

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**COBERTURA DA CULTURA DA SOJA E DEPOSIÇÃO DE
INSETICIDA APLICADO COM E SEM ADJUVANTE E
DIFERENTES EQUIPAMENTOS E VOLUMES DE CALDA**

José Rodolfo Guimarães Di Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Julho de 2008

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOSÉ RODOLFO GUIMARÃES DI OLIVEIRA - Natural de Rio Verde, Goiás, nasceu no dia 29/11/1984. cursou agronomia por 3 anos (2002-2004) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, onde foi bolsista do CNPq, de Iniciação Científica por 2 anos. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo pela Universidade de Rio Verde, em Goiás, no ano de 2006. Logo ao encerrar a graduação, foi aprovado no mestrado em Entomologia Agrícola, pela Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, cursando de março de 2007 a julho de 2008. Trabalhou com aplicações de produtos fitossanitários, principalmente na cultura da soja, visando a utilização da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários para manutenção da produtividade das culturas, bem como seu uso racional e com o mínimo de impacto ambiental. Durante este período participou da Associação dos Pós-graduandos da UNESP - Jaboticabal, com o intuito de aprimorar a relação com o meio acadêmico e a com a Universidade. Aprovado no Doutorado na mesma área e Instituição do Mestrado, com início em agosto de 2008.

*Adquire a sabedoria, adquiere o
entendimento, e não te esqueças das
palavras da minha boca, nem delas te
apartes.*

Provérbios 4:5

Aos meus pais, Ariosto Alves de Oliveira e Zeni Guimarães Campos de Oliveira, que com toda a dificuldade, sempre me incentivaram e apoiaram e nunca me deixaram desistir dos meus objetivos nos momentos mais difíceis.

Às minhas irmãs Alzira, Fernanda e Priscila que sempre estiveram ao meu lado me apoiando. Ao meu sobrinho Christiano e às minhas sobrinhas Karoline, Gabriela e Geovana que alegam nossas vidas simplesmente pelo fato de existirem.

Aos meus cunhados Christiano e Valteir, com quem sempre pude contar, para que eu conseguisse alcançar mais essa vitória.

Aos meus tios e tias, por me auxiliarem no começo de minha vida acadêmica.

DEDICO

À minha noiva, Cíntia Rodrigues Gonçalves, pelo carinho, paciência e pelas palavras de conforto nos vários momentos difíceis e bons que este período nos proporcionou. Mesmo distante, muitas vezes sua voz me confortou, nas noites de estudos e pesquisa, fazendo com que eu me sentisse menos só e me reerguendo nas grandes dificuldades que passamos. Espero poder retribuir todo este carinho e dedicação a você. Fica meu singelo Obrigado, Você é parte desta conquista.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre estar comigo, protegendo, dando saúde e força pelo meu caminho. Obrigado.

Ao Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira, que não somente me orientou durante o mestrado, mas também se mostrou um ótimo amigo, me aconselhando nas dúvidas e nos momentos difíceis que tivemos ao longo dessa jornada.

Ao Gilson José Leite, o qual tornou o desenvolvimento deste trabalho no campo bem mais simplificado.

Ao Laboratório Central de Análise da UNESP/FCAV, que realizou as análises em espectrofotômetro no primeiro experimento.

Ao Prof. Dr. Joaquim Gonçalves Machado Neto, por ceder gentilmente o espectrofotômetro de absorção atômica para as análises no segundo experimento.

Ao CNPq pela bolsa de estudo concedida para realização do Mestrado

Aos Professores do programa de pós-graduação em Entomologia Agrícola, por contribuírem com meu conhecimento na área.

À querida “vó” Maria, e “vô” Júlio Camillo, que me acolheram em sua casa assim que cheguei em Jaboticabal, como se fosse da família. E ao Marcos Camillo que me proporcionou este contato, cedendo-me gentilmente os seus avôs.

Aos meus amigos de trabalho, laboratório e companheiros de república: Rodrigo Alberto Alandia Román (Bolívia), George (Georgilino), André (Criolo), Edvaldo (Bixete), Rafael (Lobó) que me acompanharam durante os 18 meses de minha vida acadêmica em Jaboticabal.

Ao Dr. Adeney de Freitas Bueno e a Msc. Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno, que acreditaram em mim durante a graduação, e me deram força para ingressar na pós-graduação. Esse sonho começou com vocês.

Ao Prof. Carmo dos Reis de Sousa, pela orientação e ajuda durante a Graduação.

À minha ex-orientadora da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dr. Anamari Viegas de Araujo Motomiya e ao Msc. Wagner Rogerio Motomiya pela orientação na Iniciação Científica e por guiar meus primeiros passos acadêmicos.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	iii
SUMMARY.....	iv
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Cultura da soja.....	3
2.2. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários.....	4
2.3. Equipamentos de aplicação.....	5
2.4. Volume de aplicação.....	7
2.5. Adjuvantes.....	8
2.6. Tamanho de gotas na cobertura e deposição.....	9
3. REFERÊNCIAS.....	12
CAPÍTULO 2 - DIÂMETRO DE GOTAS E DIFERENTES EQUIPAMENTOS DE APLICAÇÃO DE INSETICIDA PARA CONTROLE DE <i>PSEUDOPPLUSIA</i> <i>INCLUDENS</i>	18
RESUMO.....	18
SUMMARY.....	19
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.1 Avaliação da mortalidade das lagartas.....	21
2.2 Avaliação do espectro de gotas.....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
3.1 Avaliação da mortalidade das lagartas.....	26
3.2 Avaliação do espectro de gotas.....	30
4. CONCLUSÕES.....	33
5. REFERÊNCIAS.....	33

CAPÍTULO 3 - EQUIPAMENTOS, VOLUMES DE CALDA, ADJUVANTE E ESPECTRO DE GOTAS NA APLICAÇÃO DE INSETICIDA NA CULTURA DA SOJA.....	36
RESUMO.....	36
SUMMARY.....	37
1. INTRODUÇÃO.....	38
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1. SAFRA 2006/07 – Primeiro experimento.....	41
2.2. SAFRA 2007/08 – Segundo Experimento.....	43
2.3. Cobertura das gotas aspergidas.....	44
2.4. Recuperação do marcador.....	45
2.5. Avaliação da mortalidade de <i>P. includens</i>	47
2.6. Avaliação do espectro de gotas.....	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
3.1. Safra 2006-07 – Primeiro experimento.....	49
3.1.1. Cobertura das gotas aspergidas.....	49
3.1.2. Recuperação do marcador.....	53
3.1.3. Avaliação da mortalidade de <i>P. includens</i>	57
3.2 Safra 2007-08 – Segundo experimento.....	59
3.2.1. Cobertura das gotas aspergidas.....	59
3.2.2. Recuperação do marcador.....	62
3.2.3. Avaliação da mortalidade de <i>P. includens</i>	65
4. Avaliação do espectro de gotas.....	67
5. CONCLUSÕES.....	71
6. REFERÊNCIAS.....	71
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75

COBERTURA DA CULTURA DA SOJA E DEPOSIÇÃO DE INSETICIDA APLICADO COM E SEM AJUVANTE E DIFERENTES EQUIPAMENTOS E VOLUMES DE CALDA

RESUMO - Objetivou-se avaliar o espectro, a deposição e cobertura das gotas de pulverização em função de equipamentos, volumes de calda, adjuvantes e dosagem de inseticida na mortalidade de *Pseudoplusia includens*. No laboratório realizou-se uma aplicação sobre as lagartas com os tratamentos: 2 equipamentos (bico rotativo e hidráulico) 2 volumes de calda (17 e 50 L ha⁻¹ com o bico rotativo e 50 e 100 L ha⁻¹ com o bico hidráulico), 2 dosagens do inseticida endossulfan (0,5 e 1,0 L pc ha⁻¹), e 1 testemunha, seguindo o delineamento inteiramente casualizado. O experimento de campo foi realizado na fazenda da UNESP/Jaboticabal nas safras 2006/07 e 2007/08, em blocos casualizados com: 2 equipamentos (bico hidráulico e rotativo), 3 volumes de aplicação (50; 75; e 100 L ha⁻¹ com o bico hidráulico e 17; 35; e 50 L ha⁻¹ com o bico rotativo), aplicação com e sem adjuvante e 1 testemunha. Avaliou-se o número de lagartas vivas, a cobertura das gotas no papel hidrossensível, a deposição nas folhas de soja, e o espectro das gotas aspergidas utilizando um aparelho medidor de tamanho de partículas em tempo real do Laboratório de Análise do Tamanho de Partículas, do Departamento de Fitossanidade UNESP/Jaboticabal. Verificou-se que o volume de calda pode ser reduzido sem prejudicar o controle de *P. includens*, a dosagem de 0,5 L pc ha⁻¹ não controla a lagarta-falsa-medideira em laboratório. Em campo, a melhor cobertura, deposição e mortalidade das lagartas foram alcançadas utilizando-se volume de 75 L ha⁻¹ com o bico TT 11001, com a adição de adjuvante. O bico rotativo produz gotas de maior uniformidade e menor porcentagem de gotas suscetíveis à deriva, em relação ao bico hidráulico. A adição de adjuvantes promove gotas de maior tamanho e menos suscetíveis á deriva.

Palavras-chave: espectro de gotas, *Pseudoplusia includens*, tecnologia de aplicação

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a mais importante oleaginosa em produção sob cultivo extensivo no Brasil (LANA et al., 2007). Metade do faturamento líquido de produtos fitossanitários no país é voltada para a produção de soja (ANVISA, 2006). Com a evolução natural e rápida observada no setor produtivo, aliado a disposição aos agricultores de agrotóxicos mais seletivos e menos tóxicos, torna-se necessária a utilização de equipamentos de aplicação mais eficientes, que possam garantir maior preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável da agricultura nacional.

Desta forma, as técnicas de aplicação de produtos fitossanitários necessitam ser pesquisadas para encontrar novos sistemas que permitam economizar tempo e energia, e que contaminem menos o ambiente (ZARAGOZA, 1980). BAUER & RAETANO (2000) ressaltam que o desenvolvimento da tecnologia de aplicação é indispensável para melhorar a eficiência de controle de pragas, diretamente relacionados à qualidade da aplicação. Para alcançar aplicações com maior eficiência, o estudo da deposição e cobertura são essenciais (MATTEWS, 1992).

Mais de um terço dos produtos aplicados podem estar sendo perdidos para o solo por meio da endoderiva, devido a não utilização de gotas de tamanhos adequados. Outra parte significativa constituída pelas gotas pequenas, pode estar sendo levada pelo vento para fora da área tratada, na exoderiva (SCRAMIN et al., 2002). A tecnologia CDA (Controlled Droplet Application) é uma das formas de aplicação de produtos fitossanitário com gotas de tamanho controlado, sendo que os discos rotativos são os bicos que se consagraram para essa prática.

Estudos de deposição e perdas decorrentes da aplicação de produtos fitossanitários, a utilização de volume de calda reduzido e de novas técnicas de aplicação vêm sendo preconizada por vários autores para diversas culturas (MATUO & BABA, 1981; CHAIM et al., 1999; FERREIRA & MACHADO NETO, 1997). Os

pesquisadores justificam o interesse em avaliar novos métodos, para que estes possam trazer benefícios como, menor contaminação do ambiente, menor exposição do aplicador, menor desperdício de água e reduções de custos de produção, sem comprometer a eficiência da aplicação.

A cultura da soja está sujeita, durante todo o seu ciclo, à ocorrência de diferentes espécies de insetos. Embora esses insetos tenham suas populações reduzidas por predadores, parasitóides e doenças, dependendo das condições ambientais e do manejo de pragas que se pratica, podem atingir populações em tamanho capaz de causar perdas significativas à produtividade da cultura, necessitando medidas de controle (EMBRAPA, 2004). A frequência e intensidade de aparecimento de determinada praga está relacionada com a distribuição geográfica, as condições ambientais, o desenvolvimento da cultura e as práticas culturais adotadas (DEGRANDE, 2004). Algumas pragas como a lagarta-falsa-medideira, *Pseudoplusia includens* (WALKER, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) por ser uma espécie polífaga, é amplamente distribuída geograficamente e ocorre com certa regularidade. Segundo HERZOG (1980) diversos são os fatores que contribuem para o aumento populacional dessa praga. Entre eles observa-se a grande dificuldade de controle devido ao hábito desta lagarta permanecer no terço mediano das plantas, ficando assim protegida dos inseticidas, especialmente quando a cultura está em sua fase reprodutiva, no qual as folhas do topo oferecem uma barreira às gotas de pulverização.

Na aplicação de agrotóxicos por via líquida, o tamanho de gota é um dos mais importantes fatores para a eficácia do controle. O tamanho da gota aplicada é diretamente relacionado à efetividade de deposição, à penetração do produto e à uniformidade de distribuição. Possivelmente a dificuldade de controle da lagarta-falsa-medideira seja devido ao insucesso na colocação das gotas no alvo.

Com isso, objetivou-se avaliar a cobertura, deposição e o espectro de gotas produzidos por diferentes equipamentos, volumes de calda e adjuvantes, para controle de *Pseudoplusia includens*, na cultura da soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura da soja

O aumento significativo da produção mundial de soja, só se iniciou a partir de 1925, graças aos esforços dos técnicos norte-americanos que a estudaram sob todos os aspectos: agrícola, industrial, nutricional e econômico (MIYASAKA, 1986). Em 1940, no auge do seu cultivo como forrageira foram plantadas nos EUA cerca de 2 milhões de hectares de soja. A partir de 1941, a área destinada para grãos superou a de forragem, cujo cultivo declinou rapidamente, até desaparecer em meados dos anos 60, enquanto a área para a produção de grãos crescia de forma exponencial, não apenas nos EUA, como também no Brasil e na Argentina (EMBRAPA, 2004).

A primeira notícia sobre o plantio de soja no Brasil foi dada pelo professor Gustavo D'Utra, da "Escola Agrícola da Bahia", referindo-se a um sitiante baiano no ano de 1882. No entanto não houve explicação de como o sitiante conseguiu as primeiras sementes. Em 1914, um agrônomo norte-americano iniciou cultivos mais regulares no Rio Grande do Sul. Em 1919, verificava-se o primeiro cultivo de soja na estação experimental de Santa Rosa (EMBRAPA, 2004).

A área produtora de grãos de soja cresceu no Brasil desde 1919. Além disso, a tecnologia de produção dessa cultura também melhorou. Atualmente o país é o segundo maior produtor mundial de soja. Na safra 2006/07, a cultura ocupou uma área de 20,6 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 58,4 milhões de toneladas do grão. Na safra 2007/2008 a área semeada aumentou para 21,2 milhões de hectares e a produção totalizou 59,8 milhões de toneladas (CONAB, 2008). Os Estados Unidos, maior produtor mundial do grão, teve uma produção de 86,8 milhões de toneladas de soja (EMBRAPA, 2008).

SUZUKI et al. (2005) afirmam que a produtividade da cultura da soja na década de 70 era da ordem de 1.800 kg ha^{-1} ; na década de 80 elevou para 2.400 kg ha^{-1} e na década de 90 em razão dos investimentos em pesquisa alcançou 3.000 kg ha^{-1} . De

acordo com a CONAB (2008) atualmente a produtividade em algumas regiões do Brasil, ultrapassa 3.200 kg ha⁻¹.

Este aumento da produtividade só é possível, através do desenvolvimento de tecnologia, seja com a utilização do melhoramento de plantas, da ciência dos solos, da engenharia rural, da fitossanidade e outros. O tratamento fitossanitário por sua vez, tem como objetivo manter a sanidade vegetal da melhor forma possível, para que a planta possa expressar o seu máximo potencial produtivo. No caso dos insetos o tratamento pode ser utilizado antes que as pragas atinjam o nível de dano econômico (NDE), mais precisamente no nível de ação.

De acordo com CORSO (2006), os novos problemas que surgem constantemente nas lavouras de soja, em geral estão ligadas ao uso indiscriminado de inseticidas. Essa prática vai contra as indicações feitas por técnicos e pesquisadores. O uso indiscriminado desses produtos fitossanitários na soja além de não garantirem o sucesso na aplicação, de acordo com PIGNATI (2007) agridem o meio ambiente, coloca a comunidade em situação de risco à saúde devido a aplicação fora do alvo, o que pode também trazer outros efeitos conhecidos e/ou imprevisíveis tardiamente, ultrapassando os limites temporais.

2.2. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários é um dos mais multidisciplinares campos dentro da agricultura, uma vez que se reporta ao controle de insetos, ácaros, de plantas daninhas e de agentes patogênicos, que considera aspectos da biologia, da química, da engenharia, da ecologia, da sociologia e da economia (FERREIRA, 2007). Esse campo pode ser expresso como o emprego dos conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de áreas não alvo (MATUO, 1990).

O perfeito conhecimento do organismo a ser controlado não é suficiente para se conseguir atingi-lo com exatidão e o resultado da pulverização só será satisfatório se, a quantidade adequada do ingrediente ativo atingir o alvo (PIO, 2000). Desta forma, uma das maneiras de se maximizar a eficiência na aplicação e minimizar os riscos de contaminação provocados por agrotóxicos, é utilizar de tecnologia de aplicação adequada a cada tipo de situação, com base nas características inerentes a interação de fatores climáticos, biológicos e financeiros.

Dentre os diversos fatores que influenciam na aplicação dos produtos fitossanitários destacam-se o clima, o hospedeiro, o alvo biológico, o ingrediente ativo, o veículo utilizado no produto, o equipamento de aplicação e o tamanho das gotas. O clima tem um grande efeito tanto sobre a ocorrência de pragas e doenças como também na eficiência obtida após a aplicação de um determinado produto. É aconselhável que as pulverizações com agrotóxicos sejam realizadas nas horas mais frescas do dia, a fim de evitar a evaporação rápida do produto aplicado. De acordo com a FAO (2002) as condições ideais para a pulverização terrestre são velocidades de vento de 3 a 10 km/h, observando que para aplicação de herbicidas devem-se evitar ventos superiores a 7 km/h. Ressalta-se ainda que uma temperatura alta combinada com umidade relativa baixa reduzirá o tamanho da gota através da evaporação e assim aumentará o risco de deriva. Devido a uma variação acentuada das condições climáticas, até mesmo durante o dia, a escolha de um sistema de aplicação deve ser pautada na avaliação das características de cada alvo e nos parâmetros de desempenho esperado de cada tecnologia.

