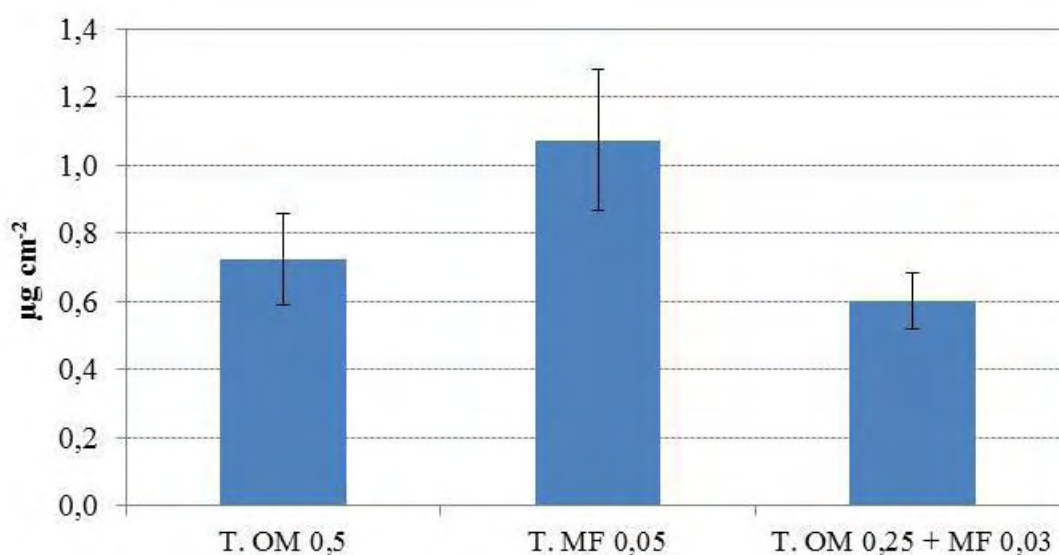


Figura 16. Depósito de calda na parte superior das plantas em aplicações terrestres.

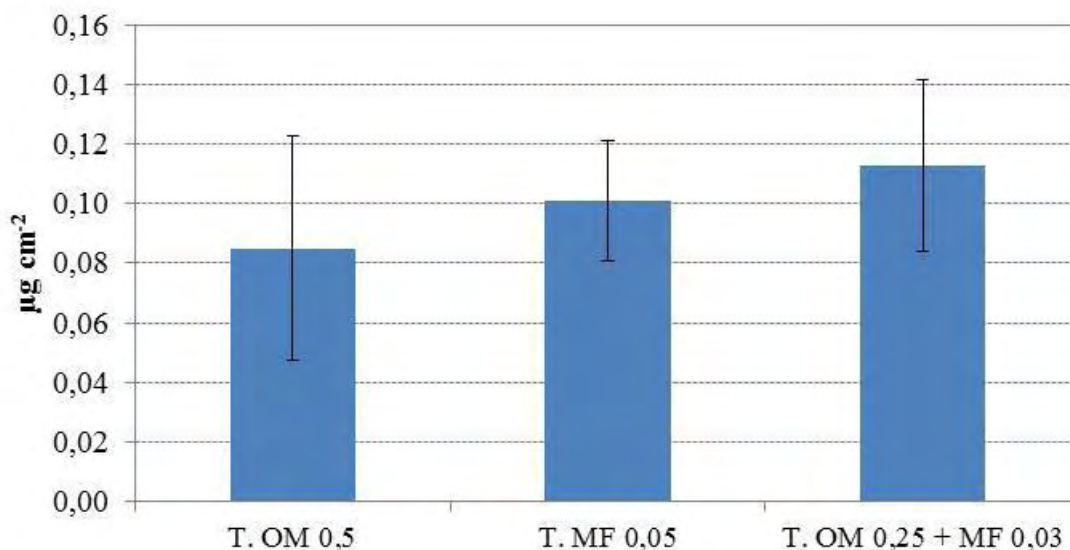


Figura 17. Deposição de caldas na parte inferior das plantas em aplicações terrestres.

