

REMOÇÃO PELA CHUVA DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE FLUTRIAFOL APLICADAS EM SOJA, COM E SEM A ADIÇÃO DE ÓLEO MINERAL NA CALDA¹

MARIA APARECIDA PERES DE OLIVEIRA², ULISSES ROCHA ANTUNIASI³ & EDIVALDO DOMINGUES VELINI⁴

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivos verificar o efeito da remoção pela chuva de diferentes formulações de flutriafol, em condições de laboratório, aplicadas em plantas de soja com e sem a adição de óleo na calda de pulverização, assim como verificar a influencia da presença do óleo na calda quanto ao espectro de gotas. O experimento considerou dez caldas resultantes da interação de cinco tratamentos contendo o flutriafol (quatro formulações de flutriafol isolado e uma mistura de flutriafol com tebuconazole), todas aplicadas com e sem óleo mineral. As dez caldas foram aplicadas sobre plantas de soja que receberam posteriormente lavagem por chuva simulada em laboratório com quatro intervalos de tempo entre a aplicação e a chuva. As chuvas foram simuladas em duas etapas, sendo uma lâmina inicial de 5 mm, seguida de uma lâmina complementar de 15 mm. Os resultados mostraram que a adição de óleo mineral na calda proporcionou tendências de maior diâmetro mediano volumétrico, menor percentual de gotas menores que 100 µm e maior uniformidade do espectro de gotas. Todas as caldas com a adição de óleo mineral apresentam maior adesão e/ou absorção do fungicida pelas plantas em comparação com as caldas sem óleo. O aumento do tempo entre a aplicação e a chuva ocasionou redução do percentual de remoção, independentemente da intensidade de chuva. Observou-se o aumento da importância da maior quantidade de chuva para remover o fungicida ao longo do tempo, acentuando a diferença entre as caldas com e sem óleo. Com o passar do tempo foi necessária uma maior quantidade de chuva para lavar as caldas aplicadas com óleo. Houve remoção significativa de fungicida até 48h após a aplicação.

Palavras-chave: Fungicida, chuva, adjuvante, pulverização, tecnologia de aplicação.

¹ Parte da tese de doutorado do 1º autor

² Aluna do Curso de PG Energia na Agricultura - FCA/UNESP – Botucatu/SP – Brasil

³ Orientador e Docente do Departamento de Engenharia Rural - FCA/UNESP – Botucatu/SP – Brasil

⁴ Docente do Departamento de Produção Vegetal - FCA/UNESP – Botucatu/SP – Brasil

RAINFASTNESS OF DIFFERENT FLUTRIAFOL FORMULATIONS APPLIED ON SOYBEAN WITH AND WITHOUT OIL ADJUVANT IN THE SPRAY SOLUTION.

SUMMARY: *The present study had as objectives to verify the effect of rainfastness of different flutriafol formulations, in laboratory conditions, applied on soybean plants with and without the oil adjuvant in the spray solution, as well as to verify the influence of the oil on the droplet spectrum. The experiment considered ten spray solutions related to five treatments containing flutriafol (four formulations of flutriafol and a flutriafol mixture with tebuconazole), all applied with and without mineral oil. Particles size analysis were based on the determination of the droplet spectrum, medium volumetric diameter and the amount of droplets below 100 μm . All the solutions were sprayed with Teejet XR 11001 (fine droplets). Droplet spectrum was determined in a direct way by diffraction of laser (Malvern Mastersizer S®, version 2.15). Confidence interval at 90% degree was used to compare the mean data. The results showed that the addition of mineral oil in the solutions provided tendencies of larger medium volumetric diameter, smaller amount of droplets below than 100 μm and better uniformity of the droplet spectrum. All of the solutions with the addition of mineral oil presented larger adhesion and/or absorption of the fungicide on the plants in comparison with the solutions without oil. The increase of the time between the application and the rain, caused reduction of the fungicide removal, independently of the rain intensity. The increase of the amount of rain didn't change the relative behavior among the solutions; however, this larger amount of rain caused larger fungicide removal along the time. It was observed significant removal of flutriafol by the rain up to 48 hours after the spray application.*

Keywords: *Fungicide, rain, adjuvants, spray, application technology*

1 INTRODUÇÃO

O sucesso de um fungicida não depende apenas de sua fungitoxicidade, mas também de sua aderência, tenacidade, persistência e fundamentalmente da tecnologia de aplicação utilizada (SANTOS et al., 2002). Neste sentido, a qualidade do espectro e a retenção das gotas às partes vegetais devem resultar em uma distribuição uniforme e homogênea da quantidade recomendada do ingrediente ativo.

A quantidade de produto que adere à folha durante a pulverização e a quantidade de material que permanece na folha após a ação de intempéries são os principais fatores que determinam a quantidade de resíduo ativo nas superfícies foliares para um efetivo controle dos fitopatógenos (RICH, 1954). A chuva é considerada como o maior depreciador de depósitos fungicidas sobre a superfície foliar. A estratégia do

uso de adjuvantes na calda pode melhorar a ação de certos fungicidas sensíveis à ação de intempéries, por propiciar melhor aderência à superfície foliar e ainda, elevar a sua persistência (tenacidade), principalmente sob ação da chuva (SUHERI; LATIN, 1991). Segundo Tracker e Young (1999), a chuva natural modifica os depósitos de agrotóxicos em plantas por diluição, redistribuição e por remoção.