2.3 Equipamentos de aplicação

A grande maioria das aplicações de produtos fitossanitários para controle de pragas é realizada via pulverização, utilizando bicos de energia hidráulica. Nesta modalidade, o diâmetro das gotas varia com o modelo do bico, com a vazão e com a pressão de trabalho, sendo o conhecimento destes itens de fundamental importância

para o sucesso do tratamento realizado. O bico é composto por suas estruturas de fixação na barra, corpo, filtro, anel de vedação, ponta e capa, sendo que a ponta corresponde ao componente do bico responsável pela formação das gotas (RAMOS et al., 2004).

Embora todas as partes do equipamento sejam essenciais, as pontas de pulverização podem ser consideradas os componentes mais importantes dos pulverizadores hidráulicos, por determinar as características do jato emitido, regular a vazão e determinar o tamanho das gotas. As pontas, além de fragmentar o líquido em pequenas gotas, têm como função distribuí-las sobre o alvo (MATUO, 1990).

De acordo com COSTA et al. (2005) nas pontas o líquido sob pressão passa ao exterior através de um orifício, produzindo uma lâmina que vai aumentando gradativamente a sua superfície e conseqüentemente diminuindo a espessura, até romper-se em pequenas gotas. Neste processo de formação de gotas pela energia hidráulica gotas grandes e pequenas são produzidas ao mesmo tempo. No caso de serem produzidas gotas muito grossas, não ocorre boa cobertura da superfície, tampouco boa uniformidade de distribuição e deposição. Essas gotas, devido ao peso, normalmente não se aderem à superfície da folha e terminam no solo (LEFEBVRE, 1989).

No caso de gotas muito finas, geralmente, se consegue boa cobertura superficial e uniformidade de distribuição da calda, mas essas gotas podem evaporar com facilidade em condições de baixa umidade relativa ou serem levadas pela corrente de ar. Vários pesquisadores consideram que gotas menores que 100 μm são facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação das condições meteorológicas como vento, temperatura e umidade (SUMNER, 1997). De acordo com MATUO (1990) qualquer quantidade do produto químico que não atinja o alvo não terá qualquer eficácia e estará representando uma forma de perda. A fixação pouco exata do alvo eleva invariavelmente a perda de grandes proporções, pois o produto é então aplicado sobre partes que não têm relação direta com o controle.

Desta forma durante uma pulverização é necessário que o equipamento ou bico de pulverização produza gotas de maior uniformidade possível. Como ocorre com os

bicos de energia centrífuga ou bicos rotativos. Existem duas formas de aplicação com esse bico. A primeira é a utilização de alta rotação para produzir gotas pequenas que são lançadas sobre a área a ser tratada. A segunda é a utilização de gotas maiores, para aplicação sem deriva. O padrão de deposição dos bicos rotativos é bastante típico, sendo o seu conhecimento, imprescindível para efetuar a correta sobreposição das faixas, isto é, estabelecer a correta distância entre bicos ou espaçamento entre as diversas passadas de um bico (MATUO, 1990).

De acordo com ZARAGOZA (1980) as aplicações em CDA utilizam volumes variáveis entre 5 e 50 L ha⁻¹, com gotas de tamanho pouco variável com diâmetro entre 150-300µm. As vantagens desse tipo de pulverização são muito importantes, uma vez que, eliminam-se as gotas muito pequenas causadoras de derivas, e as muito grandes que se perdem por escorrimento. MATUO (1990) relata que no processo de pulverização com o bico rotativo ao molhar o disco que está girando, ocorre a formação das gotas na periferia do mesmo. Se o regime de molhamento do disco não for excessivo as gotas que se formam apresentam um espectro bastante homogêneo.

2.4 Volume de aplicação

O volume de aplicação é a quantidade de calda necessária para proporcionar a máxima cobertura em função do equipamento ou técnica de pulverização, devendo ser utilizado até o limite em que se inicia o escorrimento, caracterizado como alto volume. Sendo este elemento perceptível aos olhos do responsável pelo trabalho de pulverização, e o mínimo de volume utilizado que proporcione o efeito biológico desejado, ou seja, eficiência de controle, como baixo volume (PALLADINI & SOUZA, 2005).

A tendência atual, devido ao tempo perdido para reabastecimento do pulverizador, é a prática de modalidades que requerem menor volume de aplicação, visando com isto diminuir o custo e aumentar a rapidez do tratamento. A redução do

volume de aplicação, por sua vez, implica no emprego de gotas menores, se quiser uma adequada cobertura do alvo (MATUO, 1990).

Não há um volume fixo de calda a ser utilizado por hectare, podendo este variar de acordo com vários fatores entre os quais podemos citar o tipo de pulverizador, o porte das plantas, o espaçamento entre linhas, densidade de plantio, as condições climáticas, a praga a ser controlada e o estágio de desenvolvimento da planta (PALLADINI & SOUZA, 2005). RAMOS et. al. (2004), afirmam que o volume de pulverização a ser utilizado será sempre consequência da aplicação eficaz e nunca uma condição pré-estabelecida.

O volume aplicado numa pulverização deve ser o mais uniforme possível, sob pena de ser necessário volume adicional para compensar os pontos ou faixas que receberam menor quantidade de calda (PERECIN et al., 1998). De acordo com CUNHA & RUAS (2006), cobertura homogênea pressupõe distribuição uniforme, caracterizada por baixos coeficientes de variação da distribuição volumétrica superficial, tanto no sentido longitudinal como no transversal.

2.5 Adjuvantes

A água que é o principal veículo utilizado nas pulverizações, sendo compatível com a maioria das formulações de agrotóxicos, por apresentar alta tensão superficial, ao ser pulverizada, forma gotas esféricas e com menor superfície de contato. Para alterar a tensão superficial faz-se uso de adjuvantes denominados surfactantes, ou seja, qualquer produto que adicionado a calda de pulverização diminui a tensão superficial, aumentando a superfície de contato (PALLADINI & SOUZA, 2005). Essas mudanças nas propriedades do líquido pulverizado podem influenciar tanto o processo de formação das gotas como o comportamento destas em contato com o alvo (MILLER & BUTTLER ELLIS, 2000).

Como a água apresenta incompatibilidade com a cera, dificultando a aderência, não ocorrerá assim a cobertura adequada dos agrotóxicos sobre as folhas. Para que a

cobertura eficiente das folhas ocorra é necessário utilizar junto com a água de aspersão, produtos que eliminem a tensão das gotas fazendo com que as mesmas se espalhem sobre a superfície foliar. Os adjuvantes exercem essa função, podendo ainda exercer muitas outras ações como estimular a atividade fisiológica das plantas, eliminar a camada com cera da superfície foliar, acidificar e neutralizar os íons da água utilizada na aspersão, evitar a evaporação das gotas aspergidas, além de garantir a formação das mesmas com diâmetro maior, pelo aumento da densidade da calda, evitando, em consequência, a deriva. Normalmente, os adjuvantes apresentam uma ou duas dessas qualidades. São raros os adjuvantes que possuem todas essas qualidades ao mesmo tempo (RUEDELL, 2002). A ação dos agrotóxicos é, em geral, dependente de constituintes da calda de pulverização, que, embora não componham o ingrediente ativo, melhoram a sua eficácia. Com isso alguns adjuvantes encontrados no mercado podem favorecer o desempenho dos produtos fitossanitários (FAGLIARI et. al., 2004)

Os adjuvantes adicionados à calda tendem a alterar o tamanho das gotas e a vazão. Assim recomenda-se fazer a calibragem se não com a calda completa, pelo menos com água mais adjuvante (CONTIERO, 2005). Desta forma é importante que se conheça o espectro das gotas produzidas pelos bicos ao adicionar adjuvantes.

MATTHEWS (1992) afirma que os produtos fitossanitários devem ser aplicados com o máximo de eficiência e para isso torna-se necessário o estudo da deposição, cobertura e deriva, sendo esta última responsável por perdas, além de constituir-se num fator de contaminação ambiental.

2.6 Tamanho de gotas na cobertura e deposição

Na aplicação de produtos fitossanitários por via líquida, o tamanho de gota é um dos mais importantes fatores para a eficácia do controle. O tamanho da gota aplicada é diretamente relacionado à efetividade de deposição, à penetração do produto e à uniformidade de distribuição. Para fungicidas recomendam-se gotas com diâmetro de 100 a 200 μm , resultando em 70 a 100 gotas cm^{-2} ; para inseticidas 50 a 200

μm resultando em 50 a 70 gotas cm^{-2} e para a aplicação de herbicidas 200 a 300 μm que irão cobrir uma área de 20 a 30 gotas cm^{-2} . A medição do número de gotas por cm^2 pode ser facilmente obtida utilizando-se papel sensível a água, distribuído pelo dossel da planta e pulverizando-se água nas mesmas condições empregadas durante a aplicação dos agrotóxicos (COSTA et. al., 2005).

A nuvem de partículas de pulverização é constituída por gotas de diferentes diâmetros, o que forma o espectro de gotas. O tamanho de gota que divide o volume em duas partes iguais é definido por diâmetro mediano volumétrico DMV, sendo que metade do volume é formado por gotas de tamanho inferior e a outra metade por gotas de tamanho superior ao DMV encontrado (PALLADINI & SOUZA, 2005).

As gotas podem ainda ser classificadas em porcentagem de número, sendo considerado homogêneo quando todas as gotas são do mesmo tamanho, e heterogêneo, quando o tamanho das gotas é diferente. Uma pulverização com espectro de gotas heterogêneas resultará por um lado, em gotas grandes que escorrerão pelos alvos, representando perda de produto químico e poluição ambiental e por outro lado, gotas pequenas que serão levadas pelos ventos (deriva) e, finalmente uma quantidade pequena de gotas que será aproveitada (COSTA et. al., 2005).

Segundo LEFEBVRE (1989) gotas de diâmetros próximos a 150 μm são arrastadas com facilidade pelo vento e altamente suscetíveis à evaporação. ETHERIDGE et. al. (1999). são ainda mais rigorosos e afirmam que gotas abaixo de 200 μm são as mais suscetíveis à deriva. Deve-se considerar, entretanto, que a cobertura do alvo diminui com a formação de gotas maiores.

A cobertura de gotas trata da quantidade de superfície visada (alvo) que é atingida pela pulverização sendo expressa em porcentagem (VELLOSO et al., 1984). Uma vez fixado o volume de aplicação e a área da cultura a ser tratada, dentro dos limites da deriva e do ponto de escorrimento, a cobertura poderá ser melhorada com a redução do diâmetro das gotas, aumento do fator de espalhamento e da taxa de recuperação destas gotas pelo alvo (COURSHEE, 1967).

O diâmetro adequado se confunde com o próprio conceito de tecnologia de aplicação, sendo considerado como aquele que proporciona o máximo controle da

praga com a mínima quantidade de produto fitossanitário e mínima contaminação do ecossistema (HIMEL, 1969). Este diâmetro deve ser produzido com boa uniformidade para minimizar a presença de gotas muito pequenas ou de gotas excessivamente grandes. A gota de diâmetro adequado carregará consigo a quantidade suficiente para o controle da praga, doença ou planta daninha, para qual foi necessário o tratamento fitossanitário. É provável que a distribuição uniforme de um determinado diâmetro e número destas gotas possibilitem o sucesso da operação, mesmo que se utilize a aplicação a volume baixo. Neste caso, cresce a importância de se conhecer qual é a melhor combinação de densidade e diâmetro de gotas, volume e concentração de ingrediente ativo na calda, para as principais pragas, doenças e plantas daninhas, cujo controle é realizado via pulverização (FERREIRA, 2003).

Uma vez que a pulverização produz gotas de diferentes tamanhos, há a necessidade de se usar critérios técnicos para sua análise e principalmente sua quantificação, podendo-se dessa forma, comparar o tamanho das gotas, produzidos por outros equipamentos (SANTOS, 2007). Assim vários pesquisadores tem utilizado do método de difração de raios laser para estudo e análise do espectro de gotas produzidas por diferentes equipamentos (FERREIRA et al., 2007; CUNHA et al., 2004). MILLER & BUTTLER ELLIS (2000) citam que análises do tamanho de partículas por métodos a laser já estão bem estabelecidas, sendo mais comuns os métodos Phase Doppler Analyses (PDA) e por difração de raios laser (difração de luz laser de baixo ângulo). Ambos os métodos avaliam gotas no ar, no trajeto entre a ponta de pulverização e o alvo, com sensibilidade para diâmetros sub-micrométricos, extremamente suscetíveis à deriva e à evaporação e muito difíceis de serem avaliados por métodos de captura em superfície, devido à não deposição e à duração efêmera das gotas.

Existem também métodos de detecção de gotas no campo. Superfícies como o papel kromekote (HIGGINS, 1967) ou papel fotográfico, têm se demonstrado adequadas para a amostragem das gotas. Nesses casos, alguns corantes como a croceína vermelha ou a negrosina têm sido adicionados às caldas para visualização das manchas.

Para evitar a contaminação de áreas não-alvos com corantes, foram desenvolvidos métodos para impregnar papéis com corantes, que revelam as gotas que atingem sua superfície. TURNER & HUNTINGTON (1970) descrevem um método simples para obtenção de papéis sensíveis a água. Os papéis são impregnados com o corante azul de bromofenol, que na sua forma não-ionizada apresenta coloração amarela. A água, entretanto, ioniza a mistura, e esta adquire forte coloração azul.

Os fabricantes do papel sensível a água alertam que esse substrato apresenta limitações de captura de gotas com diâmetros abaixo de 30 μ m de diâmetro, sob determinadas condições de umidade relativa. Entretanto, essas gotas apresentam dificuldade de deposição em qualquer alvo com superfície plana, grande e lisa (CHAIM et al., 1999). Conhecendo tais características é evidente a necessidade de estratégias para cada tipo de aplicação, havendo ainda muito a se desenvolver e utilizar a respeito da formação, transporte e deposição das gotas, a fim de se conseguir a correta colocação do produto no alvo.

REFERÊNCIAS

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, **Tomado de Biodiversidad en América Latina**. 2006. Acessado em 15/05/2008. Disponível em: <http://www.rel-uita.org/agricultura/agrotoxicos/producao_soja.htm>.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, SP, v.57, n.2, p.271-276, 2000.

CHAIM, A. CASTRO, V. L. S. S.; CORRALES, F. M.; GALVÃO, J. A. H.; CABRAL, O. M. R.; NICOLELLA, G. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.741-747, 1999.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento . Acompanhamento da safra Brasileira. **Grãos: Safra 2007/2008.** Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=73&NSN=633>. Acessado em 05/06/2008

CONTIERO, R. L. **Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários: classes, propriedades e usos.** IN: COPAVE/COODETEC/BAYER CROPSCIENCE. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas III. Cascavel. 2005 p. 29-54 (Encontro técnico 10)

CORSO, I. C.: Manter-se atento as orientações dos técnicos é regra para evitar o uso indiscriminado de inseticidas, que afetam o equilíbrio natural da lavoura. **Agrianual 2007**, 136 p. 2006. Disponível em: <<http://www.agrianual.com.br>>. Acesso em: 05 nov 2006.

COSTA, A. Z. M.; PEREIRA, J. L.; CÉSAR, J. O.; LIMA, L. C.; **Tecnologia de aplicação de agroquímicos.** EBDA. Ceplac. 2005.

COURSHEE, R.J. Some aspects of the application of insecticides. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.5, p.327-52, 1967.

CUNHA, J. P. A. R.; RUAS, R. A. A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 61-66, 2006.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.977-985, out. 2004

DEGRANDE, P. E.; **Boletim de pesquisa de soja.** nº 08. Fundação MT. Dourados MS. 228p. 2004.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil**. 2004.

EMBRAPA. **Sistema de produção**. Desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2008. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index>. Acesso em: 22/02/2008.

ETHERIDGE, R.E.; WOMAC, A.R.; MUELLER, C.T. Characterization of the spray droplet spectra and patterns of four venturi-type drift reduction nozzles. **Weed Technology**, v.13, p.765-70, 1999.

FAGLIARI, J.R.; SHIRATA, F.J.; MENDES, M. Efeito da adição de Answer Top FB a fungicidas utilizados para o controle químico de doenças foliares na cultura do trigo. Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos, Botucatu. **Anais... UNESP**, 2004. p.128-131.

FAO. **Buenas prácticas para la aplicación terrestre de plaguicidas**. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, p. 39, 2002a.

FERREIRA, M. C.; COSTA, G. M.; SILVA, A. R.; TAGLIARI, S. R. A. Fatores qualitativos para a ponta hidráulica de jato plano ADGA 110015 na pulverização agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, 2007.

FERREIRA, M. C. **Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em citros**. 2003. 64p. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FERREIRA, M. C, MACHADO NETO, J. G. Efeitos de aplicações noturnas na redução do volume de calda e dosagem de herbicidas latifoliadidas na cultura da soja (*Glycine*

max) **Anais...** XXI Congresso Brasileiro de Ciência das plantas daninhas, resumos, 1997. p 411.

HERZOG, D.C. Sampling Soybean Looper on soybean. **Sampling methods in soybean entomology**. New York, Springer-verlag, p. 68- 140. 1980.

HIGGINS, A. Spread factor for technical malation spray. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.60, n.1, p.280-281, 1967.

HIMEL, C.M. The optimum size for insecticide spray droplets. **Journal of Economic Entomology**. v.62, n.4, p.919-25, 1969.

LANA, R. M. Q.; BUCK, G. B.; LANA, Â. M. Q.; PEREIRA, R. P. Doses de multifosfato magnesiano aplicados a lanço em pré-semeadura, sob sistema plantio direto: cultura da soja. **Ciência. Agrotécnica.**, Lavras, v.31, n.6, 2007.