Em trabalho realizado por Cunha et al. (2011), avaliando o depósito de gotas na parte superior e inferior de plantas de soja, aplicadas com diferentes pontas de pulverização e volumes de calda, por vias aérea (Atomizador rotativo 40, 30 e 20 L ha⁻¹) e terrestre (TXA 8002 e 180 L ha⁻¹, AITTJ 11002 e 150 L ha⁻¹, TTI 11002 e 150 L ha⁻¹, TTJ60 11002 e 150 L ha⁻¹, TT 11002 e 150 L ha⁻¹, todas aplicando 400 g ha⁻¹ de corante Azul Brilhante) os autores encontraram os maiores depósitos, em ambos extratos das plantas quando usaram a ponta TXA 8002, 180 L ha⁻¹, por via terrestre (0,906 µg cm⁻²) e Micronair AU 5000 (0,0727 µg cm⁻²) 40 L ha⁻¹, por via aérea. No terço inferior não houve diferenças entre os volumes de 20, 30 e 40 L h⁻¹ aplicado por aeronave, sendo que a ponta TXA 8002, 180 L ha⁻¹, novamente se destacou entre os tratamentos terrestres, por ser uma ponta que produz gotas finas.

4.6 Deriva avaliada em alvos naturais e artificiais

Como os percentuais de deriva foram calculados baseados na quantidade de corante recuperado pelos alvos, também foi possível fazer a comparação entre os métodos de aplicação aéreo e terrestre (Figuras 18 e 19).

É possível observar nessas figuras que as porcentagens de deriva não foram as mesmas para cada método de avaliação, no entanto, as perdas por deriva

seguem uma mesma tendência entre os tratamentos avaliados independente do tipo de alvo usado para mensurar a deriva. Por exemplo, o tratamento A. OM 0,5 representa as maiores médias de deriva, enquanto o T. MF 0,05 as menores, tanto nas avaliações com lâminas quanto com folhas. Este comportamento semelhante entre os valores de deriva obtidos pelos alvos naturais e artificiais também servem como indicativo de que os métodos possuem correlação entre si.

Como a superfície, formato e disposição dos alvos são diferentes entre si já não eram esperados valores idênticos de deriva, apenas semelhança entre as tendências nos percentuais de deriva. Nuyttens (2007b) explica que os alvos naturais, como as folhas de soja, por exemplo, possuem características que favorecem a interceptação das gotas pulverizadas. A pilosidade, o movimento das folhas quando agitadas pelo vento, além da penetração das gotas no dossel da cultura, favorecem a retenção das gotas. Alvos sólidos e lisos, como as placas de vidro, são menos eficientes na interceptação das gotas, principalmente para gotas finas, que podem acompanhar o fluxo de ar. O autor ainda comenta que plantas com grande número de folhas e ramos, como as plantas de soja, são muito eficientes na captura de gotas. No entanto neste trabalho os maiores percentuais de deriva foram obtidos com o uso de alvos naturais.

Para os percentuais de deriva em alvos artificiais, houve diferenças significativas entre o tratamento A. OM 0,5 ($45,8 \mu\text{g cm}^{-2}$) e o tratamento T. MF 0,05 ($11,0 \mu\text{g cm}^{-2}$).