Os adjuvantes são substâncias ou compostos sem propriedades fitossanitárias que são adicionados a calda de agrotóxico para facilitar a aplicação, aumentar a atividade biológica do ingrediente ativo, controlar melhor potenciais riscos de deriva e perdas por chuva, diminuir a exposição do trabalhador ou a contaminação do meio ambiente e melhorar economicamente a aplicação dando maior eficiência aos tratamentos iniciais (UNDERWOOD, 2000; AZEVEDO, 2001).

A aplicação foliar de fungicidas é um processo crítico na agricultura moderna. Um dos fatores para o sucesso do tratamento fitossanitário depende da retenção de ingrediente ativo na folha e da resistência do depósito de ativo a fatores adversos como a chuva. A retenção e a tenacidade são influenciadas por características físico-químicas da superfície da folha, que podem ser intrínsecas de cada cultura ou cultivar (REYNOLDS et al., 1994).

Vários fatores afetam a relação da chuva com os agroquímicos, mas os mais importantes são a intensidade da chuva, quantidade da chuva, intervalo de tempo entre o tratamento e a chuva, a formulação comercial dos agrotóxicos, a solubilidade do produto em água e o tipo de cultura (CABRAS et al., 2001; GREEN, 2001).

Curran et al. (1999) citam que os adjuvantes ativadores são os mais utilizados, pois correspondem a agentes ativadores da superfície. Nesta classificação são incluídos surfactantes, óleos minerais e vegetais, fertilizantes nitrogenados, espalhantes-adesivos, agentes de molhamento e penetrantes. Essas propriedades podem reduzir o efeito de lavagem quando a aplicação do defensivo for seguida por chuva (TU; RANDALL, 2003).

Em estudos de lavagem pela chuva realizados por Debortoli (2008), a chuva simulada afetou negativamente o controle da ferrugem asiática, principalmente quando não foi utilizado adjuvante juntamente com o fungicida. A ocorrência de chuva até 30 minutos após a aplicação dos tratamentos provocou a maior influência sobre a eficiência de controle da doença. Os dados demonstram que o efeito negativo da lavagem pela chuva está diretamente ligado ao intervalo entre a aplicação e a ocorrência da chuva.

Segundo Witt (2001) e Azevedo (2003), os óleos emulsionáveis aumentam a penetração dos defensivos pela camada encerada da cutícula numa superfície foliar e, assim, aumenta a taxa de penetração. Bonelli et al. (2005) avaliaram diferentes equipamentos com relação ao tamanho de gotas (fina e muito fina) com e sem óleo em adição ao flutriafol em aplicações aéreas para controle da ferrugem da soja. Todos os tratamentos mantiveram a doença abaixo ou próximo a 1% de severidade. A análise residual do flutriafol mostrou que as folhas dos tratamentos com óleo apresentaram maior concentração do ativo, o

que deixa a aplicação mais tolerante à ocorrência de chuvas. Em estudo realizado por Antuniassi et al. (2005) também foi observada maior concentração de fungicida nas folhas em tratamentos utilizando óleo na calda em aplicações na cultura da soja. Neste sentido, diferenças na deposição de produtos em aplicações com e sem óleos adjuvantes podem ser esperadas. Segundo Christofolletti (1999), uma opção para aumentar a viscosidade do líquido, com conseqüente alteração do espectro de gotas gerado, é a adição de óleo às caldas de pulverização. Segundo o autor, a utilização de óleo como adjuvante tem indicação principal como espalhante adesivo, mas sua característica de viscosidade pode alterar também o espectro de gotas pulverizadas.

O presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito da remoção pela chuva de diferentes formulações de flutriafol aplicadas em plantas de soja, com e sem a adição de óleo na calda de pulverização, bem como verificar a influencia do óleo no espectro de gotas da pulverização.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados no Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agroflorestais (NEM-PA), do Departamento de Engenharia Rural e no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), do Departamento de Produção Vegetal, ambos da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Fazenda Experimental Lageado, localizada no município de Botucatu (SP). Também foram realizadas avaliações no Laboratório de Análises do Tamanho de Partículas (LAPAR), do Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP – Jaboticabal/SP.

Plantas de soja (cultivar Conquista) foram cultivadas em vasos plásticos com volume interno de 8 L. Foram dispostas oito sementes por vaso, com desbaste de quatro plantas 15 dias após a emergência. Os vasos foram mantidos em estufa, com irrigação uniforme três vezes ao dia até o momento das aplicações, que ocorreram com a soja no estágio R1. Anteriormente a aplicação dos fungicidas, todos os vasos foram mantidos em uma câmara climatizada, por 72 h para excluir qualquer desuniformidade de condições ambientais antes e durante os tratamentos. Essa câmara foi programada na alternância de 14 e 10h de claro/escuro, umidade relativa de 60% dia e 75% noite e temperatura de 27 °C dia e 22 °C noite (mais ou menos 1,0 % e 1,0°C).