LEFEBVRE, A.H. Atomization and sprays. International Series: Combustion. New York: **Hemisphere Publishing Corporation**, 1989. 421 p.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 2.ed. London: Longman, 1992. 405p.

MATUO, T. **Técnicas de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139p.

MATUO, T.; BABA, K. J.; Retenção de líquido pelas folhas de citros em pulverização a alto volume. **Científica**. São Paulo, v. 9, n. 1, p. 97-104,1981.

MIYASAKA, S. **A soja no Brasil central: Pragas da soja**. Fundação Cargill 3º edição. Campinas. P3-19. 1986.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop Protection**, v. 19, p.609-615, 2000.

PALLADINI, L. A.; SOUZA, R. T. Sistema de produção de uva de mesa no norte do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2005.

PERECIN, D.; PERESSIN, V. A.; MATUO, T.; BRAZ, B. A.; PIO, L. C. Padrões de distribuição obtidos com bicos TF-4, TJ60-11006 e TQ15006 em mesa de prova. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p.175-82, 1998.

PIO, L. P. Soja: tecnologia de produção II. In: **Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em soja**. Piracicaba. 450p. 2000.

PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H.; CABRAL, J. F. Major rural accident: the pesticide "rain" case in Lucas do Rio Verde city - MT. **Ciência saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, 2007.

RAMOS, H.; SANTOS, J. M. F.; ARAÚJO, R. M.; BONACHELA, T. M. **Manual de Tecnologia de Aplicação**. ANDEF. Campinas. SP. 2004.

RUEDELL, J.; Tecnologia de aplicação de defensivos. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS. nº 72. 2002.

SCRAMIN, S.; CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L.; PAVAN, L. A.; ALVARENGA, N. Avaliação de bicos de pulverização de agrotóxicos na cultura do algodão. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 12, p. 43-50, jan./dez. 2002.

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

SUZUKI, S.; YUYAMA, M.M.; CAMACHO, S.A. **Boletim de Pesquisa de Soja 2005**. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2005. 230p.

TURNER, C.J.; HUNTINGTON, A.J. The use of a water sensitive dye for the detection and assessment of small spray droplets. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.15, n.4, p.385-387, 1970.

VELLOSO, J.A.R.O.; GASSEN, D.N.; JACOBSEN, L.A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizador de barra**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984, 50p.

ZARAGOSA, C. Nuevas técnicas de aplicación de herbicidas. **Instituto Nacional de Investigações Agrárias**, Departamento de Proteção Vegetal . Espanha, n.39, p.45-48, 1980.

CAPÍTULO 2 - DIÂMETRO DE GOTAS E DIFERENTES EQUIPAMENTOS DE APLICAÇÃO DE INSETICIDA PARA CONTROLE DE *PSEUDOPPLUSIA INCLUDENS*

RESUMO – Objetivou-se avaliar o espectro e a uniformidade de gotas em função de equipamentos de pulverização, volumes de calda e dosagem de inseticida químico na mortalidade de *Pseudoplusia includens* em laboratório. O trabalho foi conduzido na UNESP de Jaboticabal. Foi realizada uma aplicação sobre as lagartas com os tratamentos: 2 equipamentos (bico rotativo e bico hidráulico) 2 volumes de calda (17 e 50 L ha⁻¹ para o bico rotativo e 50 e 100 L ha⁻¹ para o bico hidráulico) e 2 dosagens do inseticida endossulfan (0,5 e 1,0 L pc.ha⁻¹), seguindo o delineamento inteiramente casualizado num esquema fatorial 2x2x2 e 1 testemunha. Avaliou-se diariamente a mortalidade das lagartas até o 6º dia após a aplicação dos tratamentos. O espectro de gotas foi avaliado em aparelho medidor de tamanho de partículas em tempo real que determina o diâmetro das gotas do espectro pulverizado através do desvio de trajetória que sofrem os raios de um feixe de laser ao atingi-las. Foi verificado que o volume de calda pode ser reduzido sem prejudicar o controle de *P. includens*. A dosagem de 0,5 L pc.ha⁻¹ (recomendada para *Anticarsia gemmatalis*) não controla satisfatoriamente a lagarta-falsa-medideira. O bico rotativo produziu gotas de maior uniformidade (AR: 0,52) e menor porcentagem de gotas suscetíveis a deriva (3,3%) em relação ao bico hidráulico (AR:1,34 e % gotas ≤100µm: 15,2%).

Palavras-chave: *Pseudoplusia includens*, bico rotativo, espectro de gotas.

DIAMETER OF DROPLETS AND DIFFERENT EQUIPMENTS TO APPLICATION OF INSECTICIDE TO CONTROL OF *PSEUDOPPLUSIA INCLUDENS*

SUMMARY – It was aimed to evaluate the spectrum and uniformity of droplets due: sprayers, spraying volumes and rates of chemical insecticide on the mortality of *Pseudoplusia includens* in laboratory. The work was carried out at UNESP of Jaboticabal, SP, Brazil. The application was done over the caterpillars with the treatments: 2 equipment (atomizer and hydraulic nozzle); 2 spray volumes (17 and 50 L ha⁻¹ to the atomizer and 50 and 100 L ha⁻¹ to the hydraulic nozzle); and 2 dosages the insecticide endosulfan (0,5 and 1,0 L pc.ha⁻¹), in fully randomized plots, in factorial scheme 2x2x2 and 1 untreated check. It was evaluated daily mortality of caterpillars until the 6th day after application of treatments. The spectrum of droplets was evaluated in a particle size analyzer in real time determining the diameter and spectrum of droplets sprayed through the laser beam of the analyser. It was verified that the spray volume can be reduced without losses on the control of *P. includens*. The doses of 0.5 L p.c.ha⁻¹ (recommended for *Anticarsia gemmatalis*) did not satisfactorily control to caterpillar soybean looper. The atomizer produces droplets of higher uniformity (AR: 0,52) and lower percentage of droplets susceptible to drift (3,3) in relation to hydraulic nozzle (AR:1,34 e % droplets ≤100µm: 15,2).

Keywords: *Pseudoplusia includens*, atomizer, spectrum of droplets.

1. INTRODUÇÃO

De maneira geral a espécie de lagarta desfolhadora mais importante na cultura da soja é a *Anticarsia gemmatalis* (HUBNER, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), entretanto entre as pragas secundárias que têm assumido importância na cultura, uma em especial é a lagarta-falsa-medideira *Pseudoplusia includens* (WALKER, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae), que, caso nada seja feito, continuará causando prejuízos, porque tem incidido em números suficientemente consistentes para causar dano, além de ocorrer com regularidade e apresentar ampla distribuição geográfica.

Entre os diversos fatores que causam aumento populacional dessa praga, a sua permanência no terço mediano das plantas de soja a protege do inseticida aplicado via pulverização, cuja as folhas da parte superior proporcionam uma barreira (HERZOG, 1980). Durante a aplicação de produtos fitossanitários, qualquer quantidade do produto químico que não atinja a superfície a ser tratada terá a eficácia anulada e estará representando uma forma de perda (MATUO, 1990).

A forma mais empregada para transportar os produtos fitossanitários até o alvo é a pulverização, sendo a energia hidráulica a mais utilizada, graças à flexibilidade que oferece em diferentes situações. Entretanto, no processo de formação de gotas através da energia hidráulica, gotas grandes e pequenas são produzidas ao mesmo tempo, com isso a uniformidade no tamanho das gotas nem sempre é alcançada (TEIXEIRA, 1997).

Para reduzir essa desuniformidade foi desenvolvida a tecnologia CDA (controlled drop application), sendo que os discos rotativos são os bicos que se consagraram para essa prática. As aplicações em CDA produzem gotas de tamanho pouco variável com diâmetro entre 150-300 μ m (ZARAGOZA, 1980). Esse tipo de pulverização possui vantagens importantes, uma vez que, eliminam-se as gotas muito pequenas (causadoras de deriva) e, as muito grandes (que se perdem por escorrimento). A aplicação eficiente requer cobertura adequada da superfície-alvo com gotas de tamanho apropriado (LEFEBVRE, 1989).

É provável que a distribuição uniforme de um determinado diâmetro e número adequado de gotas possibilitem o sucesso da operação, mesmo que se utilize a aplicação a volume baixo. Nesse caso, cresce a importância de conhecer qual é a melhor combinação de densidade e diâmetro de gotas, volume e concentração de ingrediente ativo na calda, para as principais pragas, cujo controle é realizado via pulverização (FERREIRA, 2003).

Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar o espectro e a uniformidade de gotas em função de equipamentos de pulverização, volumes de calda e dosagem de inseticida químico na mortalidade de *P. includens*, em laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Avaliação da mortalidade das lagartas

O trabalho foi conduzido no Departamento de Fitossanidade da UNESP, Campus de Jaboticabal-SP. As lagartas de *P. includens* utilizadas no experimento foram coletadas de um campo de soja na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão da UNESP/Jaboticabal, localizada nas seguintes coordenadas geodésicas: latitude 21°14'S e longitude 48°16'W, com altitude média de 559 m no dia 11/02/2008.

A soja onde foram coletadas aproximadamente 300 lagartas estava sendo monitorada, para que as lagartas que fossem utilizadas no experimento viessem de uma mesma condição de manejo cultural, de um mesmo clima e que fossem de uma mesma população, para assim se obter uma maior uniformidade entre as mesmas. As lagartas foram coletadas em uma área de aproximadamente 900 m² em uma mesma lavoura de soja da variedade Monsoy RR 8045, sendo esta plantada no dia 06/12/2007. Foi realizada uma adubação de plantio de 250 Kg ha⁻¹ com a formula 8-20-20. A última aplicação de inseticida (endosulfan) no campo ocorreu 35 dias antes da coleta. Do total de 300 lagartas coletadas foram classificadas 180 lagartas, de aproximadamente 17 mm para serem usadas no experimento. Após a sua classificação por tamanho, estas

foram colocadas em placas de Petri para receberem gotas pulverizadas com calda inseticida, no qual cada placa representou uma repetição (Figura 1).

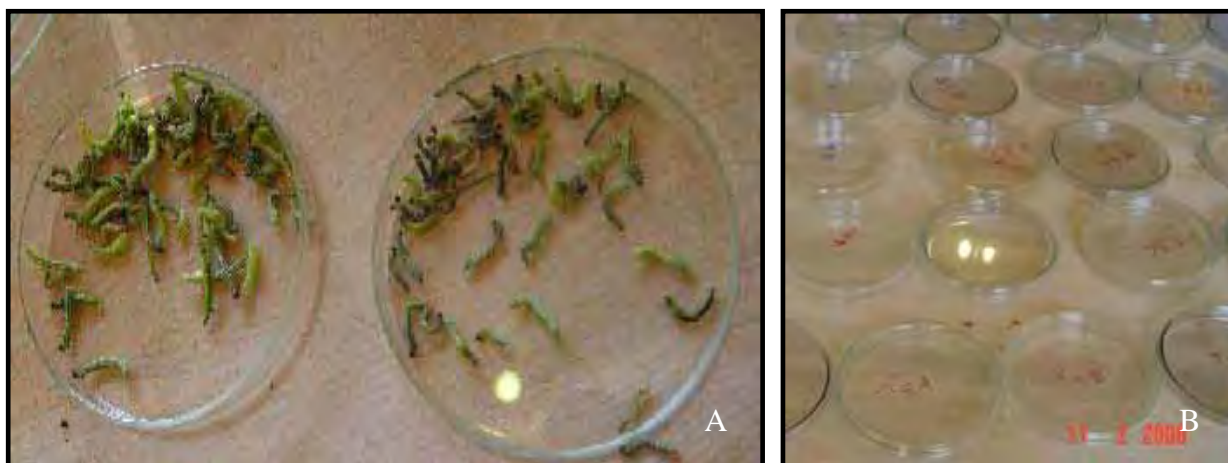


Figura 1. A) Classificação de lagartas *Pseudoplusia includens* por tamanho B) Placas de Petri para serem pulverizadas com as lagartas.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado num esquema fatorial 2 equipamentos x 2 volumes de calda x 2 dosagens de inseticida e 1 testemunha, com quatro repetições por tratamento, no qual cada repetição foi constituída por 5 lagartas, perfazendo 20 lagartas por tratamento e 180 no experimento. Foram utilizados dois equipamentos (pulverizador manual com motor elétrico que movimenta um bico de energia centrífuga ou bico rotativo, marca Apoiotec, e um pulverizador de energia hidráulica com ponta de pulverização de jato plano TT 11001), dois volumes de calda sendo o menor volume de 17 e 50 L ha⁻¹ para o bico rotativo e hidráulico respectivamente, e o maior volume de 50 e 100 L ha⁻¹ para o bico rotativo e hidráulico respectivamente e duas dosagens de 0,5 e 1,0 L pc.ha⁻¹ do inseticida endossulfan (Endossulfan Nortox 350 EC). A redução de volumes de aplicação, é uma tendência na agricultura uma vez que reduz o desperdício de água e quando aplicados no horário correto não interferem no sucesso do tratamento fitossanitário (Ferreira et al., 1998).

Optou-se pelo inseticida endossulfan, pois este apresenta menor persistência relativa quando comparado com outros organoclorados (KAUR et al., 1997), sendo classificado como de média persistência ambiental (PERES et al., 2004), além de ser

um produto acessível ao produtor, é principalmente eficaz contra um grande número de insetos-pragas, e amplamente utilizado na agricultura brasileira.

Os tratamentos utilizados no trabalho encontram-se na Tabela 1. Em todas as caldas de pulverização foi adicionado espalhante adesivo organo-siliconado (Silwet L-77 Ag), na concentração de 0,05% que teve o objetivo de aumentar a aderência e a área de superfície das plantas cobertas pelas gotas (OZEKI, 2006).

Tabela 1. Tratamentos aplicados para controle químico de *Pseudoplusia includens* em laboratório.

Tratamentos	Tipo de bico	Volume de calda (L ha ⁻¹)	Dosagem endossulfan (L pc.ha ⁻¹)	Velocidade de aplicação (km/h)
Trat 1	Hidráulico	50	1,0	3,1
Trat 2	Hidráulico	50	0,5	3,1
Trat 3	Hidráulico	100	1,0	1,5
Trat 4	Hidráulico	100	0,5	1,5
Trat 5	Rotativo	17	1,0	5,6
Trat 6	Rotativo	17	0,5	5,6
Trat 7	Rotativo	50	1,0	1,9
Trat 8	Rotativo	50	0,5	1,9
Trat 9	Testemunha	-	-	-

- sem aplicação

As placas de Petri com as cinco lagartas de cada repetição foram colocadas em linha para que cada tratamento fosse aplicado simultaneamente. O bico rotativo apresentou rotação de 2500 rpm e o bico hidráulico foi pulverizado com pressão constante de 275,7 kPa mantida por CO₂ pressurizado. Para a verificação da cobertura da calda pulverizada nos tratamentos foram colocados dois papéis-hidrosensíveis ao lado das placas de Petri. A aplicação foi realizada a uma altura de 0,4 m do alvo no dia 11/02/08 e no momento da aplicação a temperatura era de 33,2 °C, a umidade relativa do ar de 52%, e havia ausência de ventos.

Após a aplicação, as lagartas contaminadas foram levadas para uma sala em temperatura ambiente (a temperatura variou entre 27 e 33 °C, e a umidade de 37 a 65%). A sala não foi climatizada, devido ao fato da possibilidade de choque climático,

uma vez que as lagartas vieram de uma condição de campo onde a temperatura estava acima de 30 °C. Diariamente foram trocadas as folhas de soja fornecidas para alimentação (Figura 2). Estas folhas não estavam contaminadas com o inseticida. As lagartas foram manipuladas com bastante cuidado, para evitar ao máximo o stress causado pelo manuseio das mesmas. A mortalidade foi avaliada diariamente até o 6º dia após a aplicação, e os valores encontrados foram transformados em porcentagem de mortalidade e submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O cálculo da porcentagem de eficiência no controle da lagarta para cada tratamento foi realizado através da fórmula de ABBOTT (NAKANO et al., 1981).

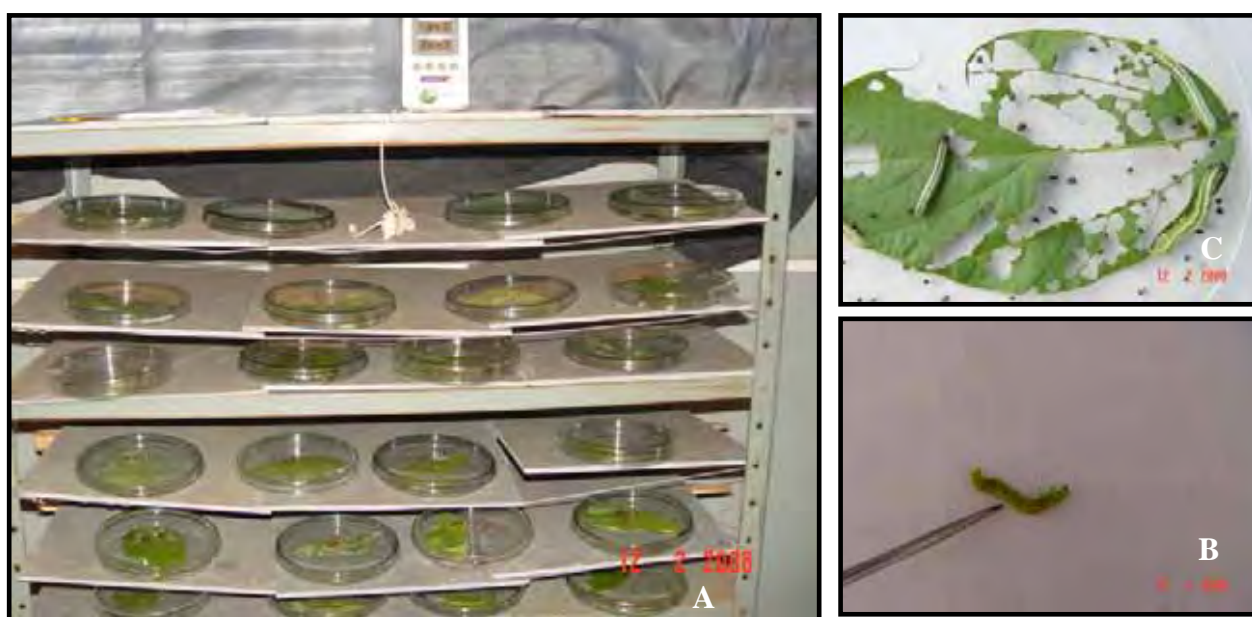


Figura 2. A) Criação da lagarta-falsa-medideira após aplicação dos tratamentos, B) Folha a ser trocada para alimentação das lagartas C) Verificação da mortalidade.