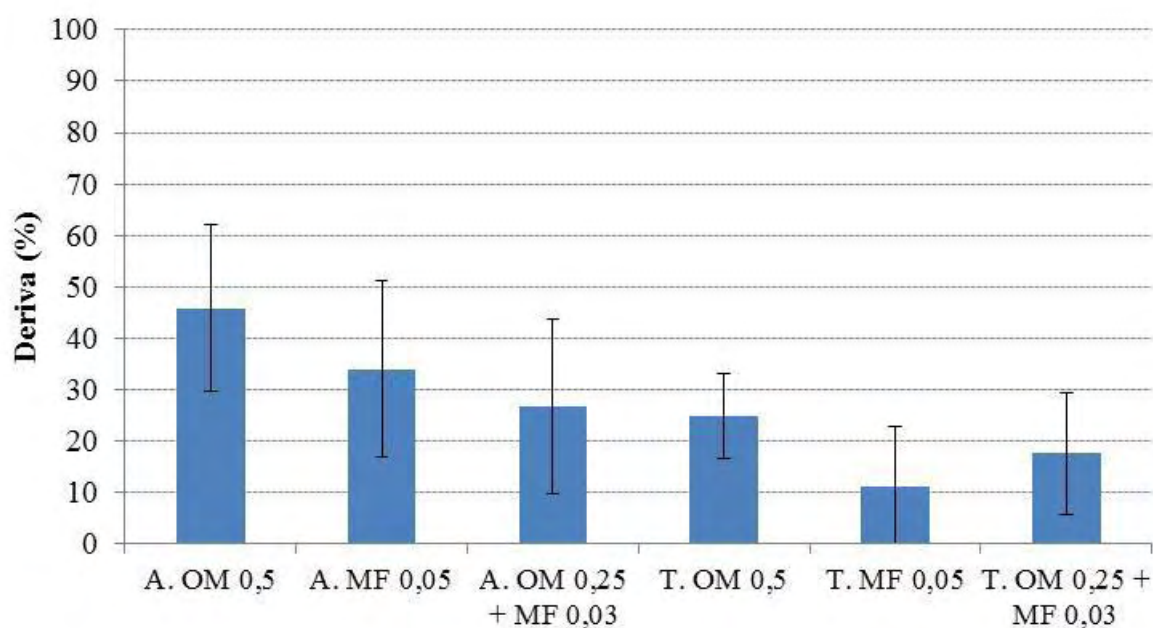


Figura 18. Deriva avaliada em alvos artificiais nas aplicações aéreas e terrestres.

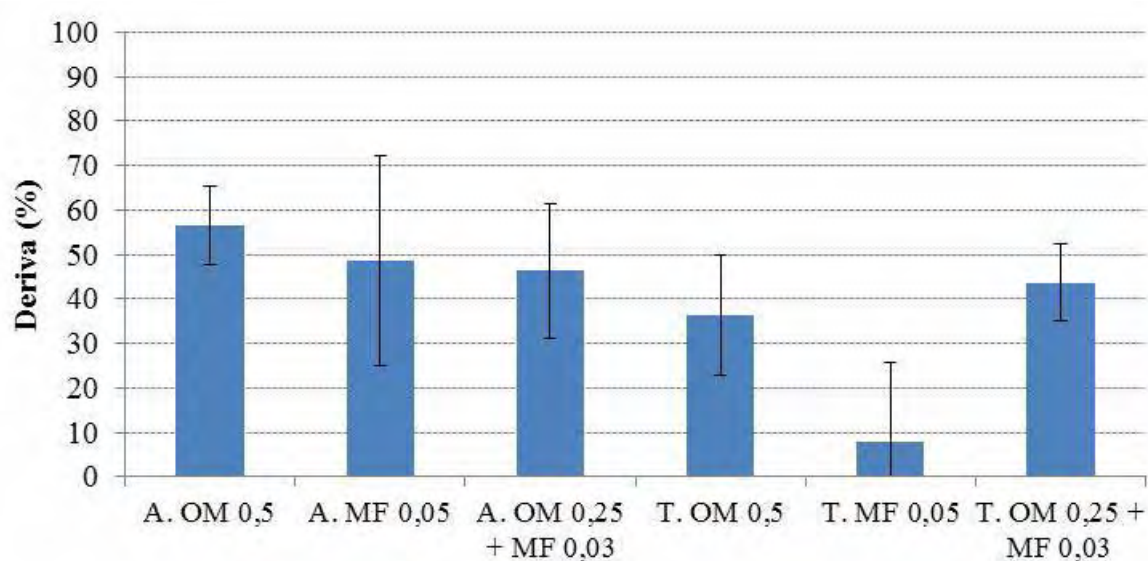


Figura 19. Deriva avaliada em alvos naturais nas aplicações aéreas e terrestres.