Utilizou-se um simulador especialmente projetado para representar todos os parâmetros e configurações de um equipamento terrestre convencional (Figura 1), o qual também possibilita a simulação de lâminas de chuva mediante o uso de pontas de pulverização especiais, com jato plano e gotas grossas. Tal equipamento, pertencente ao NUPAM, constitui-se de uma estrutura metálica com 3 m de altura por 2 m de largura, que permite acoplamento de um "carrinho" suspenso a 2,5 m de altura. A esse carrinho encontram-se acopladas duas barras de pulverização: uma responsável pelo sistema de simulação de chuva e a

outra pelo sistema de pulverização de defensivos agrícolas, as quais se deslocam por uma área útil de 6 m² no sentido do comprimento do equipamento.



Figura 1 - Simulador do NUPAM utilizado para aplicação das caldas e das lâminas de chuva. Detalhes do trilho suspenso (a) que movimenta a estrutura de suporte da barra pulverizadora com os bicos de pulverização (b) e os bicos de simulação de chuva (c).

As formulações de flutriafol (Impact 125 SC) utilizadas nas pulverizações foram denominadas de acordo com sua codificação interna na empresa fabricante (Cheminova do Brasil): 1310-05, 1310-06, 118-05 e 80D. As diferenças entre estas formulações se referem a variações nos componentes presentes em cada produto (adjuvantes e inertes), assim como dos lotes de origem das amostras. Assim, como exemplo, os códigos 1310-05 e 1310-06 representam a mesma formulação (1310) de dois lotes distintos (05 e 06 representam os anos de 2005 e 2006, respectivamente). Todas as formulações foram aplicadas com e sem óleo mineral Oppa (1% v/v), sendo que num dos tratamentos a formulação 1310-05 foi aplicada em mistura com o fungicida tebuconazole, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Caldas utilizadas como tratamentos de acordo com os códigos dos fungicidas.

Fungicida/formulação	Dose (g ia/ha)	Adjuvante (óleo mineral)
flutriafol (Impact 125 SC) 1310-05	62,5	-
flutriafol (Impact 125 SC) 1310-05	62,5	Oppa 1%
flutriafol (Impact 125 SC) 1310-06	62,5	-
flutriafol (Impact 125 SC) 1310-06	62,5	Oppa 1%
flutriafol (Impact 125 SC) 118-05	62,5	-
flutriafol (Impact 125 SC) 118-05	62,5	Oppa 1%
flutriafol (Impact 125 SC) 80 D	62,5	-
flutriafol (Impact 125 SC) 80 D	62,5	Oppa 1%
flutriafol (Impact 125 SC) 1310-05 + tebuconazole (Folicur 125 CE)	31,25 + 31,25	-
flutriafol (Impact 125 SC) 1310-05 + tebuconazole (Folicur 125 CE)	31,25 + 31,25	Oppa 1%

As aplicações das caldas foram realizadas com velocidade de 3,3 km h⁻¹, utilizando-se pontas XR 11001, as quais foram mantidas com espaçamento de 50 cm e altura do topo das plantas de 50 cm. (Figura 2). A vazão utilizada foi de 0,38 L min⁻¹, a uma taxa de aplicação de 126.7 L ha⁻¹ e pressão de 310 kPa. A umidade e temperatura no momento das aplicações variaram de 25 a 27 °C e 73 a 83%, respectivamente, com ausência de vento (pulverizações realizadas dentro do simulador de aplicação).



Figura 2 - Disposição dos vasos de soja no simulador de aplicação do NUPAM, no momento da pulverização.

A simulação da chuva foi feita no mesmo equipamento, mantendo-se a barra de simulação de chuva a 1,45 m de altura em relação às plantas. A barra de simulação de chuva foi constituída por três bicos de pulverização TK-SS-20 (Jato Plano Defletor) de alta vazão, espaçados de 0,5 m e posicionados de forma a propiciar maior uniformidade de precipitação na área aplicada.

A chuva foi simulada de acordo com uma programação pré-definida no simulador (cada passagem representava 2,5 mm de lâmina), através da aplicação de duas lâminas sequenciais, sendo a primeira com 5 mm (duas passadas) e a segunda com 15 mm (seis passadas), com intervalo de 10 minutos entre as aplicações das primeira e da segunda lâmina. Para efeito de coleta da solução resultante da lavagem das plantas pela chuva, as lâminas de 5 mm e 15 mm foram coletadas individualmente, mas as quantidades de ativo foram somadas para as duas coletas, representando o efeito de um total de 20 mm de chuva.

Visando operacionalizar as coletas da solução de lavagem das plantas pela chuva, os vasos foram encapados com sacos plásticos (0,4 x 0,6 m), deixando-se exposta apenas à parte aérea das plantas. Ainda, os vasos foram colocados dentro de recipientes (0,7 m de diâmetro) também recobertas com sacos plásticos de 0,9 x 1,2 m (Figura 3).