2.2 Avaliação do espectro de gotas

Foi avaliado o espectro de gotas produzido pelos equipamentos, no dia 13/03/08 no Laboratório de Análises do Tamanho de Partículas (LAPAR) - UNESP, Jaboticabal-SP. Realizaram-se avaliações do diâmetro e uniformidade das gotas através aparelho medidor de tamanho de partículas em tempo real (Malvern Mastersizer S, versão 2.19). O equipamento foi ajustado para avaliar gotas de 0,5 a 900 μm , (lente 300 mm). Neste equipamento, uma unidade óptica determina o diâmetro das gotas do espectro pulverizado através do desvio de trajetória que sofrem os raios de um feixe de laser ao atingi-las. O desvio que o laser sofre depende do tamanho da partícula. Quanto menor a partícula, maior é o grau de difração que o raio de luz sofre (ETHERIDGE et al., 1999).

A ponta hidráulica foi instalada a 40 cm do feixe de laser. Para manter a pressão constante utilizou-se ar comprimido controlado com regulador de pressão de precisão. Com a finalidade de analisar o jato produzido pela ponta foi utilizado um oscilador que faz com que o jato de calda atravessasse transversalmente o feixe de laser durante a leitura do aparelho. O movimento da ponta entre os extremos do curso do oscilador foi calibrado para 3 segundos, sendo que o tamanho de gotas foi medido por 1,5 segundos (metade do jato aspergido pela ponta). Cada leitura do laser é realizada com intervalo de 2 milisegundos, sendo portanto 750 leituras em cada jato de calda aspergido no experimento.

O bico rotativo foi posto em funcionamento lateralmente ao feixe de laser e uma coifa foi instalada para que as gotas, ao saírem do disco, não atingissem a lente do aparelho e prejudicassem a leitura. O tempo de leitura calibrado para repetição do jato aspergido por este bico foi de 1,0 segundo.

As condições ambientais no momento de realização deste experimento foram: temperatura do ar 23,5° C, umidade relativa do ar de 40% e ausência de ventos. As avaliações foram realizadas com as luzes do laboratório apagadas, pois o feixe dos raios laser sofrem pequena difração quando detectam a luz. Os tratamentos e o

delineamento experimental utilizado foram idênticos ao teste realizado com aplicação sobre as lagartas.

Foram realizadas quatro repetições da leitura para cada tratamento tendo como objetivo avaliar o diâmetro de gotas tal que 10% do volume total pulverizado apresentou gotas de diâmetro inferior a este valor ($DV_{0,1}$); diâmetro correspondente àquele onde 50% do volume total pulverizado apresentou gotas de diâmetro inferior a este valor ($DV_{0,5}$); diâmetro correspondente àquele onde 90% do volume total pulverizado apresentou gotas de diâmetro inferior a este valor ($DV_{0,9}$). A uniformidade do jato aspergido pelos bicos de pulverização foi calculada através da amplitude relativa do espectro de gotas.

Os valores encontrados para o espectro de gotas produzidas pelos tratamentos foram submetidos ao teste F para análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação da mortalidade das lagartas

Nas avaliações, não houve diferença estatística na porcentagem de mortalidade de *P. includens* em função dos bicos de pulverização (Tabela 2). Deve-se levar em consideração que houve diferenças marcantes entre os volumes de calda, o que não veio a prejudicar a eficiência do controle através do bico rotativo que se caracteriza pela utilização de menores volumes de aplicação. Este fato pode ser comprovado pela fórmula de Abbott, no qual o bico rotativo na última avaliação (6 DAA), proporcionou um incremento de 10% na eficiência do controle de *P. includens* em relação ao bico hidráulico (Figura 3).

Não houve diferença estatística na mortalidade de lagartas em função dos volumes de aplicação (Tabela 2). COSTA et al. (2005) afirmam que o volume de aplicação ($L\ ha^{-1}$) não tem influência direta no resultado biológico, pois a quantidade de veículo de aplicação, por unidade de área tem a finalidade única de diluir, transportar e facilitar a distribuição do ingrediente ativo sobre a superfície alvo. Já REED & SMITH

(2001) ao avaliarem a mortalidade de *Heliothis virescens* por inseticidas aplicados com diferentes volumes de aplicação, verificaram que a mortalidade de lagartas tendeu a diminuir com o aumento de volume aplicado, sugerindo que a concentração de ingrediente ativo na calda seria um fator que interfere na mortalidade, pois esse fator é inversamente proporcional ao volume de aplicação.

Portanto para eficiência no controle deve-se levar em consideração a cobertura necessária em função do mínimo de volume de calda possível, uma vez que essa redução não implica em perda da eficácia no tratamento. Possivelmente a dificuldade no controle de *P. includens* no campo seja devida ao hábito desta lagarta preferir o interior do dossel da cultura, dificultando assim a penetração das gotas aplicadas onde a lagarta normalmente se encontra. Para a efetividade de deposição e penetração na aplicação de produtos fitossanitários a qualidade da cobertura do alvo está condicionada ao diâmetro de gotas, no qual as de menor diâmetro proporcionam maior penetração entre as folhas das culturas (SANTOS, 1992).

É importante ressaltar que não existe um volume fixo de calda a ser usado, pois este pode variar em função de equipamentos, tamanho da cultura, alvo a ser atingido e condições climáticas. Nesse sentido o volume de pulverização a ser utilizado será sempre consequência da aplicação eficaz e nunca uma condição pré-estabelecida (MATUO, 1990).

As dosagens do inseticida resultaram em diferença estatística na mortalidade das lagartas, sendo que a dosagem de 1,0 L ha⁻¹ recomendada para *P. includens*, resultou em maior controle em relação a dosagem de 0,5 L ha⁻¹ indicada para *A. gemmatalis* (Tabela 2). A menor dosagem, caso produzisse um controle desejado, poderia contribuir para reduzir uma aplicação na cultura da soja. Pois o controle da *A. gemmatalis* e *P. includens* seria realizado com aplicação simultânea de uma mesma dosagem para o controle das duas espécies. PAPA & CELOTO (2007) relata que a espécie *P. includens* é em geral, mais tolerante às dosagens usuais dos agrotóxicos quando comparado com a *A. gemmatalis*. Com isso, a qualidade da aplicação passa a ser ainda mais fundamental, visando atingir com eficiência o alvo, ou seja, as lagartas que ficam no baixeiro e interior das plantas.

Tabela 2. Mortalidade de *Pseudoplusia includens* em função de bicos, volumes de aplicação e dosagens do inseticida endossulfan.

Variáveis	% Mortalidade					
	1 DAA	2 DAA	3 DAA	4 DAA	5 DAA	6 DAA
Bico hidráulico	51,25 A	58,75 A	76,25 A	80,00 A	85,00 A	88,75 A
Bico rotativo	57,50 A	68,75 A	80,00 A	87,50 A	88,75 A	91,25 A
Volume baixo ⁽¹⁾	52,50 A	61,25 A	80,50 A	83,75 A	87,50 A	88,75 A
Volume alto ⁽²⁾	56,25 A	66,25 A	76,25 A	83,75 A	86,25 A	91,25 A
Endossulfan 1,0 L ha ⁻¹	62,50 A	72,50 A	87,50 A	91,25 A	93,75 A	95,00 A
Endossulfan 0,5 L ha ⁻¹	46,25 B	55,00 B	38,75 B	76,25 B	80,00 B	85,00 A
Trat x Test (F)	34,51**	13,87**	17,54**	23,16**	20,08**	11,11**

⁽¹⁾17 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para bico rotativo e hidráulico respectivamente. ⁽²⁾50 L ha⁻¹ e 100 L ha⁻¹ para bico rotativo e hidráulico respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação entre o volume de calda e a dosagem do inseticida no quinto e sexto dia após a aplicação. O menor volume de aplicação na dosagem de 0,5 L ha⁻¹ não controlou satisfatoriamente a lagarta (75% de mortalidade), entretanto não houve diferença estatística no controle entre as dosagens para os volumes maiores de calda (87,5 e 85,0% para 1,0 e 0,5 L ha⁻¹. respectivamente). No sexto dia também foi verificado esse resultado, porém a dosagem de 0,5 L ha⁻¹ proporcionou controle satisfatório (92,5%) no maior volume de aplicação em relação ao menor volume de aplicação (77,5%).

Devido ao fato da lagarta-falsa-medideira permanecer no terço médio do dossel da cultura, volumes de calda e dosagem de inseticidas cada vez maiores têm sido utilizados como forma de atingir o alvo. Essa técnica é contrária aos fundamentos de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários que preconiza atingir o alvo na quantidade necessária e com o mínimo de perdas e contaminações do meio ambiente (MATUO, 1990).

Os tratamentos apresentaram no geral valores de eficiência pela fórmula de Abbott entre 60 e 80% no controle de *P. includens* (Figura 3). Isto pode ter ocorrido devido ao tamanho das lagartas utilizadas no experimento. Com a aplicação do inseticida sobre lagartas grandes, algumas adiantaram seu ciclo, empupando alguns dias após a aplicação. A maioria dos adultos não emergiu. Porém, os adultos que

conseguiram emergir comprometeram o cálculo da eficiência no controle do tratamento. Esses resultados são importantes uma vez que nas aplicações a campo, nem sempre a aplicação pode ser feita quando todas as lagartas são de tamanho pequeno. Com isso o monitoramento de pragas deve ser constante e eficiente.

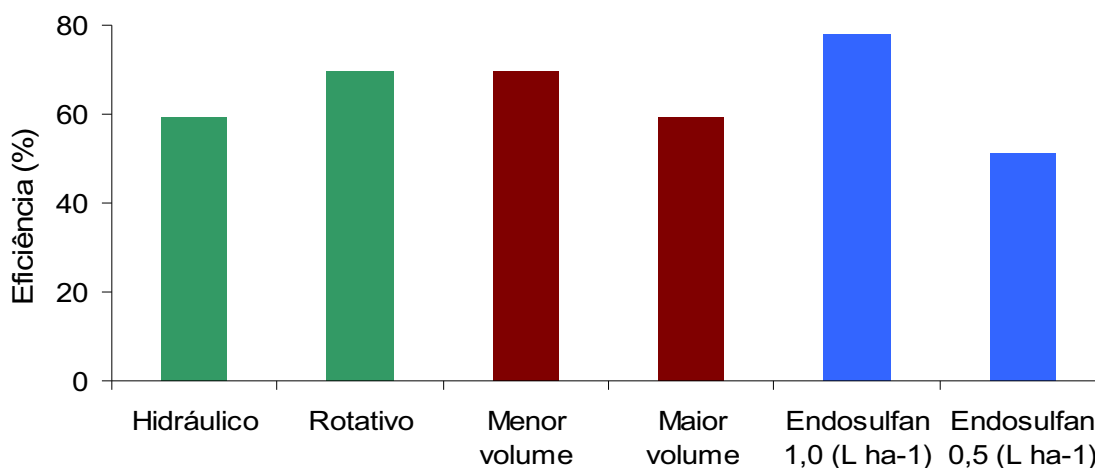


Figura 3. Porcentagem de eficiência (Fórmula de Abbott) do controle de *Pseudopplusia includens* em função dos tratamentos aplicados. (6DAA).

Com a análise dos dados pelo delineamento inteiramente casualizado, pode-se observar aos 3 e 6 dias após aplicação dos tratamentos (DAA), que os bicos hidráulico e rotativo apresentaram maior porcentagem de controle nos menores volumes de aplicação, na dosagem de inseticida recomendada para *P. includens* (Figura 4). Houve diferença significativa entre a testemunha e os menores volumes de aplicação na dosagem recomendada. Já na dosagem de $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ do produto comercial, independente do volume, não houve diferença em relação a testemunha.

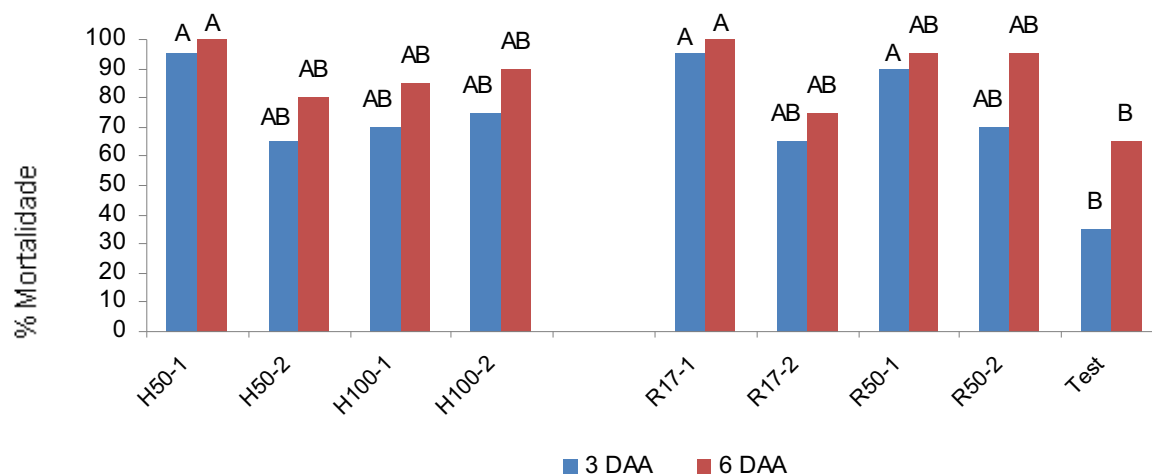


Figura 4. Porcentagem de mortalidade de *Pseudopiusa includens* aos 3 e 6 dias após aplicação. H - Bico hidráulico. R - Bico Rotativo. 50; 100; 17 e 50 L ha⁻¹. 1 – Dosagem inseticida de 1,0 L pc. ha⁻¹. 2 – Dosagem inseticida 0,5 L pc. ha⁻¹.

3.2 Avaliação do espectro de gotas

O bico hidráulico proporcionou gotas de menor tamanho ($DV_{0,1}$), em relação ao bico centrífugo (Tabela 3). Essas gotas nas condições de campo são facilmente perdidas pela deriva, com isso não atingem o alvo e reduzem a eficiência da aplicação. O diâmetro mediano volumétrico do bico hidráulico ($DV_{0,5}$) foi estatisticamente menor em relação ao bico rotativo indicando maior risco de deriva. Já para o $DV_{0,9}$ não se observa diferença entre as duas variáveis. Para o bico hidráulico verificou-se uma grande variação no espectro de gotas produzidas, o que foi confirmado pelo maior valor de amplitude relativa quando comparado ao bico rotativo (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem de gotas menores que 100 μ m, amplitude relativa (AR) e diâmetro de gotas no qual 10%, 50% e 90% do volume total pulverizado apresentou diâmetro inferior ao valor do diâmetro indicado abaixo.

Variáveis	Diâmetro de gotas				
	DV _{0,1}	DV _{0,5}	DV _{0,9}	AR	% gotas $\leq 100\mu$ m
Bico hidráulico	77,3 A	156,4 A	281,6 A	1,31 A	20,0 A
Bico centrífugo	140,8 B	194,1 B	283,3 A	0,73 B	2,3 B
Volume baixo	114,1 A	180,7 A	279,7 A	1,01 A	10,6 A
Volume alto	104,4 B	169,8 B	275,1 A	1,02 A	11,6 A
Endosulfan 1,0 L ha ⁻¹	112,6 A	180,2 A	286,3 A	1,02 A	10,9 A
Endosulfan 0,5 L ha ⁻¹	104,4 B	170,3 B	271,5 A	1,01 A	11,3 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey $P \leq 0,05$.

Observa-se diferença estatística no $DV_{0,1}$ e $DV_{0,5}$ dentro dos volumes de calda e das dosagens de inseticidas, assim as características da gota durante aplicação podem ser afetadas ao variar as concentrações dos produtos bem como os volumes de aplicação (Tabela 3).

Houve interação entre os equipamentos e volumes de calda para o $DV_{0,1}$, no qual o bico rotativo produziu gotas de maior diâmetro quando comparado estatisticamente com o bico hidráulico. Também foi observado interação estatística entre os equipamentos e a dosagem do inseticida para o $DV_{0,1}$, no qual a maior concentração do inseticida na calda, utilizando a dosagem de $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ proporcionou maior diâmetro de gotas ($148,1 \mu\text{m}$) quando comparado a dosagem do inseticida de $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ ($133,6 \mu\text{m}$).

O bico rotativo apresentou menor amplitude relativa do espectro de gotas em relação ao bico hidráulico, caracterizando maior uniformidade das gotas para o bico rotativo (Tabela 3). Com isso proporcionou cobertura satisfatória do alvo, devido a uma distribuição de gotas de tamanho semelhante e uniforme sobre a área alvo, quando comparado ao bico hidráulico (Figura 5). A aplicação eficiente de produtos fitossanitários requer cobertura adequada do alvo com tamanho de gotas apropriado (Teixeira, 1997).

As pontas tradicionais, que operam com pressão hidráulica, a formação de gotas é bastante desuniforme, dificultando, muitas vezes, boa cobertura do alvo (CUNHA et al., 2007). Com isso o diâmetro de gotas deve ser produzido com boa uniformidade para minimizar a presença de gotas muito pequenas ou de gotas excessivamente grandes.

O jato aspergido pelo bico hidráulico apresentou estatisticamente maior porcentagem de gotas suscetíveis a deriva com 20% do volume total pulverizado de gotas menores que $100 \mu\text{m}$ (Tabela 3). Possivelmente a sua menor eficiência no controle ocorreu devido à deriva ou evaporação dessas gotas. A aplicação ocorreu na ausência de ventos e em temperatura ambiente. Segundo LEFEBVRE (1989), gotas de diâmetros próximos a $150 \mu\text{m}$ além de serem arrastadas com facilidade pelo vento, são altamente suscetíveis à evaporação.