Silva et al. (2012), avaliaram a amplitude relativa (AR), porcentagem de gotas menores do que 100 μm ($\% < 100 \mu\text{m}$) e o diâmetro mediano volumétrico (DMV) de caldas com fungicida para controle de ferrugem, com e sem a presença de TA-35, aplicadas por diferentes pontas hidráulicas. Para a ponta XR 11001, na pressão de 413,14 kPa, simulando uma aplicação aérea com 15 L ha⁻¹, o uso do TA-35

aumentou o DMV das gotas, para valores próximos a 125 μm e, apesar de não haver diferenças significativas, houve uma tendência na redução da $\%<100 \mu\text{m}$ e a AR, elementos que, segundo Oliveira (2011), interferem diretamente na deriva, e como consequência aumentar a deposição.

Velini et al. (2011) fizeram um trabalho na cultura da cana-de-açúcar avaliando a deriva em alvos artificiais, semelhantes ao usado neste trabalho, e também usando coletores verticais (fios de nylon) usados para avaliar a distância que a deriva era depositada. Os autores constaram que 75,2% da deriva era depositada a uma distância de até 10 metros da área alvo, e que cerca de 3,2% a uma distância de 2000m, para as condições climáticas observadas no momento daquele estudo.

Para ambas as formas de avaliação da deriva, observa-se que as maiores médias de percentuais de deriva foram para as aplicações por via aérea. A maior altura de lançamento das gotas para este tipo de aplicação pode ter favorecido a evaporação e o carregamento das gotas pelo vento, já que o tempo que estas levam para atingir o alvo é maior. Hilz e Vermeer (2013) afirmam que atualmente os principais problemas de deriva de são causados por aplicações aéreas. Os autores argumentam que as condições climáticas, especialmente umidade relativa do ar e velocidade do vento exercem grande influência sobre gotas finas, classe de gotas geralmente usada neste tipo de aplicação.

Hilz e Vermeer (2013), Cunha (2008) e Balsari et al. (2006) lembram que a altura de lançamento das gotas é um dos fatores operacionais com maior influência sobre a deriva, principalmente quando se faz uso de gotas finas ou em aplicações em condições climáticas inadequadas.

Observa-se também que o uso do TA-35 apresentou tendência em reduzir a deriva nos tratamentos por via aérea em alvos naturais ou artificiais, sendo que nos tratamentos com a mistura dos adjuvantes esta redução foi maior. Nos tratamentos por via terrestre também houve essa redução de deriva, com exceção da deriva avaliada pela deposição de caldas nas folhas, onde o T. OM 0,5+MF 0,03, apresentou maior média de deriva do que os outros tratamentos terrestres.

Os tratamentos que receberam aplicação por via terrestre tiveram menores percentagens de deriva. Apesar de as condições de vento ter sido superiores às da aplicação aérea, a altura de lançamento das gotas era menor além de a umidade ter sido maior do que a observada nas aplicações aéreas.

Em trabalhos realizados por Abbi-Saab et al. (2011) comparando a influência de diferentes horários de aplicação (3:00, 6:00, 9:00, 12:00 15:00, 18:00 21:00 24:00 horas), na deposição de gotas geradas por diferentes pontas (jato cônico vazio, jato plano com pré-orifício e jato plano com indução de ar, JA-1, ADI-03 e BJ-03, respectivamente), os autores observaram que para a ponta JA-1, que produz gotas muito finas a finas, as diferenças chegaram a 100% entre os horários, e a ponta BJ-03, proporcionou os valores de depósito mais estáveis.

Chechetto et al. (2011) observaram que aplicações aéreas, com o uso de gotas finas, feitas sob condições climáticas inadequadas, não são eficientes no controle da ferrugem asiática da soja, mesmo com o uso de diferentes classes de adjuvantes. Neste trabalho os autores observaram índices de deriva próximos a 60% da calda aplicada, avaliado com o uso de lâminas de vidro.

Ramsey et al. (2006) afirmaram que alta umidade relativa do ar favorece a deposição da calda, assim como observado no presente estudo. Ritter e Coble (1981) observaram que a combinação de altas temperaturas e umidades relativa do ar (30° C e 85%, respectivamente) favoreceu o controle de plantas daninhas, por melhorar a absorção dos produtos fitossanitários.

Em trabalhos realizados por Vilela (2012), foi observado que variações na umidade relativa do ar entre 40 e 80% tem grande impacto na taxa de evaporação das gotas, podendo em alguns casos aumentar em mais de 50%.