Figura 3 - Proteção dos vasos e dos recipientes inferiores com sacos plásticos, visando à coleta da água da chuva que lavou as plantas após a aplicação dos fungicidas.

Após a simulação das lâminas de chuva, as plantas foram cortadas dos vasos e lavadas por imersão em saco plástico contendo 200 mL de água destilada. Todas as lavagens (lâminas de chuva e imersão) foram realizadas em 4 intervalos: 0 h (no momento da aplicação), 1 h, 2 h e 48 h após a aplicação dos tratamentos (Tabela 2). Para efeito do cálculo do percentual do produto extraído nas lavagens, a quantidade de flutriafol nestas soluções foi comparada à quantidade total depositada nas plantas, a qual foi representada pela quantidade do ativo recuperado na lavagem realizada imediatamente após a aplicação dos tratamentos (lavagem 0 h após a aplicação).

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos, definidos pela interação entre as caldas, o tempo decorrido entre a aplicação e a lavagem e o tipo de lavagem.

Denominação e descrição dos tratamentos		Tempo entre a aplicação e a lavagem	Tipo de lavagem
1310-05	flutriafol 1310-05	0 h	5mm de chuva, 15mm de chuva e lavagem da planta por imersão
		1h	
		2h	
		48h	
1310-05 co	flutriafol 1310-05 com óleo	0 h	5mm de chuva, 15mm de chuva e lavagem da planta por imersão
		1h	
		2h	
		48h	
1310-06	flutriafol 1310-06	0 h	5mm de chuva, 15mm de chuva e lavagem da planta por imersão
		1h	
		2h	
		48h	
1310-06 co	flutriafol 1310-06 com óleo	0 h	5mm de chuva, 15mm de chuva e lavagem da planta por imersão
		1h	
		2h	
		48h	
118-05	flutriafol 118-05	0 h	5mm de chuva, 15mm de chuva e lavagem da planta por imersão
		1h	
		2h	
		48h	
118-05 co	flutriafol 118-05 com óleo	0 h	5mm de chuva, 15mm de chuva e lavagem da planta por imersão
		1h	
		2h	
		48h	
80D	flutriafol 80D	0 h	5mm de chuva, 15mm de chuva e lavagem da planta por imersão
		1h	
		2h	
		48h	
80D co	flutriafol 80D com óleo	0 h	5mm de chuva, 15mm de chuva e lavagem da planta por imersão
		1h	
		2h	
		48h	
1310-05+T	flutriafol 1310-05 + tebuconazole	0 h	5mm de chuva, 15mm de chuva e lavagem da planta por imersão
		1h	
		2h	
		48h	
1310-05+T co	Impact 1310-05 + tebuconazole, com óleo	0 h	5mm de chuva, 15mm de chuva e lavagem da planta por imersão
		1h	
		2h	
		48h	

A avaliação da concentração de flutriafol nas soluções resultantes da lavagem das plantas pela chuva foi realizada através da quantificação dos resíduos do fungicida na água pelo método cromatográfico GC-MS. Os valores de concentrações dos ativos nas amostras analisadas (em ppm) foram multiplicados pelo volume da amostra injetada no cromatográfico (em mL), em seguida divididos pela massa de matéria seca da planta correspondente e, posteriormente, divididos pelo coeficiente de extração do método de análise (93,8% para as amostras com óleo e 98,3% para as amostras sem óleo na calda). O resultado deste processamento representou a quantidade de ativo por unidade de massa seca das plantas (μg de ativo g^{-1} de planta). A seguir, este valor foi multiplicado por 1000 para transformação em μg de ativo kg^{-1} de planta e, posteriormente, dividido pela massa equivalente de ativo aplicada por hectare. Desta maneira, o resultado final obtido foi a quantidade de ativo extraída por kg de planta, ponderada pela dose aplicada em cada tratamento [$(\mu\text{g}/\text{kg})/(\text{g}/\text{ha})$].

A partir da metodologia descrita por Camara et al. (2008), o espectro de gotas foi determinado utilizando-se um equipamento analisador de partículas em tempo real Mastersizer S (Malvern Instruments), baseando-se na determinação da amplitude relativa do espectro de gotas (span), diâmetro mediano volumétrico (DMV) e percentual de gotas abaixo de $100 \mu\text{m}$ ($\%<100 \mu\text{m}$), de acordo com os tratamentos descritos na Tabela 1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 apresenta os valores do DMV - diâmetro mediano volumétrico (μm) para cada uma das caldas avaliadas. Os valores de DMV para as caldas sem a adição de óleo variaram de 118,1 a 121,5 μm , não indicando haver diferença de comportamento entre os produtos testados no que se refere ao processo de formação de gotas. Analisando-se as caldas com adição de óleo, estes valores apresentaram uma variação um pouco maior (entre 123,3 e 131,5 μm) sem, no entanto, ocorrer diferença significativa na análise do intervalo de confiança. Estas observações apenas sugerem que as diferentes formulações interagiram de modo variável quando da adição do óleo mineral. Entretanto, é possível observar que em todas as caldas pulverizadas a presença do óleo adjuvante determinou um valor médio maior para o DMV, indicando que a ação do adjuvante determinou um processo de aumento de tamanho de gota, independentemente da formulação do fungicida.