Mesmo utilizando um volume de calda menor no bico rotativo do que no hidráulico, os valores de cobertura foram semelhantes para os equipamentos de aplicação (Figura 5). Verificou-se que com volume de calda de $50 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ para ambos os equipamentos, o bico rotativo proporcionou maiores porcentagens de cobertura do que o bico hidráulico.

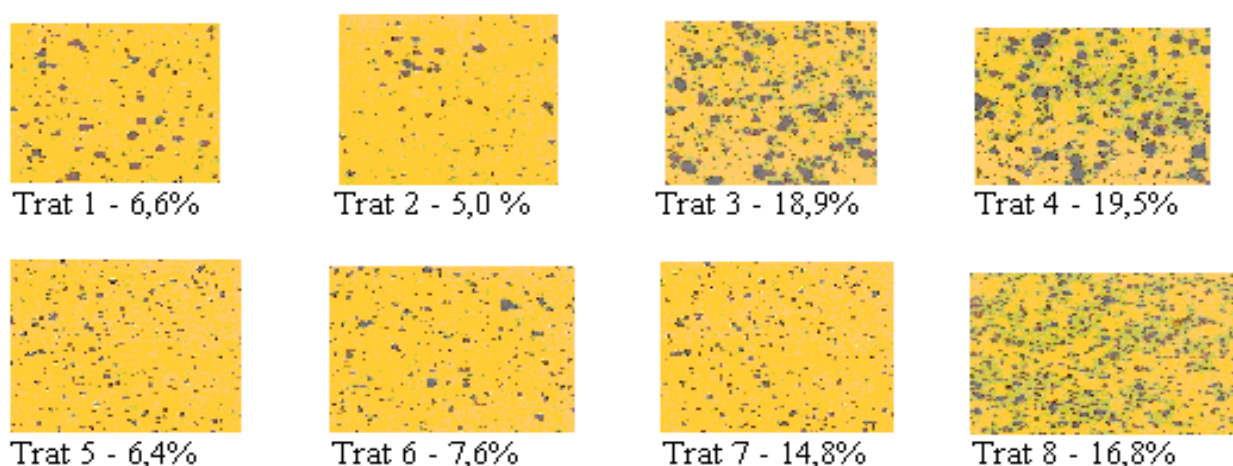


Figura 5. Porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis em função dos tratamentos aplicados. Trat. 1 a 4: bico hidráulico 50, 50, 100 e $100 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente. Trat. 5 a 8: bico rotativo 17, 17, 50 e $50 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente.

Considerando-se as coberturas verificadas nos papéis hidro-sensíveis, é possível que a eficiência maior no controle de *P. includens* com o bico rotativo (Figura 3) tenha ocorrido em função da maior concentração do produto fitossanitário nos menores volumes de calda, juntamente com a melhor uniformidade no tamanho de gotas e na porcentagem de cobertura fornecida por este equipamento (Figura 4). Ao se utilizar a mesma dosagem por hectare do produto fitossanitário, a medida que se reduz o volume de calda haverá concentração do produto fitossanitário na calda e as gotas geradas serão potencialmente mais efetivas (SANTOS et al., 2007). De acordo com FERREIRA (2003) a gota de diâmetro adequado deverá carregar consigo a quantidade suficiente para o controle da praga, doença ou planta daninha, para a qual foi necessário o tratamento fitossanitário.

Ao aumentar o volume de calda (tratamentos 3, 4, 7 e 8) pode-se observar incremento da cobertura (Figura 4). Porém numa tomada de decisão deve-se atentar não somente para o aumento da cobertura, mas também para a redução do desempenho operacional devido ao maior volume de calda por área a ser tratada e para o efeito biológico que este produzirá. Com os resultados obtidos neste trabalho demonstra-se que numa aplicação onde o produto atinja o alvo, o volume pode ser reduzido mantendo a eficácia de controle de *P. includens*.

4. CONCLUSÕES

- 1) Na aplicação em laboratório onde o produto atinge diretamente o alvo, o volume pode ser reduzido até 17 L ha^{-1} , sem prejudicar o controle de *P. includens*.
- 2) O bico rotativo produz gotas de maior uniformidade e menor porcentagem de gotas suscetíveis a deriva.
- 3) A dosagem de $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ (recomendada para *Anticarsia gemmatalis*) não controla satisfatoriamente a lagarta *P. includens*.

5. REFERÊNCIAS

COSTA, M. A. G.; GRUTZMACHER, A D.; MARTINS; J. F. S.; COSTA; E. C.; STORCH, G.; STEFANELLO JÚNIOR, G. J.; Eficácia de diferentes inseticidas e de volumes de calda no controle de *Spodoptera frugiperda* nas culturas do milho e sorgo cultivados em várzea. **Ciência Rural**, v.35, n.6, Santa Maria Nov./Dez. 2005.

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

ETHERIDGE, R.E.; WOMAC, A.R.; MUELLER, C.T. Characterization of the spray droplet spectra and patterns of four venturi-type drift reduction nozzles. **Weed Technology**, Lawrence. v.13, p.765-70, 1999.

FERREIRA, M. C. **Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em citros**. 2003. 64p. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

FERREIRA, M. C.; MACHADO-NETO, J. G.; MATUO, T. Redução da dose e do volume de calda nas aplicações noturnas de herbicidas em pós-emergência na cultura da soja. **Planta daninha**. v. 16, n. 1, 1998.

HERZOG, D. C. Sampling Soybean Looper on soybean. In: **Sampling methods in soybean entomology**, New York: Springer-verlag, 1980. p.68- 140.

KAUR, I.; KUMAR, A; DURAJA, P. Separation of endossulfan and its metabolites by GC and HPLC. **Biomedical Chromatography**, v.11, n.1, p.33-35, 1997.

LEFEBVRE, A.H. **Atomization and sprays**. New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1989. 421p.

MATUO, T. **Técnicas de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139p.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R. A. **Entomologia econômica**. São Paulo: USP, 1981. 314p.

OZEKI, Y. **Manual de Aplicação aérea**. São Paulo, 2006. 101 p.

PAPA, G.; CELOTO, F. J. **Lagartas na soja**. Disponível em www.ilhasolteira.com.br/colunas/index.php?acao=verartigo&idartigo=1189090532. Acesso em 07 março 2008.

PERES, T.; PAPINI, S.; MARCHETTI, M.; LUCHINI, L.. Dissipação de endossulfan em amostras de dois tipos de solos brasileiros tratadas em laboratório. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, América do Sul, v.14 jan./dez. 2004.

REED, J.T.; SMITH, D.B. Droplet size and spray volume effects on insecticide deposit and mortality of heliothine (Lepidoptera: noctuidae) larvae in cotton. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.94, n.3, p.640-7, 2001.

SANTOS, J. M. F. **Aviação agrícola - Manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos**. São Paulo: Rhodia Agro, 1992. 100 p.

SANTOS, J. M. F.; FEICHTENBERGER, E.; SPÓSITO, M. B.; BELLOTTI, J. A. M. Pulverização. **Citricultura atual**. Cordeiropolis, SP. Ano X. n.59. 2007.

TEIXEIRA, M.M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**. 1997. 310p. Tese (Doutorado) – Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

ZARAGOSA, C. **Nuevas tecnicas de aplicacion de herbicidas**. Espanha. Instituto Nacional de Investigações Agrárias, Departamento de Proteção Vegetal, 1980. p.45-48.

CAPÍTULO 3 - EQUIPAMENTOS, VOLUMES DE CALDA, ADJUVANTE E ESPECTRO DE GOTAS NA APLICAÇÃO DE INSETICIDA NA CULTURA DA SOJA

RESUMO - O controle de alguns insetos na cultura da soja apresenta sérias dificuldades, em função de ocorrer em período de elevada densidade foliar da cultura e das espécies localizarem-se algumas vezes, na parte inferior das plantas. Objetivou-se avaliar a cobertura, deposição e o espectro de gotas produzidos por diferentes equipamentos, volumes de calda, e adjuvantes, para controle de *Pseudoplusia includens*, na cultura da soja. O experimento de campo foi realizado em blocos casualizados com 13 tratamentos e 1 testemunha, 2 tipos de equipamentos (bico hidráulico e rotativo), 3 volumes de aplicação (50; 75; e 100 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e 17; 35; e 50 L ha⁻¹ para o bico rotativo), aplicação com e sem adjuvante. Avaliou-se o número de lagartas vivas, a porcentagem de eficiência, a cobertura das gotas nos papéis hidrossensíveis, em três posições da planta representando em altura, o terço superior, médio e inferior. Também foi avaliada a deposição nas folhas de soja, através da extração do marcador oxicloreto de cobre adicionado às caldas. O tamanho da gota aspergida foi avaliado em laboratório com a utilização de um equipamento medidor de partículas em tempo real. Para as condições testadas neste experimento, a melhor cobertura, deposição e controle foram alcançadas utilizando-se volume de 75 L ha⁻¹ com o bico TT 11001, com adição de adjuvante. O bico rotativo produz gotas de maior uniformidade e menor porcentagem de gotas suscetíveis à deriva, em relação ao bico hidráulico. A adição de adjuvantes promove gotas de maior tamanho e menos susceptíveis á deriva. A redução do volume de calda, de forma criteriosa não prejudica o controle de *P. includens*.

Palavras-chave: espectro de gotas, tecnologia de aplicação, lagarta-falsa-medideira, fitossanidade

EQUIPAMENT, SPRAY VOLUMES, ADJUVANT AND DROPLETS SPECTRUM IN INSECTICIDE APPLICATION IN SOYBEAN CROP

SUMMARY: The control of some insect on soybean presents serious difficulties, due to occur in periods of high density leaf of culture and species find themselves sometimes, at the inside the canopy of the plant. The aim of this work was to evaluate the spectrum, the deposition and coverage of droplets of spray due equipment, spray volumes and adjuvants for control of *Pseudoplusia includens*, in soybean crop. The experiment was carried out in the field randomized blocks with 13 treatments and 1 untreated, 2 types of equipment (hydraulic nozzle and atomizer), 3 spraying volumes (50, 75, and 100 L ha⁻¹ for the hydraulic nozzle and 17, 35 , and 50 L ha⁻¹ for the atomizer), with and without adjuvant application. Was evaluated, the number of live caterpillars, the percentage of efficiency, coverage of droplets on sensitive paper, in three positions representing the height of the plant, the third upper, medium and lower third. The deposition evaluations came from copper extraction with HCL (0.2 N) of leaves collected in the field in three different heights of plants (third upper, medium and lower third). The size droplets was evaluated using in a particle size analyzer in real time. The best coverage, deposition and control were achieved using spray volume of 75 L ha⁻¹ with the nozzle TT 11001, and with the addition of adjuvant. The atomizer produces droplets of more uniform and less susceptible to drift, for the hydraulic nozzle. The addition of adjuvants promotes droplets of larger and less likely to drift. Reducing the spray volume, so careful not affect the control of *P. includens*.

keywords: spectrum of droplets, spray technology, soybean looper caterpillar, crop protection.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários pode ser expressa como o emprego dos conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação ambiental. Via de regra, a aplicação de produtos fitossanitários é feita na forma de gotas, onde a calda, mais comumente com a utilização da energia hidráulica é fragmentada. Este processo é denominado de pulverização (MATUO, 1990). Nesta modalidade de aplicação, o diâmetro das gotas varia com o modelo do bico, com a vazão e com a pressão de trabalho, sendo o seu conhecimento de fundamental importância para o sucesso do tratamento realizado (ANDEF, 2008).

No momento da aplicação de produtos fitossanitários, a cultura da soja pode se encontrar no seu máximo grau de desenvolvimento vegetativo, com total fechamento e grande área foliar. Assim as gotas necessitam da máxima capacidade de penetração na massa foliar, para melhor cobertura das mesmas (ANTUNIASSI et al., 2004).

Com o objetivo de se reduzir o volume de calda têm-se utilizado pontas de jato plano 11001 a 11002, que diminuem o diâmetro mediano das gotas. FERREIRA et al. (1998) observando essa necessidade reduziram o volume de aplicação na soja de 300 L ha⁻¹ para 75 e 150 L ha⁻¹, e obtiveram sucesso no tratamento fitossanitário com herbicidas quando estes foram aplicados no horário correto. CAMARGO et. al. (2004), obtiveram o mesmo sucesso no controle do fungo causador da ferrugem na soja, utilizando volumes de 20 a 30 L ha⁻¹ com bico rotativo e 120 L ha⁻¹ utilizando o bico hidráulico. SUMNER (1997); MURPHY et. al. (2000), ressaltam porém, que no caso de gotas muito finas, geralmente, se consegue boa cobertura superficial e uniformidade de distribuição da calda, mas essas gotas podem evaporar com facilidade em condições de baixa umidade relativa ou serem levadas pela corrente de ar. No entanto, parte desta redução pode ser compensada exatamente pela utilização de pressões baixas (15 a 20 lbf.pol⁻²) e também pela adição de adjuvantes que aumentam a densidade da

calda, resultando na formação de gotas menos sujeitas a perdas por deriva e evaporação.

O volume de aplicação é a quantidade de calda necessária para proporcionar a máxima cobertura em função do equipamento ou técnica de pulverização, utilizada até o limite em que se inicia o escorrimento, e o mínimo de volume utilizado que proporcione o efeito biológico desejado, ou seja, eficiência de controle (PALLADINI & SOUZA, 2005). Na prática, porém, o número de gotas que devem atingir o alvo é mais importante que o volume de calda (RUEDELL, 2002).

A qualidade da pulverização é um fator primordial para uma correta utilização de inseticidas. Assim, o uso de compostos denominados adjuvantes os quais têm por finalidade promover alterações na calda de pulverização, possibilitando minimizar os efeitos ambientais que possam comprometer a eficiência de um agrotóxico torna-se uma prática recomendável (CARBONARI et al., 2005). De acordo com MILLER & BUTTLER ELLIS (2000) essas mudanças nas propriedades do líquido pulverizado podem influenciar tanto o processo de formação das gotas como o comportamento destas em contato com o alvo. A água que é o principal veículo utilizado nas pulverizações, por apresentar alta tensão superficial ao ser pulverizada forma gotas esféricas e com menor superfície de contato. Assim os adjuvantes têm por função alterar esta característica, ou seja, reduzir a tensão superficial, aumentando a superfície de contato (PALLADINI & SOUZA, 2005).

Existem diversos modos de se conhecer a quantidade e a maneira com que o produto chega ao alvo. No campo, o modo mais simples e prático é a utilização da técnica do papel sensível ao óleo ou a água (PIO, 2000). A técnica consiste em colocar esses papéis no alvo em que se deseja avaliar a pulverização. Originalmente, o papel possui cor amarela e ao ser atingido pela água ou óleo, muda para a cor azul, marcando assim, a distribuição e o tamanho das gotas que atingiram o alvo.

Uma das formas de se conhecer como as gotas estão sendo produzidas pelos bicos de pulverização é através da análise destas gotas, antes que as mesmas se depositem em alguma superfície. Neste caso pode-se utilizar o método de difração de raio laser com o aparelho medidor de partículas em tempo real (Malvern Mastersizer S,

versão 2.19). Este mede o espectro de gotas produzidas pelos bicos de pulverização, no qual é possível ainda analisar a uniformidade das gotas e a porcentagem de gotas menores que 100 μm produzida por uma ponta de pulverização. A interpretação desses dados permite que se estime o potencial de deriva da aplicação. Quanto menor essa porcentagem, menor o risco de deriva do agrotóxico durante a aplicação. Esse tipo de análise serve como um indicador, uma vez que em condições de campo as condições climáticas influenciam fortemente na deriva, podendo aumentar consideravelmente as perdas.

Assim, objetivou-se avaliar a cobertura, deposição e o espectro de gotas produzidos por diferentes equipamentos, volumes de calda, e adjuvantes, para controle de *Pseudoplusia includens*, na cultura da soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos, sendo 2 de campo para verificar a mortalidade da lagarta-falsa-medideira em função dos tratamentos, e 1 experimento realizado no laboratório com o intuito de verificar o espectro de gotas produzidas pelos tratamentos aplicados no campo. Os tratamentos dos 3 experimentos foram idênticos entre si, havendo apenas variações de local, variedade, condição meteorológica durante a aplicação e infestação das lagartas.

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos na área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, localizada nas seguintes coordenadas geodésicas: latitude 21°14'S e longitude 48°16'W, com altitude média de 559 m.

A cultura utilizada no estudo foi a soja (*Glycine max*). No dia 22/11/2006 foi semeada a variedade Coodetec CD 219RR de ciclo médio, utilizada para o primeiro experimento. Para o segundo experimento utilizou-se a variedade Monsoy RR 8045 de ciclo precoce, semeada no dia 06/12/2007, ambas espaçadas de 0,45 m. As áreas

foram monitoradas para que não houvesse a aplicação de inseticida pelo menos 40 dias antes da aplicação dos tratamentos do experimento.

2.1. SAFRA 2006/07 – Primeiro experimento

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com treze tratamentos e quatro repetições, sendo 2 tipos de equipamentos (bico hidráulico e bico rotativo), 3 volumes de aplicação (50; 75 e 100 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e, 17; 35 e 50 L ha⁻¹ para o bico rotativo), aplicação com e sem adjuvante, e testemunha a qual não se realizou nenhuma aplicação. O experimento foi delineado em esquema fatorial 2x3x2 e 1 testemunha, totalizando 52 parcelas. Cada parcela experimental foi constituída de 7 linhas de soja por 6m de comprimento, totalizando uma área de 18,9 m². A área experimental totalizou 982,8 m².

Para os tratamentos com o equipamento constituído com bicos hidráulicos, utilizou-se um pulverizador costal pressurizado com pressão constante, mantida por CO₂ comprimido. Utilizou-se a ponta de pulverização TT 11001 a 30 lbf. pol⁻² de pressão, sendo a barra constituída de quatro pontas de pulverização espaçadas de 0,50 m entre si. Para aplicação com energia centrífuga utilizou-se o pulverizador manual costal com motor elétrico que movimenta um bico de energia centrífuga ou bico rotativo, marca Apoiotec (Figura 1).