Ramsey et al. (2006) explicam que um dos fatores mais importantes sobre a eficiência na ação de produtos fitossanitários aplicados sobre superfícies foliares é a umidade relativa do ar, sendo que esta interfere principalmente na hidratação da cutícula das folhas, evaporação das gotas e formação de depósitos, mesmo em condições de altas temperaturas.

Nas aplicações em alvos naturais, o percentual de deriva do tratamento T. MF 0,05 (7,8%) foi significativamente menor do que os percentuais dos tratamentos T. OM 0,25 + MF 0,03 (43,68%), A. OM 0,5 (56,57%) e A. OM 0,25 + MF 0,03 (46,39%).

O comportamento dos adjuvantes não foi o mesmo para ambos os modelos de pontas, quanto à capacidade de reduzir deriva. Nas aplicações com o atomizador rotativo Turboaero o menor valor de deriva foi observado no tratamento A. OM 0,25 + MF 0,03, enquanto no terrestre, usando a ponta TXA 8002, isto ocorreu para o

tratamento T. MF 0,03, para ambos os métodos de estimativa de deriva. Hilz e Vermeer (2013) dizem que a formulação de calda tem efeitos diferentes na deriva em função do modelo de ponta utilizado.

5 CONCLUSÕES

Não houve diferenças significativas de deposição entre os tratamentos nas aplicações aéreas ou terrestres, no entanto o uso do adjuvante TA-35 eleva as médias de deposição das gotas para ambas as vias de aplicação.

As aplicações terrestres apresentam menores porcentagens de deriva comparada às aéreas, sendo que o uso de TA-35 auxilia na redução da deriva para ambos os métodos de aplicação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBI-SAAB, O. J. G. et al. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 5., 2011, **Sustentabilidade do tratamento Fitossanitário: anais...** Cuiabá: FCA-UNESP; FEPAF, 2011. 1 CD-ROM.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução n. 475, de 19 de março de 2002. Guia para Validação de Métodos Analíticos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 mar. 2002. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/475_02re.htm>. Acesso em: 28 ago. 2012.

ALVES, et al. Intensidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & P. Sydow) da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] nas cultivares Conquista, Savana e Suprema sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento foliar. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, jul./set. 2007.

ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; VELINI, E. D.; CAVENAGHI, A. L.; FIGUEIREDO, Z. N.; BONELLI, M. A. O. **Controle de ferrugem da soja através de aplicações aéreas e terrestres**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3, Botucatu. 2004. *Resumos...* Botucatu: UNESP, 2004. p. 48-51.

ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H.; BIZARI, I. R.. Sistema de suporte a decisão para a seleção de pontas de pulverização em sistemas de aplicação de defensivos. In: **Congresso Brasileiro de Agroinformática**, 2005, Londrina. SBI-Agro, 2005. v. 1. p. 1-2.

ANTUNIASSI, U. R. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos para a cultura da soja. **Boletim de pesquisa de Soja 2009**. Rondonópolis: Fundação MT, v. 13, p. 299-317, 2009.

ANTUNIASSI, U. R. et al. Systems of aerial spraying for soybean rust control. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.695-703, jul./ago. 2011.

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

ARAÚJO, D.; RAETANO, C. G. Adjuvantes de produtos fitossanitários.: In: ANTUNIASSI, U.;BOLLER, W.(Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. p. 27-49.

BALSARI, P. et al. A test bench for the classification of boom sprayers according to drift risk. In: Alexander, A. et al (Orgs). **Aspects of applied Biology: Internantional advances in pesticides application**.77 ed. Wellesbourn: Association of Applied Biologists, 2006, v. 2, p. 313-319.

BARLETT, D. W. et al. The strobilurin fungicides. **Pest Management Science**, Mississipi, v. 58, n. 7, p. 649-662, Jul. 2002.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G.; PEREIRA, F. A. R. Padrões de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano 11002, com e sem indução de ar, sob diferentes espaçamentos e alturas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 546-551, maio/ago. 2006.

BOLLER, W.; FORCELINI, C.A.; HOFFMANN, L.L. **Tecnologia de aplicação de fungicidas**. Parte I. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v.15, n2, p.546-551, 2007.