De maneira análoga, a Figura 5 mostra que não houve diferenças significativas entre os tratamentos no que se refere ao percentual de gotas menores do que 100 μm . Entretanto, assim como para o DMV, a presença de óleo na calda determinou que todos os tratamentos com o adjuvante oferecessem menor valor médio deste percentual, indicando uma influência do adjuvante independente da formulação dos fungicidas avaliados.

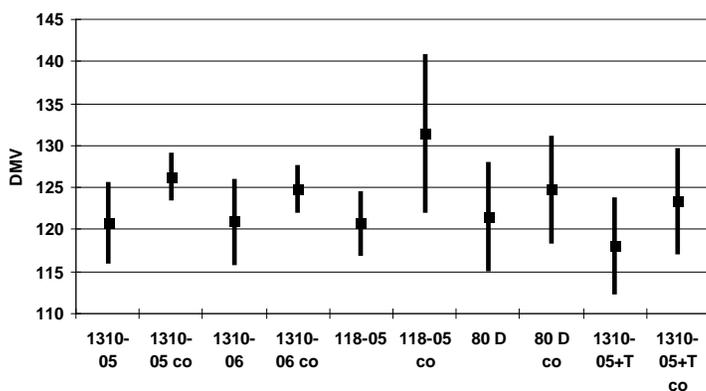


Figura 4 - Caracterização das caldas quanto ao Diâmetro mediano volumétrico (DMV), expresso em micrometros (μm). Para a comparação dos resultados, os pontos representam os valores médios e as linhas verticais indicam o Intervalo de Confiança ao nível de 90%.

A Figura 6 mostra o comportamento da amplitude relativa do espectro de gotas (Span) resultante dos tratamentos pulverizados. Este valor, quanto menor, indica uma pulverização com gotas mais uniformes, o que representa um fator desejável. Observa-se, portanto, que a adição do óleo melhorou o espectro de todas as caldas, apesar das diferenças não serem significativas na comparação das médias pelo IC 95%.

Os resultados apresentados nas Figuras 4 a 6 indicam objetivamente que a presença de óleo na calda propiciou alterações no espectro de gotas. Com efeito, Christofolletti (1999) cita que o aumento da viscosidade do líquido, com conseqüente alteração do espectro de gotas gerado, é um dos efeitos da adição de óleo às caldas de pulverização.

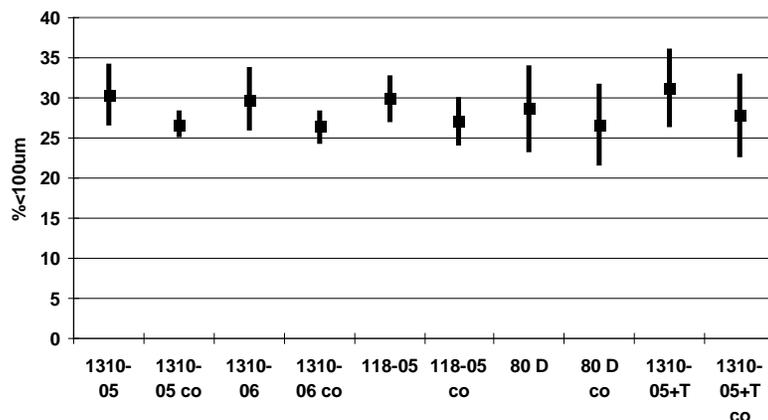


Figura 5 - Percentual do volume aplicado com gotas menores do que 100 µm. Para a comparação dos resultados, os pontos representam os valores médios e as linhas verticais indicam o Intervalo de Confiança ao nível de 90%.

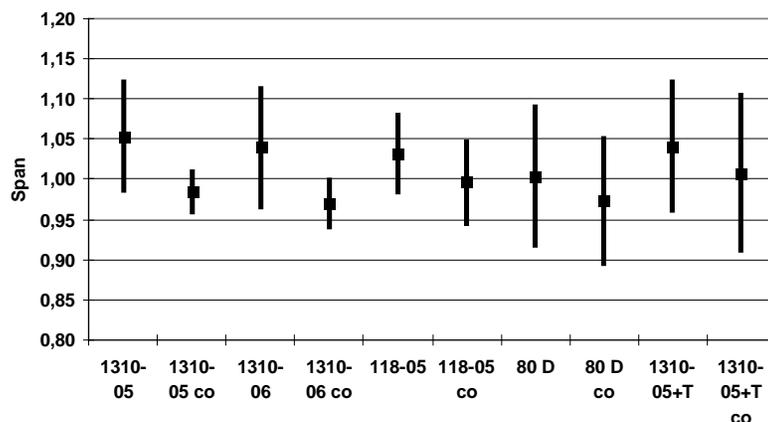


Figura 6 - Valor da amplitude do espectro de gotas (Span) resultante de cada calda pulverizada. Para a comparação dos resultados, os pontos representam os valores médios e as linhas verticais indicam o Intervalo de Confiança ao nível de 90%.