Nas pontas de pulverização de energia hidráulica em geral há formação de um espectro amplo do tamanho das gotas, partindo de diâmetros nanométricos, que se perdem facilmente por evaporação e deriva, até milimétricos em que uma única gota pode escorrer ou ricochetear, dependendo da sua massa e velocidade (MATUO, 1990; MATTHEWS, 2000). Já nos bicos de energia centrífuga, preconiza-se que o diâmetro das gotas pulverizadas seja o mais uniforme possível a fim de evitar essas perdas pela produção de gotas de tamanhos extremamente diferentes.



Figura 1. A) Pulverizador hidráulico e B) rotativo, utilizados na aplicação para controle da lagarta-falsa-medideira nos experimentos Safra 2006-07 e 2007-08.

A redução de volumes de aplicação tem sido considerada para o controle de problemas fitossanitários, para reduzir o desperdício de água e perdas pelo escoamento da calda, bem como os custos operacionais. Foi realizada aplicação com e sem espalhante adesivo não-iônico (Silwett L77 Ag, na concentração de 0,05%). Os adjuvantes tem sido utilizados para reduzir a tensão superficial da calda, melhorar a cobertura nas superfícies tratadas, aumentar a quantidade de calda depositada por folha e reduzir a porcentagem de folhas das plantas com menores valores de deposição. (PALLADINI, 2000).

Os tratamentos aplicados para os três experimentos encontram-se na Tabela 1. Em todas as aplicações foram adicionadas a calda 1 kg ha⁻¹ de cobre (Cuprocarb 500), com função de marcador e 1,0 L ha⁻¹ do inseticida endossulfan, para avaliar a mortalidade das lagartas em função dos tratamentos.

Tabela 1. Tratamentos aplicados para controle químico de *Pseudoplusia includens* na cultura da soja.

Tratamentos	Tipo de bico	Volume de calda (L ha ⁻¹)	Concentração do Adjuvante
Trat 1	Hidráulico	50	-
Trat 2	Hidráulico	50	0,05%
Trat 3	Hidráulico	75	-
Trat 4	Hidráulico	75	0,05%
Trat 5	Hidráulico	100	-
Trat 6	Hidráulico	100	0,05%
Trat 7	Rotativo	17	-
Trat 8	Rotativo	17	0,05%
Trat 9	Rotativo	35	-
Trat 10	Rotativo	35	0,05%
Trat 11	Rotativo	50	-
Trat 12	Rotativo	50	0,05%
Trat 13	Testemunha	-	-

- sem aplicação

A aplicação ocorreu no dia 13/02/2007 das 11h:15 às 14h:30, com temperatura média de 23,5 °C e umidade relativa de 73%, ventos de 3,5 Km/h e nebulosidade de 55%. A cultura estava plenamente enfolhada, devido ao máximo desenvolvimento vegetativo e com 75 dias após sua emergência. Observou-se que as plantas estavam com flores abertas e algumas vagens continham sementes (R5).

2.2. SAFRA 2007/08 – Segundo Experimento

O delineamento e os tratamentos foram idênticos aos utilizados na safra 2006/08. Cada parcela experimental teve um tamanho de 8 m de comprimento por 7 linhas de soja, totalizando uma área de 25,2 m². Assim a área experimental totaliza 1310,4 m².

A aplicação ocorreu no dia 15/02/2008 das 13h:05 às 16h:00, com temperatura média de 27,5 °C e umidade relativa de 60%, ventos de 3,0 km/h e nebulosidade de 55%. O local da aplicação onde se encontrava a cultura da soja, também foi na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Jaboticabal. A variedade Monsoy RR 8045 estava com 65 dias após a sua emergência, encontrando-se em estágio de reprodução R5.

Para os 2 experimentos de campo avaliaram-se a cobertura das gotas aspergidas, deposição de calda utilizando a recuperação do marcador, a sobrevivência da lagarta-falsa-medideira, o espectro das gotas produzidas pelos equipamentos e a produtividade das culturas de soja.

2.3. Cobertura das gotas aspergidas

Para verificação da cobertura proporcionada pelas gotas pulverizadas, utilizaram-se papéis hidrossensíveis, posicionado em três alturas da planta, representando o terço inferior, médio e superior (Figura 2). OZEKI & KUNZ (1998) ressaltam que a eficácia biológica da aplicação depende da qualidade da cobertura e penetração assim como redução das perdas por deriva e evaporação, proporcionadas pelo diâmetro de gotas.

Os papéis foram colocados antes da aplicação e foram presos às folhas de soja utilizando-se grampos metálicos (Figura 2), sendo retirados imediatamente após a secagem da calda pulverizada e colocados em placas de Petri, pois os mesmos absorvem umidade rapidamente, prejudicando a análise das gotas depositadas.

Assim que foram retirados, foram levados ao laboratório para serem digitalizados, para posterior processamento das imagens pelo programa computacional QUANT v.1.0.0.22 (FERNANDES FILHO, 2002). Este software nos fornece a informação da porcentagem de área coberta pelo contraste de cores entre a área intocada do papel e a mancha proporcionada pela gota depositada nele. Os valores

obtidos foram submetidos análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey $P \leq 0,05$.



Figura 2. A) Papéis hidrossensíveis, posicionado em três posições da planta, representando em altura o terço inferior, médio e superior. B) Papel preso à planta através de grampo metálico

2.4. Recuperação do marcador

Para verificação da deposição das gotas sobre as folhas de soja, o marcador cobre (Cuprocarb 500) foi adicionado às caldas de pulverização na concentração de 1 kg ha^{-1} .

Após cada aplicação, foram coletadas em cada parcela 2 folíolos de cada altura da planta representando o terço inferior, médio e superior, portanto seis folíolos por parcela. Estes foram identificadas no campo e ao chegarem ao laboratório as amostras foram colocadas em sacos plásticos contendo 150 mL de solução 0,2N de HCL e mantidas por 2 horas em repouso para que o ácido extraísse o cobre da superfície da folha (MACHADO-NETO & MATUO, 1989). Posteriormente realizaram-se as filtragens

e por fim essa solução foi levada ao Laboratório Central da UNESP/FCAV para leitura do extrato obtido, utilizando o espectrofotômetro de absorção atômica (Figura 3).



Figura 3. A) Folha com cobre na superfície após aplicação no campo, B) Extração do cobre, C) Filtragem e D) Leitura do extrato em espectrofotômetro de absorção atômica.

Estas folhas mantidas na solução de HCl, posteriormente foram lavadas e digitalizadas, sendo utilizadas para estimar a área foliar através do software QUANT v.1.0.0.22 (FERNANDES FILHO, 2002). As concentrações de cobre obtidas das leituras do espectrofotômetro, foram co-relacionadas às áreas foliares medidas, resultando na quantidade de calda expressa em mililitro por centímetro quadrado.

2.5. Avaliação da mortalidade de *P. includens*

No campo foi avaliado o número de lagartas-falsa-medideira vivas, aos 1; 3; 6 e 10 dias após a aplicação para a safra 2006-07, e aos 3, 7, 10 e 14 DAA para a safra 2007-08. Nos dois experimentos foram realizadas avaliações prévias, um dia antes da aplicação. Como método de amostragem, utilizou-se o pano de batida para a contagem das lagartas vivas, realizando-se 3 batidas por parcela. O pano utilizado possui 1 m de comprimento por 0,5 m de largura e cada batida era realizada em 2 linhas de soja. Os valores encontrados para o número de lagartas vivas foram transformados para $\text{Log } x + 1$ e submetidos ao teste F para análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Também foi analisada a porcentagem de eficiência (HENDERSON & TILTON, 1955) das diferentes variáveis utilizadas para o controle de *P. includens*.

2.6 Avaliação do espectro de gotas

O terceiro experimento foi conduzido no Laboratório de Análises do Tamanho de Partículas do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista-UNESP, Jaboticabal-SP.

Foram realizadas avaliações do diâmetro e da uniformidade das gotas utilizando-se o aparelho medidor de tamanho de partículas em tempo real (Malvern Mastersizer, versão 2.19) (Figura 4). O equipamento foi ajustado para avaliar gotas de 0,5 a 900 μm , (lente 300 mm). Neste equipamento, uma unidade óptica determina o diâmetro das gotas do espectro pulverizado através do desvio de trajetória que sofrem os raios de um feixe de laser ao atingi-las. O desvio que o laser sofre depende do tamanho da partícula. Quanto menor a partícula, maior é o grau de difração que o raio de luz sofre (ETHERIDGE et al., 1999).

A ponta hidráulica TT 11001 foi instalada a 40 cm do feixe de laser. Os tratamentos, repetições e esquema fatorial foram os mesmos dos experimentos no campo, diferenciando-se apenas por ter-se utilizado de delineamento inteiramente casualizado no laboratório, uma vez que as condições operacionais e climáticas entre as repetições foram padronizadas. As condições ambientais no momento de realização deste experimento foram: temperatura do ar 22,3° C, umidade relativa do ar de 67% e ausência de ventos. As avaliações foram realizadas com as luzes do laboratório apagadas, pois o feixe dos raios laser sofrem pequena difração quando detectam a luz, sendo esta perceptível no programa utilizado para leitura das gotas (Malvern Mastersizer, versão 2.19).

Para manter a pressão constante no sistema hidráulico utilizou-se de ar comprimido controlado com regulador de pressão de precisão. Com a finalidade de analisar o jato produzido pela ponta foi utilizado um oscilador que faz com que o jato de calda aspergido pelo bico atravesse transversalmente o feixe de laser durante a leitura pelo aparelho. O movimento do bico entre os extremos do curso do oscilador foi calibrado para três segundos, sendo que o tamanho de gotas foi medido por 1,5 segundos (metade do jato aspergido pela ponta). Cada leitura do laser é realizada com intervalo de dois milisegundos, sendo portanto 750 leituras em cada jato de calda aspergido no experimento.

O bico rotativo foi posto em funcionamento lateralmente ao feixe de laser e uma coifa foi instalada para que as gotas, ao saírem do disco, não atingissem a lente do aparelho e prejudicassem a leitura (Figura 4). O tempo de leitura calibrado para repetição do jato aspergido por este bico foi de 1,0 segundo.

Avaliou-se o diâmetro de gotas tal que 50% do volume total pulverizado apresentou gotas de diâmetro inferior a este valor (DV0,5), e a porcentagem de gotas menores que 100 µm. Para a uniformidade do jato aspergido pelos bicos de pulverização foi considerada a amplitude relativa do espectro de gotas.



Figura 4. A) Aparelho medidor de tamanho de partículas em tempo real B) proteção da lente para leitura das gotas produzidas pelo bico rotativo.

Os valores verificados para o espectro de gotas produzidas pelos tratamentos foram submetidos ao teste F para análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Devido a precisão do aparelho medidor de partículas esta avaliação foi realizada somente uma vez, portanto os resultados encontrados podem ser comparados ao primeiro (safra 2006/07) e segundo experimento (safra 2007/08).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Safra 2006-07 – Primeiro experimento

3.1.1 Cobertura das gotas aspergidas

Utilizando-se o papel hidrossensível para verificar a porcentagem de cobertura que as gotas pulverizadas proporcionaram, pode-se observar entre os equipamentos de pulverização, que não houve diferença estatística no terço inferior e terço médio da planta (Tabela 2). É importante ressaltar que o bico rotativo caracterizou-se por volumes de aplicação inferior ao bico hidráulico, o que não dificultou a entrada das

gotas no dossel da planta. Como é no baixeiro da planta que são encontradas maior número de indivíduos da lagarta-falsa-medideira é possível que o controle desta, utilizando-se o bico rotativo não seja prejudicado.

Já no terço superior houve diferença estatística significativa entre os equipamentos (Tabela 2). Isto ocorreu devido à grande maioria das gotas produzidas pelo bico hidráulico ficarem retidas na primeira camada de folhas, verificadas no terço superior das plantas.

A cobertura das folhas é significativamente influenciada pela posição de amostragem, com valores decrescentes de cobertura na medida em que a amostragem é realizada no terço inferior da planta. Independente do volume aplicado, a maior parte da calda fica retida nas folhas da parte superior da planta, que contam com até 10 vezes mais cobertura do que as folhas da parte baixa (ANTUNIASSI, et al., 2004).

Neste experimento, esta proporção de cobertura 10 vezes maior também foi observada, para o bico hidráulico, quando se compara o terço inferior e superior. Já para o bico rotativo este valor reduziu para 3,5. Desta forma, com o bico rotativo obteve-se uma melhor uniformidade de cobertura entre as diferentes alturas da planta (Tabela 2).

Em relação ao volume de aplicação no terço inferior, o menor volume utilizado 50 e 17 L ha⁻¹ respectivamente para o bico hidráulico e rotativo, apresentou significativamente menor porcentagem de cobertura. Assim deve-se analisar criteriosamente o baixo volume de calda quando o alvo estiver localizado na parte inferior do dossel da planta.

Houve menor cobertura do terço superior utilizando menores volumes de aplicação em relação ao maior volume. Para o controle da lagarta-falsa-medideira, o objetivo é fazer com que as gotas ultrapassem a “barreira” superior, representada pelas folhas do terço superior e se depositem nas camadas mais inferiores. Desta forma, é comum se verificar maior porcentagem de cobertura nas regiões mais altas do dossel da cultura. ROMÁN (2008) utilizando papéis hidrossensíveis também verificou que o “efeito guarda-chuva” ocasionado pelas folhas do terço superior impedem a livre passagem das gotas. Para o terço médio, local onde se encontra a maioria das lagartas

da espécie em estudo, não houve diferença entre o médio e o maior volume de aplicação (Tabela 2).

Não houve diferença na porcentagem de cobertura em relação a adição do adjuvante no terço inferior e superior (Tabela 2). No terço médio a porcentagem de cobertura foi menor, possivelmente devido ao efeito do adjuvante. SANTOS (2007) relata que o adjuvante aumenta a viscosidade da calda, diminuindo a fragmentação das gotas, tornando-as um pouco maiores. Devido então ao aumento do tamanho das gotas, a cobertura da superfície a ser tratada pode ser reduzida, pois as gotas maiores encontram maiores dificuldades em vencer as folhas da camada superior.

Tabela 2. Análise de imagem* da porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis, em 3 alturas na cultura da soja (terço inferior, médio e superior), em função dos tratamentos aplicados, safra 2006-07.

	Terço inferior	Terço médio	Terço superior
Bico hidráulico	1,72 A	5,87 A	16,65 A
Bico rotativo	1,87 A	3,99 A	6,52 B
Menor volume ⁽¹⁾	0,57 B	2,83 B	7,97 B
Médio volume ⁽²⁾	2,66 A	6,46 A	11,76 AB
Maior volume ⁽³⁾	2,16 A	5,50 AB	15,03 A
Sem adjuvante	1,59 A	5,98 A	12,68 A
Com adjuvante	2,00 A	3,88 B	10,49 A
CV (%)	57,47	70,46	49,54

*QUANT v.1.0.0.22.

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente.

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

Houve interação no terço inferior, para os adjuvantes e equipamentos, no qual a adição de adjuvantes na calda utilizando-se o bico rotativo proporcionou maior cobertura em relação ao bico hidráulico (Tabela 3). Assim na situação avaliada neste experimento, tendo até o momento, somente como método de avaliação o papel sensível, poderia se utilizar do bico rotativo, com um volume de calda de 50 L ha⁻¹, adicionando-se adjuvante, para obtenção de uma cobertura satisfatória das gotas pulverizadas. Pois nesta situação para o terço inferior obteve-se melhor cobertura.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre adjuvantes e equipamentos, da porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis, posicionados no terço inferior da cultura de soja, em função dos tratamentos aplicados, safra 2006-07.

	Bico hidráulico	Bico rotativo
Sem adjuvante	1,87 Aa	1,30 Ba
Com adjuvante	1,56 Ab	2,44 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com a análise da porcentagem de cobertura pelo delineamento inteiramente casualizado, observa-se a superioridade de cobertura total pelo bico hidráulico em relação ao bico rotativo (Figura 5). Isto ocorre devido aos maiores volumes de aplicação utilizados no bico hidráulico. A adição de adjuvantes no bico hidráulico reduziu os valores da cobertura total, nos volumes de 50 e 100 L ha⁻¹. Já no bico rotativo essa adição não influenciou na cobertura total. O aumento no volume de 75 para 100 L ha⁻¹ no bico hidráulico e de 35 para 50 L ha⁻¹ no bico rotativo, não promoveu o aumento na porcentagem de cobertura total, como era esperado. Desta forma o simples aumento no volume de calda não garante necessariamente maiores porcentagens de cobertura.

Apesar da maior porcentagem de cobertura proporcionada pelo bico hidráulico, este modelo de ponta de pulverização proporcionou grande desuniformidade na cobertura entre os terços, superior (16,6%), médio (5,86%) e inferior (1,7%). Já para o bico rotativo esses valores ficarem bem mais próximos entre si para os terços superior (6,5%), médio (4,0%) e inferior (1,8%). Sendo que para o terço médio e inferior os valores de porcentagem de cobertura ficaram bem próximos entre os dois tipos de bicos, mesmo utilizando-se volumes de calda distintos (Figura 5).

Para o terço inferior, o bico rotativo, com 35 L ha⁻¹ e adição de adjuvante apresentou estatisticamente as maiores porcentagens de cobertura, não diferindo apenas do bico hidráulico a 75 e 100 L ha⁻¹ (Figura 5).