BOLLER, W. et al.. Tecnologia de aplicação de fungicidas parte II. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v.16, p.85-132, 2008.

BRADLEY, C. A. et al. Evaluation of foliar fungicide application methods on soybean. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Philadelphia, v. 29, p. 197-202, 2007.

BRETTTHAUER, S. M. et al. **The effects of spray application rate and droplet size on applications to control soybean rust**. In: ASABE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 2008, Rhode Island. Disponível em: <<http://naldc.nal.usda.gov/download/36084/PDF>>. Acesso em: 17 set. 2012.

BUENO, M. R. **Tecnologia de aplicação aérea e terrestre na cultura da batata**. 2011, 72f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Ciências Agrárias, Uberlândia, 2011.

CÂMARA, G. M. S. Origem, difusão geográfica e importância da soja. In:_____ (Ed.) **Soja: Tecnologia da Produção**. Piracicaba: Ed. Publique. 1998, p. 1-25.

CAMARGO, T. V. Airbone and tractorized fungicide spraying for soybean asian rust control. In: JULIATTI, F. C. **Soybean Asian rust: etyology, epidemiology and management**. Uberlândia: UDUFU, 2006, p.263-274.

CARNEIRO, L.C. **Caracterização epidemiológica da resistência parcial e análise da tolerância de genótipos de soja à ferrugem asiática**. 2007. 76f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2007.

CARBONARI, C. A. et al. Avaliação da deriva em aplicações de herbicidas em cana-de-açúcar . In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 5., 2011, **Sustentabilidade do tratamento Fitossanitário: anais...** Cuiabá: FCA-UNESP; FEPAF, 2011. 1 CD-ROM.

CARVALHO, W.P.A. Situação atual e perspectivas da aviação agrícola no Brasil e eficácia no controle de doenças. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, p.107-109, 2007. Suplemento.

CBB. Centro Brasileiro de Bioaeronáutica: Equipamentos. Disponível em: <<http://www.bioaeronautica.com.br/equipamentos/index.php>>. Acesso em: 21 fev. 2013.

CHECHETTO, R. G. **Potencial da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização e diferentes alvos**. 70 f., 2011. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2011.

CHECHETTO, R. G. et al. Desempenho de adjuvantes na redução da deriva no controle da ferrugem asiática da soja em pulverização aérea. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 5., 2011, **Sustentabilidade do tratamento Fitossanitário: anais...** Cuiabá: FCA-UNESP; FEPAF, 2011. 1 CD-ROM.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**: décimo segundo levantamento, set. 2012. Brasília: Conab, 2012. 30 p.

Publicação mensal. Disponível em: <

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_09_18_33_boletim_graos_-_setembro_2012.pdf>. Acesso em: 01 out. 2012.

COSTA, L. L. et al. Pontas de pulverização e volumes de aplicação no controle da ferrugem asiática (*phakopsora pachyrhizi* Sydon&Sydon). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 5., 2011, **Sustentabilidade do tratamento Fitossanitário**: anais... Cuiabá: FCA-UNESP; FEPAF, 2011. 1 CD-ROM.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.325-332, 2003.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1., p. 133-138, jan./mar. 2005.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 05, p. 1360-1366, 2006.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008.
CUNHA, J. P. A. R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes métodos de aplicação. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 4, p. 487-493, out-dez, 2008.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 366-372, jul-set, 2010.

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

CUNHA, J. P. A. R.; PEREZ, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum**: Maringá, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010

DERKSEN, R. C. et al. Droplet spectra and wind tunnel evaluation of venturi and pre-orifice nozzles, **ASABE**, St. Joseph, v. 42, n. 6, p. 1573-1580, 1999.

DERKSEN, R. C. et al. Determining the influence of spray quality, nozzle type, spray volume and air-assisted application strategies on deposition of pesticides in soybean canopy. **ASABE**, St. Joseph, v. 51, n. 5, p. 1529-1537, 2008.

FIALLOS, F. R. G. A ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow. **Ciencia y Tecnología**, Garcés, v. 4, n. 2, p. 45-60, 2011.