A Figura 7 apresenta as quantidades totais de flutriafol recuperadas nas plantas considerando a soma de todo o ativo que foi retirado das plantas pela lavagem imediata após a aplicação. Este valor, expresso em µg de ativo por kg de peso seco das plantas, ponderado de acordo com a dose aplicada, em g/ha

$[(\mu\text{g}/\text{kg})/(\text{g}/\text{ha})]$, foi obtido da soma do flutriafol recuperado tanto na solução resultante das duas lâminas de chuva (5 mm + 15 mm) como na solução onde houve a imersão das plantas após a aplicação da chuva simulada. Estes valores representam a expectativa de depósito total do ativo em cada tratamento, sendo utilizado posteriormente para referenciar o cálculo dos percentuais de flutriafol removido pelas lâminas de chuva aplicadas 1, 2 e 48 horas depois das aplicações.

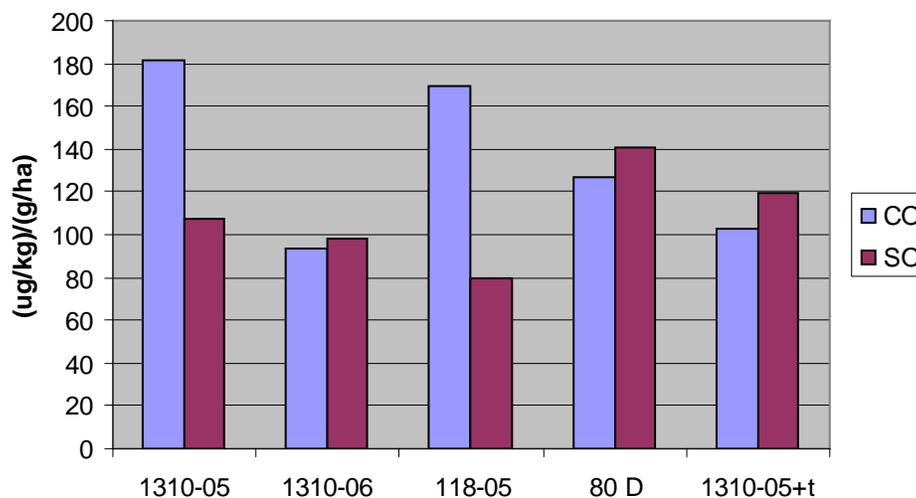


Figura 7 - Quantidade de flutriafol removido das plantas no momento da aplicação (lavagem imediata após a aplicação). CO e SO identificam as caldas com e sem a adição de óleo mineral.

Observa-se, inicialmente, que em apenas duas das caldas avaliadas houve uma disparidade maior entre os valores obtidos para cada tratamento com e sem óleo adjuvante (produtos 1310-05 e 118-05). Nos demais, as diferenças foram menos significativas. A discussão deste comportamento requer uma análise mais profunda de possíveis evidências, visto que não são encontradas razões simples que possam explicar os fatos. No que se refere à tecnologia de aplicação, as diferenças de depósito entre as aplicações com e sem óleo nestes tratamentos não encontra embasamento nos parâmetros avaliados, visto que os diâmetros de gotas não foram significativamente diferentes. Considera-se, ainda, que houve a manutenção correta da pressão de trabalho, não havendo, portanto, diferenças nas doses aplicadas.

Uma das possibilidades a ser futuramente estudada é o potencial de ocorrência de decantação dos produtos nos recipientes utilizados para armazenar as caldas durante o processo de aplicação no simulador. Estes recipientes, com 2 L de capacidade, não possuem sistema de agitação, havendo portanto a possibilidade das caldas ficarem alguns minutos sem agitação. Neste caso, caldas que possuam dispersão de partículas menos eficiente poderiam resultar na geração de um gradiente vertical de concentração dentro do reservatório, gerando diferenças nas quantidades de ativo aplicado entre os tratamentos. Esta possibili-

dade deve ainda ser avaliada quanto a uma possível interação da estabilidade com a adição do óleo, pois é possível notar que nos dois casos em que houve grande discrepância os valores os maiores foram obtidos para as soluções contendo óleo adjuvante.

As Figuras 8 a 10 apresentam os potenciais de remoção do flutriafol das plantas pela lâmina de chuva (total de 20 mm) aplicada ao longo do tempo (1, 2 e 48 horas após a aplicação). Os percentuais de remoção foram calculados relacionando-se a quantidade de flutriafol recolhido na solução de lavagem após a aplicação da chuva com os valores apresentados na Figura 7 (valor total lavado no momento da aplicação), os quais foram considerados para efeito de referência como os depósitos totais para cada tratamento.