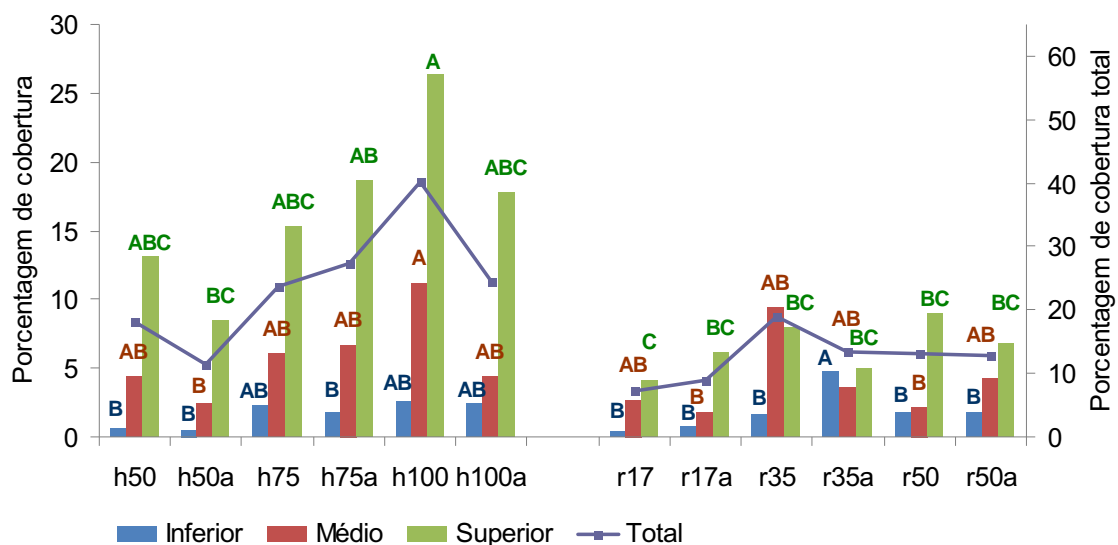


Figura 5. Porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis, em 3 alturas na cultura da soja (terço inferior, médio e superior). h- hidráulico. r – rotativo. 50; 75; 100; 17; 35 e 50 L ha⁻¹.a – adjuvante.

3.1.2 Recuperação do marcador

Com o objetivo de avaliar analiticamente a quantidade de calda que chegou a superfície das folhas, nas diferentes alturas da planta, foi realizada a recuperação do marcador adicionado à calda, com o valor obtido, transformado para mL de calda por cm² de folha.

Observa-se que houve diferença estatística no terço inferior e superior devido aos equipamentos de aplicação. O bico hidráulico proporcionou as maiores deposições (Tabela 4).

Ao analisarmos os volumes de aplicação o médio volume utilizado proporcionou as maiores deposições, tanto no terço inferior como no terço médio. Isto ocorreu devido aos menores volumes apresentarem maior concentração do marcador na calda. Segundo COURSHEE (1967) a maior deposição está em função da concentração do

produto e da distribuição das gotas no dossel da cultura. Já no terço superior o maior volume não se diferenciou dos outros dois avaliados.

Para os adjuvantes só houve diferença estatística no terço inferior, no qual a adição de adjuvante, proporcionou maior deposição das gotas aspergidas (Tabela 4). Isto pode ter ocorrido devido ao fato do adjuvante atuar na redução da deriva, assim sua adição promove um maior número de gotas efetivas durante a aplicação, através da redução de gotas que possivelmente são perdidas quando não há adição deste produto.

Tabela 4. Deposição de calda (mL/cm²), em 3 posições na cultura da soja (terço inferior, médio e superior), em função dos tratamentos aplicados, safra 2006-07.

	Terço inferior	Terço médio	Terço superior
Bico hidráulico	6,64 A	11,73 A	11,32 A
Bico rotativo	4,42 B	8,13 A	5,58 B
Menor volume ⁽¹⁾	3,04 B	4,66 B	4,88 B
Médio volume ⁽²⁾	9,83 A	15,84 A	11,72 A
Maior volume ⁽³⁾	3,74 B	9,29 B	8,74 AB
Sem adjuvante	4,59 B	8,90 A	7,26 A
Com adjuvante	6,48 A	10,69 A	9,64 A
CV (%)	48,25	66,19	84,97

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação entre os bicos e os volumes de calda para os três terços da planta (Tabela 5). Para o terço inferior, médio e superior, o bico hidráulico utilizando-se do volume de 75 L ha⁻¹ (médio volume), atingiu a maior deposição em relação aos demais volumes e também em relação ao bico rotativo. De acordo com SOUZA et al. (2004) os valores de depósitos aumentam até certo ponto, se o volume de aplicação aumentar a partir desse limite a cobertura será prejudicada.

Para o bico rotativo, no terço médio, o médio volume de aplicação não apresentou deposição satisfatória estatisticamente, o que pode vir a comprometer o controle da lagarta-falsa-medideira no campo (Tabela 5).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre bicos e volumes de calda, da deposição de calda (mL/cm²), em 3 posições na cultura da soja (terço inferior, médio e superior), em função dos tratamentos aplicados, safra 2006-07.

	Terço inferior		Terço médio		Terço superior	
	Bico hidráulico	Bico rotativo	Bico hidráulico	Bico rotativo	Bico hidráulico	Bico rotativo
Menor volume	3,5 Aa	2,6 Aa	6,2 Aa	3,1 Aa	7,4 Aa	2,4 Aa
Médio volume	12,8 Ba	6,9 Bb	23,0 Ba	8,7 ABb	18,3 Ba	5,0 Ab
Maior volume	3,7 Aa	3,8 Aa	5,9 Aa	12,6 Ba	8,2 Aa	9,3 Aa

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No terço inferior foi observada interação entre os volumes de aplicação e os adjuvantes, no qual ao se analisar as duas situações, com ou sem adição de adjuvante, o médio volume de calda apresentou estatisticamente maior deposição. (Tabela 6). A adição de adjuvante apenas apresentou maior deposição no médio volume de calda utilizado. Assim a adição deste produto, quando da utilização mais adequada do volume de calda, se torna uma prática recomendável, uma vez que aumenta consideravelmente a deposição dos produtos fitossanitários. Resultado semelhante foi encontrado por CARBONARI et al. (2005) os quais verificaram que a adição de Silwet na dosagem de 0,05% promoveu um maior depósito da calda de pulverização.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre volumes de calda e adjuvantes, na deposição de calda (mL/cm²), no terço inferior da cultura da soja, em função dos tratamentos aplicados, safra 06-07.

	Sem adjuvante	Com adjuvante
Menor volume	2,0 Aa	4,1 Aa
Médio volume	7,6 Ba	12,0 Bb
Maior volume	4,2 Aa	3,3 Aa

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A adição de adjuvante proporcionou incremento na deposição pelo bico hidráulico, o que não foi verificado com a aplicação pelo bico rotativo. Ao observar apenas a aplicação com adjuvante, o mesmo proporcionou maior deposição nas folhas de soja quando se utiliza o bico hidráulico em relação ao bico rotativo (Tabela 7). Desta forma ao analisar somente a deposição, neste experimento foi possível observar que a maior recuperação e assim melhor deposição de forma geral, ocorreu ao se utilizar volume de aplicação de 75 L ha⁻¹, com bico hidráulico e adição de adjuvante, principalmente para alvos localizados no terço inferior do dossel da cultura.

Tabela 7. Desdobramento da interação entre bicos e adjuvantes, da deposição de calda (mL/cm²), no terço inferior da cultura da soja, em função dos tratamentos aplicados, safra 06-07.

	Bico hidráulico	Bico rotativo
Sem adjuvante	4,8 Ba	4,3 Aa
Com adjuvante	8,4 Aa	4,5 Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela análise utilizando o delineamento inteiramente casualizado, pode-se observar que a deposição total aumentou com o aumento no volume de calda, utilizando o bico rotativo (Figura 6). Para o bico hidráulico a deposição aumentou até o volume de 75 L ha⁻¹, a partir deste valor a deposição diminuiu com o aumento do volume para 100 L ha⁻¹. Isso ocorre devido aos maiores volumes apresentarem as menores concentrações do marcador cobre, na calda. A adição de adjuvante também proporcionou aumento na deposição total.

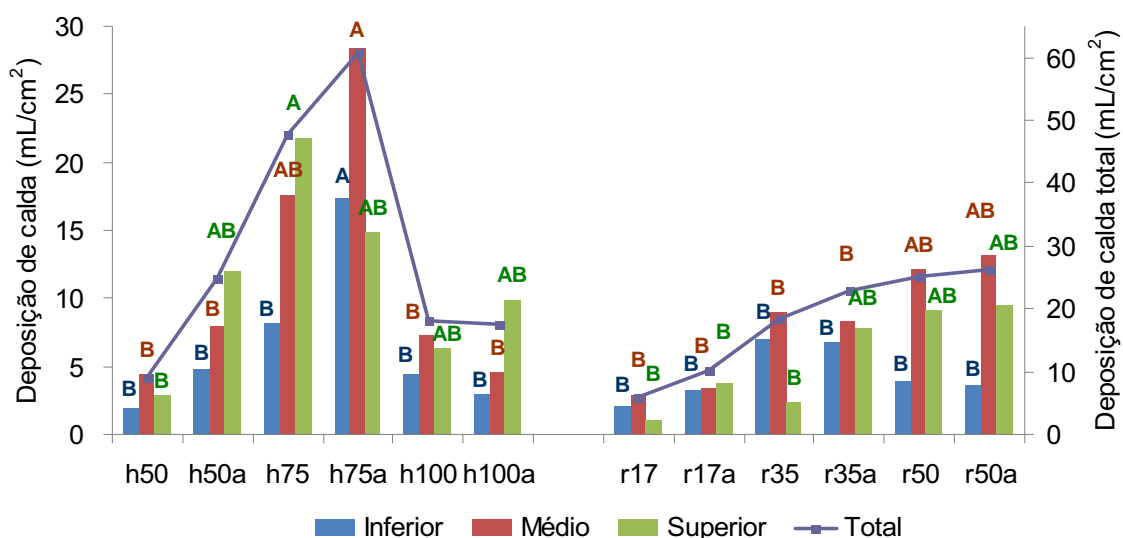


Figura 6. Deposição de calda (mL/cm^2), em 3 alturas na cultura da soja (terço inferior, médio e superior). h- hidráulico. r – rotativo. 50; 75; 100; 17; 35 e 50 L ha^{-1} . a – adjuvante.

3.1.3 Avaliação da mortalidade de *P. includens*

Houve diferença significativa entre os tratamentos e testemunha apenas no 3 e 6º dia após aplicação. Em função da baixa infestação no momento da aplicação, possivelmente não se pode observar diferenças significativas no controle da lagarta-falsa-medideira (Tabela 8). Levando-se em consideração que houve diferença entre os tratamentos e a testemunha ao 3 e 6 dias após a aplicação, pode-se considerar que os tratamentos apresentaram desempenhos semelhantes, mesmo utilizando equipamentos e volumes de calda totalmente diferentes. Isso implica ao fato de que a redução de volume em campo pode ser realizada criteriosamente, com o intuito de aumentar o desempenho operacional, bem como reduzir os custos na aplicação.

SANTOS (2007) ressalta que o volume de calda influencia também a eficiência operacional da aplicação, pois o tempo gasto nas atividades de reabastecimento altera, significativamente, a capacidade operacional dos pulverizadores.

Tabela 8. Número de lagartas vivas de *Pseudoplusia includens* após aplicação de inseticida com diferentes bicos, volumes de calda e adjuvante. Safra 2006-07.

Variáveis	1 DAA	3 DAA	6 DAA	10 DAA
Bico hidráulico	0,3 A	0,2 A	0,3 A	0,2 A
Bico rotativo	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,6 B
Menor volume ⁽¹⁾	0,3 A	0,3 A	0,2 A	0,5 A
Médio volume ⁽²⁾	0,3 A	0,2 A	0,2 A	0,5 A
Maior volume ⁽³⁾	0,1 A	0,2 A	0,5 A	0,3 A
Sem adjuvante	0,2 A	0,2 A	0,7 A	0,4 A
Com adjuvante	0,2 A	0,2 A	0,4 A	0,4 A
Trat x Test (F)	0,4 ^{ns}	4,1 ^{**}	10,1 ^{**}	1,1 ^{ns}

Os valores foram transformados em Log x+1.

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também se utilizou da fórmula de HENDERSON & TILTON (1955) para verificar o desempenho dos diversos tratamentos em campo. Observa-se que os tratamentos no geral apresentaram maiores eficiências no 6 DAA, com os valores de controle decrescendo na última avaliação (Figura 7). No sexto dia após aplicação, pode-se observar que os volumes médios de aplicação de 75 e 35 L ha⁻¹ respectivamente para o bico hidráulico e rotativo, apresentaram as melhores porcentagens de eficiência quando se compara os grupos de volumes de aplicação utilizados (menor, médio e maior volume). Isto ocorreu devido a maior deposição para o bico hidráulico nas três alturas da planta e para o bico rotativo no terço inferior, verificada com o médio volume no experimento de deposição.

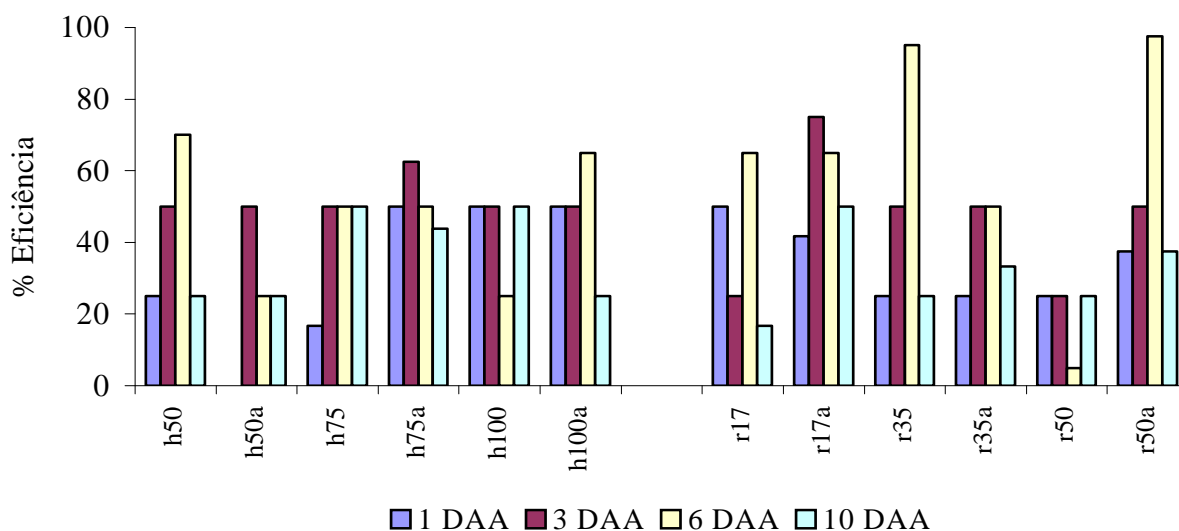


Figura 7. Porcentagem de Eficiência no controle de lagartas *Pseudopplusia includens* após aplicação de inseticida com diferentes bicos, volumes de calda e adjuvante. Safra 2006-07. h- hidráulico. r – rotativo. 50; 75; 100; 17; 35 e 50 L ha⁻¹. a – adjuvante.

Numa aplicação para o produtor rural, deve-se analisar com base no manejo integrado de pragas o momento ideal para realizar a pulverização química. Ao analisarmos a produtividade média do experimento que foi de 3.190.2 mil quilos, e acima da média nacional, observou-se também que o teste F para o tratamento versus testemunha foi de 1,07 e não significativo. Desta forma, como obtivemos baixa infestação, o controle químico tornar-se-ia desnecessário. Entre os tratamentos, também não houve diferença na produtividade. FERREIRA et. al. (2005) comparando baixos volumes de aplicação do bico rotativo (22,2 L ha⁻¹) com bico hidráulico (200 L ha⁻¹), concluíram que a técnica de baixo volume é viável, tendo mantido o nível de produtividade equivalente entre os dois pulverizadores.

3.2 Safra 2007-08 – Segundo experimento

3.2.1 Cobertura das gotas aspergidas

No segundo experimento de campo, utilizando-se os mesmos tratamentos, pode-se observar que nos três terços da planta, o bico hidráulico superou estatisticamente o bico rotativo na porcentagem de cobertura analisada através do papel hidrossensível

(Tabela 9). Fato que pode ter ocorrido devido a cultura estar mais jovem no segundo experimento, e com isso menor densidade de folhas em relação ao experimento safra 2006-07, desta forma, as gotas conseguem vencer com mais facilidade o obstáculo que as folhas do terço superior proporcionam e se depositam em diferentes altura do dossel, proporcionando melhor cobertura devido aos maiores volumes de aplicação com o bico hidráulico.

Em relação aos volumes de aplicação não houve diferença entre os volumes dentro de cada terço da planta, indicando que o volume de calda pode ser reduzido sem prejudicar estatisticamente a porcentagem de cobertura. Durante a aplicação, o papel hidrossensível, que estava aderido a folha, pode ter acompanhado o movimento das folhas na presença de ventos, fazendo com que a calda aplicada tenha se depositado em outros locais, ou ainda pode ter ocorrido a “proteção” do papel hidrossensível, pelas folhas que se encontravam acima do mesmo (Figura 8).



FIGURA 8. Efeito “guarda-chuva” proporcionado pelas folhas localizadas acima do papel hidrossensível.

Nota-se que há uma diferença acentuada entre os três terços da planta, evidenciando que quanto mais no interior do dossel o alvo se encontra, maior a dificuldade das gotas em atingirem o mesmo (Tabela 9). SOUZA et al. (2004) relatam que as folhas localizadas no terço inferior das plantas são o alvo mais difícil de se atingir em pulverização, devido a sobreposição de folhas existentes no caminho da gota até o alvo e a maior perda em condições ambientais adversas, que implicam em menor número de gotas chegando ao alvo e com isso irregularidade no volume depositado. Neste experimento não foi observada diferença estatística em relação a adição de adjuvante.

Tabela 9. Porcentagem de cobertura dos papéis hidro-sensíveis, posicionados em 3 posições na cultura da soja (terço inferior, médio e superior), em função dos tratamentos aplicados. Safra 2007-08.