GENT, D. H.; SCHWARTZ, H. F.; NISSEN, S. J. Effect of commercial adjuvants on vegetable crop fungicide coverage, absorption, and efficacy. **Plant Disease**, St. Paul, v. 87, n. 5, p. 591-597, May, 2003.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

HANNA, S. O. et al. Fungicide application timing and row spacing effect on soybean canopy penetration and grain yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 100, n. 5, p. 1488-1492. 2008.

HESS, F. D. Surfactants and additives. **California Weed Science Society**, Salinas, v. 51, p. 156-172, 1999. Annual Conference Proceedings.

HERBICAT. Guia de seleção de pontas. Disponível em: <<http://www.herbicat.com.br/>> . Acesso em: 20 de fev. 2013.

HILZ, E.; VERMEER, A. W. P. Spray drift review: The extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction. **Crop Protection**, Amsterdam, v.44, p. 75-83, Feb. 2013.

HOFMAN, V.; SOLSENG, E. Reducing Spray Drift. North Dakota State University. Jun. 2001. Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ageng/machine/ae1210w.htm#parameters>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. B (Org.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de defesa fitossanitária; Sociedade de

Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 39-51. Disponível em:
<<http://w3.ufsm.br/herb/Adjuvantes%20para%20caldas%20de%20produtos%20fitossanitarios%20-%20Kissmann.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2012.

MAGNANI, Z. E. B. et al. Eventos dos processos de pré-penetração, penetração e colonização de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de soja. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 156-160, mar.- abr. 2007.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de produtos fitossanitários**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

MAPA, 2012. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:
<http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 9 jun. 2012.

MARCHI, S. R. et al. Degradação luminosa e retenção foliar dos corantes azul brilhante FDC-1 e amarelo tartrasina FDC-5 utilizados como marcadores em pulverizações. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 287-294, 2005.

McMULLAN, P. M. Utility adjuvants. **Weed Technology**. Lawrence, v. 14, n. 4 p. 792-797, 2000.

MUELLER, T. A. et al. Effect of Fungicide and Timing of Application on Soybean Rust Severity and Yield. **Plant Disease**, St. Paul, v. 93, n. 3, p. 243-248, 2009.

NASCIMENTO, J. M. Associação de adjuvantes à picoxistrobina + ciproconazol no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 3, p. 204-210, 2012.

NAVARINI, et al. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow e Sidow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 182-186, 2007.

NUYTTENS, D. et al. The influence of operator-controlled variables on spray drift from field crop sprayers. **Transactions of the ASABE**, American Society of Agricultural and Biological Engineers. v. 50, n. 4, p: 1129-1140, 2007a. Disponível em:<
http://ag.udel.edu/rec/Staff/VanGessel/Documents/Documents/Manuscript%20database/Nuyttens_Field_spray_drift_ASABE_07_1129.pdf> Acesso em: 11 jun. 2012.

NUYTTENS, D. . Drift from field crop sprayers: The influence of spray application technology determined using indirect and direct drift assessment means. 293 p. 2007b. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1979/1047>>. Acesso em: 03 jan. 2013.

NUYTTENS, D. et al. Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 2: Meteorological conditions. In: Alexander, A. et al (Orgs). **Aspects of applied Biology**: International advances in pesticides application. 77 ed. Wellesbourn: Association of Applied Biologists, 2006a, v. 2, p. 331-339.

NUYTTENS, D. et al. Experimental study of factors influencing the risk of drift from Field sprayers, Part 1: Meteorological conditions. In: Alexander, A. et al (Orgs). **Aspects of applied Biology**: International advances in pesticides application. 77 ed. Wellesbourn: Association of Applied Biologists, 2006b, v. 2, p. 321-329.

OLIVEIRA, A. R. et al. Fungicidas, doses e volumes de calda no controle químico da ferrugem da folha da aveia (*puccinia coronata* f. Sp. *Avenae*). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.esp., p.48-55, jan. 2007.

OLIVEIRA, R. B. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. 2011, 134 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

OZKAN, H. E. et al. Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian Soybean Rust. **In**: Aspects of Applied Biology, 77, International advances in pesticide application. Warwick, Association of Applied Biologists, 2006, p. 423-431,

PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 11 f., 2000. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2011.