Nestes gráficos observa-se, em geral, que a remoção foi sempre maior ou igual nas caldas sem óleo, comparadas com as caldas com óleo, mostrando que a aplicação com óleo propiciou tanto maior adesividade quanto maior absorção do ativo pelas plantas. Tais observações são referendadas pelos estudos apresentados por Tu; Randall (2003), que citam propriedades de adjuvantes que podem reduzir o efeito de lavagem quando a aplicação do defensivo for seguida por chuva (TU; RANDALL, 2003). Ainda neste sentido, estudos de remoção realizados por Debortoli (2008) mostraram que a chuva simulada afetou negativamente o controle da ferrugem asiática, principalmente quando não foi utilizado adjuvante juntamente com o fungicida.

Independentemente da calda aplicada e da intensidade da chuva, um fato que merece destaque é a efetiva quantidade de fungicida removido pela chuva ao longo do tempo. Apesar da citação de Debortoli (2008) indicando que a ocorrência de chuva até 30 minutos após a aplicação dos tratamentos provocou maior influência sobre a eficiência o fungicida, demonstrando que o efeito negativo da lavagem pela chuva está diretamente ligado ao intervalo entre a aplicação e a ocorrência da chuva, os percentuais observados neste trabalho para 1, 2 e 48 horas após a aplicação não refletem o senso comum do mercado de fungicidas que utiliza o valor referencial de 2 horas como intervalo mínimo entre a aplicação e a chuva. A maior parte das empresas fabricantes de fungicidas para ferrugem da soja e os consultores agrônômicos que atuam neste segmento recomendam atenção para este intervalo mínimo de 2 horas. Entretanto, como pode ser observado na Figura 10, quantidades substanciais do ativo ainda podem ser removidas até 48 horas depois da aplicação. Desta maneira, é importante ressaltar que este intervalo mínimo de segurança permanece questionável, merecendo a atenção de futuros projetos de pesquisa.

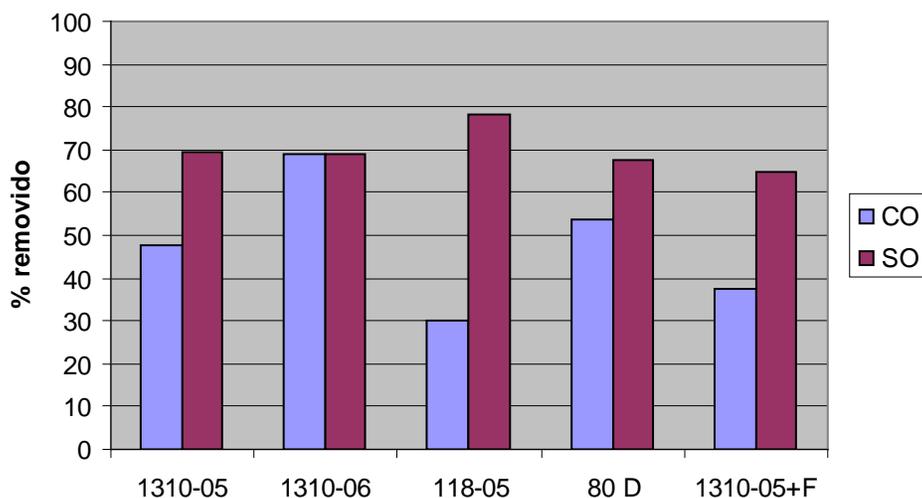


Figura 8 - Percentual de flutriafol removido por duas lâminas sequenciais (5 mm +15 mm), 1 h depois da aplicação. CO e SO identificam as caldas com e sem a adição de óleo mineral.

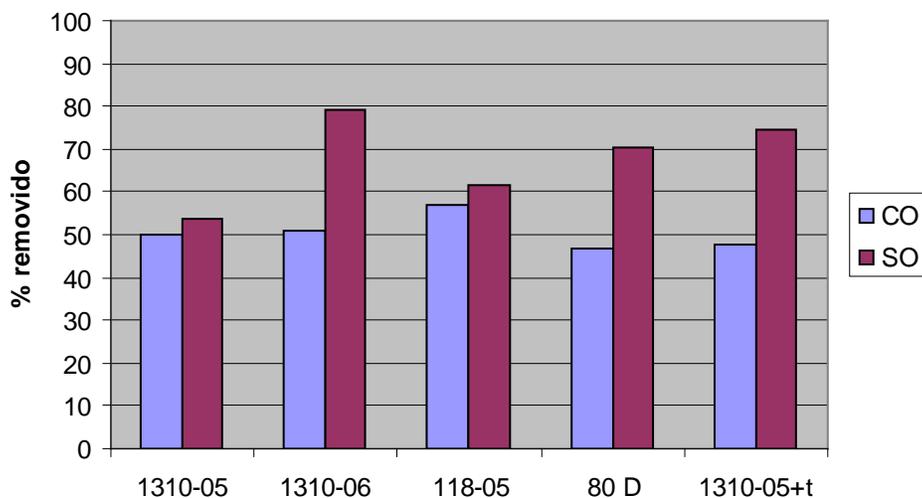


Figura 9 - Percentual de flutriafol removido por duas lâminas sequenciais (5 mm +15 mm), 2 h depois da aplicação. CO e SO identificam as caldas com e sem a adição de óleo mineral.

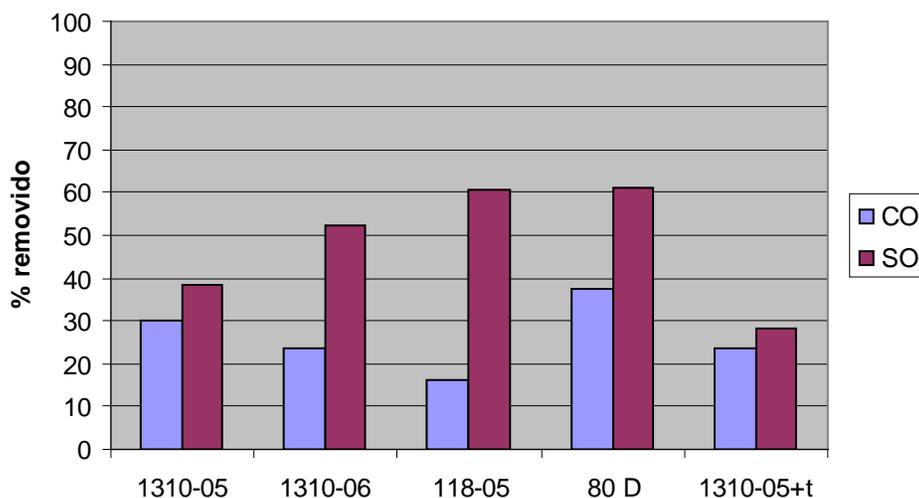


Figura 10 - Percentual de flutriafol removido por duas lâminas sequenciais (5 mm +15 mm), 48 h depois da aplicação. CO e SO identificam as caldas com e sem a adição de óleo mineral.

4 CONCLUSÕES

Observou-se tendência de maior valor de DMV, menor valor do percentual de gotas abaixo de 100 μm e menor valor de amplitude do espectro de gotas para todas as caldas onde ocorreu a adição de óleo mineral. A remoção do flutriafol pela chuva foi sempre maior ou igual nas caldas sem óleo, comparadas com as caldas com óleo, mostrando que a aplicação com óleo propiciou maior adesividade e/ou maior absorção das caldas pelas plantas. Observou-se remoção significativa de fungicida até 48h após a aplicação.

5 REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R. et al. Desempenho de sistema de aplicação terrestre para controle da ferrugem de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procopio. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA SOJA, 2005. p. 217-218.

AZEVEDO, L. A. S. **Fungicidas protetores: fundamentos para o uso racional.** São Paulo, 2003. 319 p.

AZEVEDO, L. A. S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. São Paulo, 2001. 230p.

BONELLI, M. A. P. O. et al. Desempenho de sistemas de aplicação aérea para controle de ferrugem da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procopio. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA SOJA, 2005. p. 119-120.

CABRAS, P. et al. The effect of simulated rain on folpet and mancozeb residues on grapes and wine leaves. **Journal of environmental Science and Health**, v.36, n. 5, p.609-618, 2001.

CAMARA, F. T. et al. **Distribuição volumétrica e espectro de gotas de bicos hidráulicos de jato plano de faixa expandida XR11003**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 28, n. 4, 2008.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South América, 15 p. 1999.

CURRAN, W. S.; McGLAMERY, M. D.; LIEBL, R. A.; LINGENFELTER, D. D. Adjuvants for enhancing herbicide performance. **Agronomy Facts 37**. Penn State College of Agricultural Sciences, 1999. p 1-5.

DEBORTOLI, M. P. **Efeito do “rainfastness” e adjuvante na aplicação de fungicidas foliares em cultivares de soja**. 2008. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Proteção de plantas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

GREEN, J. M. Factors that influence adjuvant performance. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMICALS, 6., 2001, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam: ISAA Foundation, 2001. p.179-190.

REYNOLDS, K. L., REILLY, C. C., HOTCHKISS, M. W. Removal of fentin hydroxide from pecan seedlings by simulated rain. **Plant Disease**, v.78, n.9, p.857-860, 1994.

RICH, S. Dynamics of deposition and tenacity of fungicides. **Phytopathology**, v.44, p.203-213, 1954.

SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, S. H; GUZZO, S. D. Avaliação da eficácia de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix* L.) do cafeeiro, sob chuva simulada. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n 6, 2002.

SUHERI, B. & LATIN, C. Retention of fungicides for control of *Alternaria* leaf blight of muskmelon under greenhouse conditions. **Plant Disease**, p.1013-1015, 1991.

TRACKER, J. R. M.; YOUNG, R. D. F. Effects of six adjuvants on the rainfastness of chlorpyrifos formulated as an emulsifiable concentrate. **Extended Summaries: IUPAC Conference - Pesticide Science**, v.55, p.198-200.

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

UNDERWOOD, A. K. Adjuvant trends for the new millennium. **Weed Technology** v. 14, n. 4, p. 765-772, 2000.

WITT, J. M. **Agricultural spray adjuvants**. Ithaca, NY: Cornell University, 2001. Disponível em: <<http://pmep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts/genpeapp-adjuvants.html>>. Acesso em: 10 out. 2006.