PALLADINI, L. A. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.440-445, Sept./Oct. 2005.

PERIM, L. **Efeitos de óleos nas características físicas e químicas da calda de aplicação e na ação da atrazina**. 2011, 92f. Dissertação (Mestrado em Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

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 de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.1, p.105-107, jan./mar., 2007.

RAMSEY, R. J. L.; STEPHENSON, G. R.; HALL, J. C. Effect of humectants on the uptake and efficacy of glufosinate in wild oat (*Avena fatua*) plants and isolated cuticles under dry conditions. **Weed Science**, Washington, v. 54, n. 2, p. 205-211, Mar./Apr., 2006.

RIBEIRO, A. L. P.; COSTA, E. C. Desfolhamento em estádios de desenvolvimento da soja, cultivar BR 16, no rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p.767-771, 2000.

REIS, E. F. et al. Qualidade da aplicação aérea líquida com uma aeronave agrícola experimental na cultura da soja (*Glycine max* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.5, p.958-966, set./out. 2010.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. Classificação dos fungicidas. In: REIS, E. M. (Org). **Critérios indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, p. 9-22, 2009.

REZENDE, D. T. **Análise comparativa de métodos para quantificação dos depósitos da pulverização em diferentes alvos**. 67 f., 2011. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

RITTER, R. L.; COBLE, H. D. Influence of Temperature and Relative Humidity on the Activity of Acifluorfen. **Weed Science**, v. 29, n. 4, p. 480- 485, July, 1981. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/10.2307/4043335>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

SALVADOR, J. F. **Análise da deposição em aplicações aéreas de defensivos em função de diferentes alturas de voo e volumes de calda**. 61 f, 2011,. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2011.

SILVA, A. C. A. et al. ação de adjuvante, pontas e volume de pulverização no espectro de gotas em caldas de fungicida. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 5., 2011, **Sustentabilidade do tratamento Fitossanitário**: anais... Cuiabá: FCA-UNESP; FEPAF, 2011. 1 CD-ROM.

SILVA, M. P. L. Avaliação comparativa dos danos mecânicos às plantas por dois sistemas de aplicação de agrotóxicos líquidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., 2004, São Pedro. Anais... São Pedro: SBEA, 2004. 1. CD-ROM.

SOUZA, R. T. et al. Aspectos metodológicos para análise de depósitos de pulverizações pela determinação dos depósitos pontuais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 195-202, 2007.

SOUZA, L. A. et al. Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 78-85, jan-mar, 2012.

SPANOGHE, P., et al. Influence of agricultural adjuvants on droplet spectra. **Pest Management Science**, Seattle, v. 63, n. 1, p. 4-16. Jan. 2007.

SYNGENTA. Guia de produtos: Priori Xtra. 19 p, 2012. Disponível em: <<http://www.servicos.syngenta.com.br/produtos/ProductDetails.aspx?idProduct=2129>>. Acesso em: 22 ago. 2012.

SYNGENTA. **Azoxystrobin**: The active ingredient in Quadris® and Abound® ; One of the active ingredients in Quilt®. Greensboro, 5 p. 2005. Disponível em: <http://www.syngentacropprotection.com/env_stewardship/futuretopics/Azoxy_2011.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2012.

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

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M. et al. **Weed control methods handbook**: tools & techniques for use in natural areas. Davis: TNC, 2003. p. 1-24.

VELINI, E. D. et al. Avaliação da deriva de aplicações aéreas em cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 5, 2011, **Sustentabilidade do tratamento fitossanitário**: anais... Cuiabá: FCA-UNESP; FEPAF, 2011. 1 CD-ROM.

VILELA, C. M. **Evaporação de gotas de caldas contend fungicidas e adjuvants em superfícies**. 62 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu, 2012.

WRATHER, A. et al. Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. **Plant Health Progress**, St. Paul, v.10, n. 1, p. 1094-2001, 2010.

YORINORI, J.T. Cancro da haste: epidemiologia e controle. Londrina. EMBRAPA-CNPSO, (Embrapa Soja. Circular Técnica, 14). 1996.