	Terço inferior	Terço médio	Terço superior
Bico hidráulico	3,39 A	11,44 A	21,53 A
Bico rotativo	0,80 B	2,50 B	8,20 B
Menor volume ⁽¹⁾	1,10 A	5,34 A	12,24 A
Médio volume ⁽²⁾	2,29 A	6,38 A	13,49 A
Maior volume ⁽³⁾	2,89 A	9,17 A	18,87 A
Sem adjuvante	2,37 A	6,52 A	14,22 A
Com adjuvante	1,81 A	7,42 A	15,51 A
CV (%)	107,31	84,79	54,69

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela análise isolada dos fatores, seguindo o delineamento inteiramente casualizado, pode-se verificar que houve um acréscimo de cobertura com o aumento do volume para os dois bicos (Figura 9). Porém para o bico rotativo observa-se uma redução da cobertura total nos papéis hidrossensíveis quando o volume passa de 35 para 50 L ha⁻¹. Para o terço inferior não houve diferença na cobertura. Isto indica a dificuldade que a maioria das gotas tem em alcançar os terços mais inferiores. Já para o terço médio, o bico hidráulico por utilizar maiores volumes de aplicação proporcionou melhor valor de cobertura quando comparado ao bico rotativo.

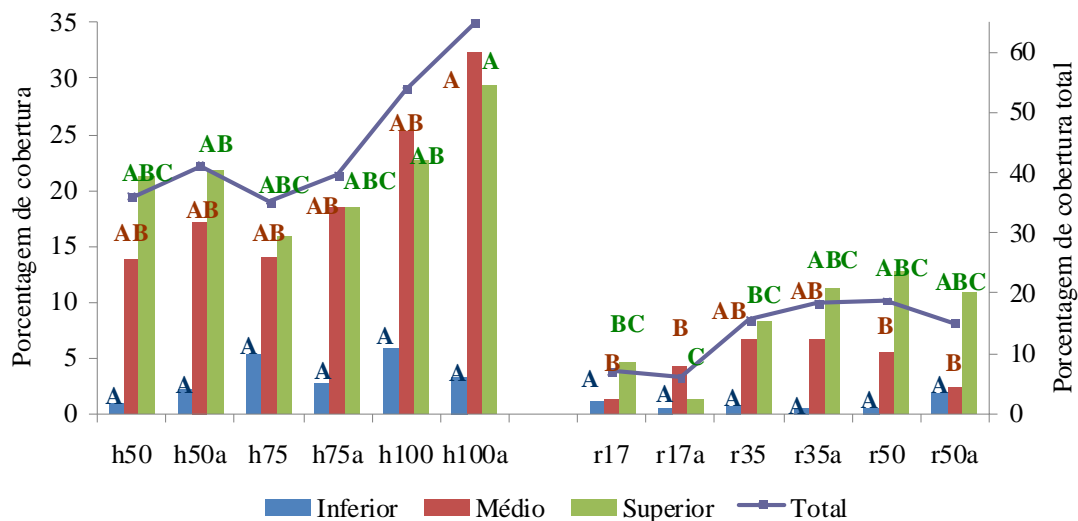


Figura 9. Porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis, em 3 alturas na cultura da soja (terço inferior, médio e superior). h- hidráulico. r – rotativo. 50; 75; 100; 17; 35 e 50 L ha⁻¹. a – adjuvante.

3.2.2 Recuperação do marcador

Não se observou diferença estatística no terço superior e médio da deposição, entre os bicos avaliados, diferentemente da porcentagem de cobertura que sempre apresentou maiores valores para o bico hidráulico. Isto ocorre devido ao bico rotativo apresentar maiores concentrações do marcador, devido aos menores volumes de calda. Desta forma, a deposição se inverte em relação a cobertura e nestas avaliações as duas se equiparam na deposição. COURSHÉE (1967) relata que a maior cobertura pode não resultar em maior deposição dos ingredientes ativos, uma vez que isto também dependerá da concentração da calda e da distribuição das gotas no dossel da cultura.

Apenas no terço inferior observou-se diferença significativa, no qual o bico hidráulico também apresentou melhores resultados, demonstrando maior deposição em relação ao bico rotativo. Não foi verificado diferença entre os volumes de aplicação

(Tabela 10). RAMOS et al. (2004) relatam que a redução de 30% do volume aplicado, não trazem nenhum prejuízo em relação a quantidade de produto depositado nas plantas de citros. Desta forma, a redução do volume de aplicação, pode ser realizada sem comprometimento da quantidade de produto que chega ao alvo.

Os resultados também foram semelhantes para a adição de adjuvantes nos dois métodos utilizados (Tabela 10). Desta forma os procedimentos se igualaram, proporcionando ainda maior confiança dos métodos utilizados nos experimentos.

Tabela 10. Deposição de calda (mL/cm²) em 3 posições na cultura da soja (terço inferior, médio e superior), em função dos tratamentos aplicados, safra 2007-08.

	Terço inferior	Terço médio	Terço superior
Bico hidráulico	0,28 A	0,49 A	0,86 A
Bico rotativo	0,19 B	0,69 A	1,52 A
Menor volume ⁽¹⁾	0,16 A	1,01 A	0,81 A
Médio volume ⁽²⁾	0,37 A	0,27 A	0,88 A
Maior volume ⁽³⁾	0,19 A	0,49 A	1,88 A
Sem adjuvante	0,19 A	0,59 A	1,18 A
Com adjuvante	0,29 A	0,59 A	1,20 A
CV (%)	173,63	212,84	77,79

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se interação na deposição de calda por centímetro quadrado de folha entre os bicos e os volumes de calda utilizados, no qual o bico rotativo no terço superior proporcionou maiores deposições no médio e maior volume avaliado (Tabela 11). Possivelmente as gotas pulverizadas pelo bico hidráulico não estejam na sua totalidade chegando até a superfície a ser tratada, neste caso as folhas de soja, pois a deposição foi significativamente igual entre os equipamentos, sendo importante ressaltar que o bico hidráulico utiliza-se de maior volume de aplicação em relação ao bico rotativo.

Tabela 11. Desdobramento da interação entre bicos e volumes de calda, da deposição de calda no terço superior da cultura da soja, em função dos tratamentos aplicados, safra 06-07.

	Bico hidráulico	Bico rotativo
Menor volume	0,9 Aa	0,1 Ba
Médio volume	0,6 Ab	1,1 Ba
Maior volume	1,1 Ab	2,7 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, e médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela análise estatística através do delineamento inteiramente casualizado, observa-se que não houve diferença estatística na deposição entre os volumes, equipamentos e adição do adjuvante (Figura 10). O bico rotativo apresenta valores de deposição total, equivalentes e/ou maiores em relação ao bico hidráulico. Desta forma o bico rotativo, por apresentar maiores valores de concentração do ingrediente ativo, pode vir proporcionar um bom controle fitossanitário.

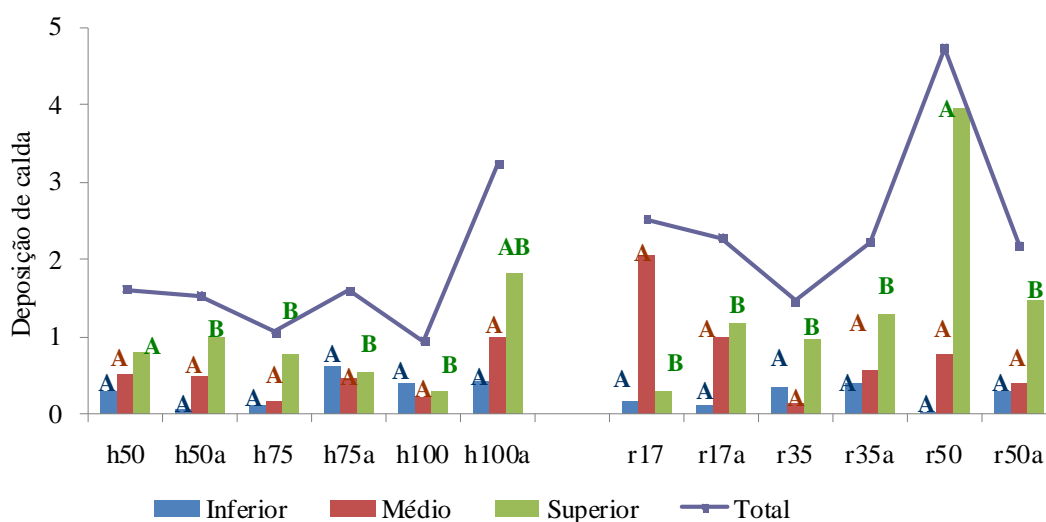


Figura 10. Deposição de calda (mL/cm²), em 3 alturas na cultura da soja (terço inferior, médio e superior). h- hidráulico. r – rotativo. 50; 75; 100; 17; 35 e 50 L ha⁻¹.

3.2.3 Avaliação da mortalidade de *P. includens*

A infestação na testemunha foi significativamente maior em todas as datas de avaliações, indicando eficiência dos tratamentos aplicados em relação a testemunha. Com a análise estatística da prévia pode-se observar que houve no experimento antes da aplicação um número homogêneo de lagartas entre os tratamentos e a testemunha, uma vez que essa diferença de 0,26 foi não-significativa. Da mesma forma do experimento anterior (safra 2006-07), não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para o número de lagartas vivas após aplicação do inseticida (Tabela 12). Houve apenas uma interação entre os bicos e os adjuvantes aos 3 dias após a aplicação no qual o bico hidráulico com adição de adjuvantes apresentou estatisticamente (1,4) maior número de lagartas vivas em relação a aplicação sem adjuvante (0,8), que proporcionou maior mortalidade da lagarta-falsa-medideira nesta situação.

Tabela 12. Número de lagartas vivas de *Pseudoplusia includens* após aplicação de inseticida com diferentes bicos, volumes de calda e adjuvante. Safra 07-08.

Variáveis	3 DAA	7 DAA	10 DAA	14 DAA
Bico hidráulico	1,1 A	0,9 A	1,2 A	1,3 A
Bico rotativo	1,1 A	1,0 A	1,1 A	1,4 A
Menor volume ⁽¹⁾	1,0 A	1,1 A	1,2 A	1,4 A
Médio volume ⁽²⁾	1,1 A	0,9 A	1,3 A	1,3 A
Maior volume ⁽³⁾	1,2 A	0,9 A	1,1 A	1,3 A
Sem adjuvante	1,1 A	2,2 A	1,2 A	1,3 A
Com adjuvante	1,2 A	2,3 A	1,2 A	1,3 A
Trat x Test (F)	7,6 **	10,6 **	12,8 **	20,3 **

Os valores foram transformados em $\text{Log } x+1$.

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Utilizando-se a fórmula de HENDERSON & TILTON (1955) da porcentagem de eficiência, observa-se que as maiores eficiências foram encontradas até os 7 dias após

aplicação do inseticida (Figura 11), semelhante ao primeiro experimento, que apresentou as maiores eficiências até 6 dias após a aplicação. BELLETINNI et. al. (2007) relatam dificuldade no controle dessa praga devido ao hábito da lagarta, já que estas ficam normalmente alojadas no baixeiro das plantas, ficando assim, protegidas da ação dos inseticidas, especialmente quando a cultura estiver fechada.

Da mesma forma do experimento anterior, deve-se analisar com base no manejo integrado de pragas o momento ideal para realizar a pulverização química, pois a produtividade média do experimento de 2.625.7 mil quilos não apresentou diferença significativa ($0,06^{NS}$) no teste F para o tratamento versus testemunha. Assim, devido a baixa infestação da lagarta-falsa-medideira, o controle químico tornar-se-ia desnecessário, pois não houve comprometimento da produtividade.

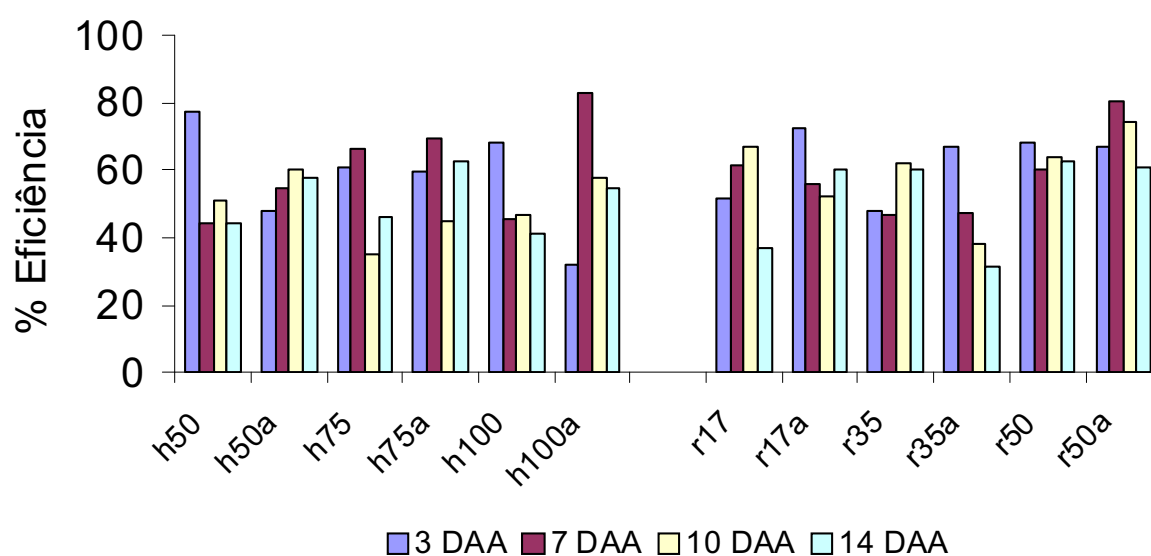


Figura 11. Porcentagem de Eficiência no controle de lagartas *Pseudoplusia includens* após aplicação de inseticida com diferentes bicos, volumes de calda e adjuvante. Safra 2006-07. h- hidráulico. r – rotativo. 50; 75; 100; 17; 35 e 50 L ha⁻¹.

4. Avaliação do espectro de gotas

Devido aos tratamentos serem idênticos nas safras 2006-07 e 2007-08, a avaliação do espectro de gotas foi realizado uma única vez, pois estes resultados podem ser considerados em ambos experimentos.

Para o diâmetro de gotas observou-se que embora o diâmetro mediano volumétrico (DV_{0,5}) fosse semelhante entre os equipamentos avaliados, estatisticamente eles foram diferentes, no qual o bico hidráulico caracterizou-se pela produção de gotas de maior diâmetro em relação ao bico rotativo. ANTUNIASSI et al. (2004) ressalta que as gotas menores proporcionam melhor cobertura na parte inferior da planta.

Houve diferença no tamanho de gotas entre os volumes avaliados (Tabela 13). Essa diferença pode ser devida às diferentes concentrações do produto fitossanitário nos diferentes volumes de calda. Pois, uma vez que as quantidades dos produtos não variaram por área, a concentração aumenta relativamente com a redução do volume de calda. Observa-se que o volume médio apresentou gota mediana de maior diâmetro. As gotas de menor tamanho embora possam produzir uma melhor cobertura, são altamente suscetíveis a deriva em condições de campo. Esse fato pode ter sido responsável pela maior cobertura e deposição das gotas aspergidas e pela melhor eficiência no controle de *P. includens* na safra 2006/07, com a utilização do médio volume e gotas de maior diâmetro.

Observou-se que a adição de adjuvante proporcionou maior tamanho de gota. Segundo CORRÊA (2005) os adjuvantes criam uma barreira de proteção, proporcionando redução nas perdas por degradação e volatilização. Provavelmente esse maior diâmetro nas gotas produzidas com adjuvante tenha ocorrido em função de tal característica. Isto pode ser observado na safra 2006/07, na qual a aplicação com volume médio, proporcionou maior valor de depósito para o terço inferior ao se adicionar o adjuvante. O mesmo ocorreu para o bico hidráulico, no qual a adição de

adjuvante proporcionou o dobro de deposição em relação a aplicação sem adjuvante no terço inferior da soja.

Ao se analisar a amplitude relativa, pode-se observar que o bico rotativo produziu gotas de maior homogeneidade, caracterizado pelos menores valores de AR (Tabela 13). Desta forma na pulverização de um determinado tamanho de gota esse tipo de bico produzirá uma grande quantidade de gotas na faixa do tamanho ideal, por outro lado os bicos hidráulicos produzirão uma faixa considerável, fora do valor tido como ideal para controle do alvo. Isso gera desperdício, perdas e contaminações de outras áreas que não são o foco da aplicação. De acordo com LAW (2001) a maioria das pulverizações proporciona perdas da ordem de 60 a 70% do volume aplicado. Assim, é preciso que se reduzam estes valores para uma aplicação segura e com maior homogeneidade possível, assim como ocorre com as gotas produzidas pelo bico rotativo.

Essas gotas fora do tamanho ideal ser poderão perdidas pela deriva ou então, se muito grandes por escorrimento. Desta forma, LAGUNA (2000) relata que alguns equipamentos podem ser empregados na produção de gotas uniformes, tais como os cones rotativos, utilizados nos pulverizadores com bicos centrífugos, que produzem população de gotas com menores coeficientes de variação. CUNHA et al. (2003) ressalta ainda que a medida que se deseja aumentar a qualidade da pulverização, deve-se exigir mais do desempenho dos bicos e, especialmente, da homogeneidade do espectro de gotas.

Observa-se que o bico rotativo produziu estatisticamente, uma baixa porcentagem de gotas menores que 100 μ m, este fator é importante no momento de se escolher um equipamento uma vez que gotas menores do que este diâmetro são facilmente perdidas por deriva ou evaporação. Quanto menores esses valores, menor o risco de perda de produto fitossanitários durante uma aplicação causada por arrastamento das partículas de menor tamanho (CUNHA et al., 2003).

Enquanto o bico hidráulico gerou uma perda de 15% da calda total pulverizada o bico rotativo estaria perdendo apenas 3% do volume total pulverizado (Tabela 13). Isto levando em consideração que as condições aqui avaliadas são de temperatura e

umidade com valores aceitáveis para uma aplicação segura de acordo com a FAO (2002), e principalmente sem o fator vento influenciando. No campo se unirmos essas três condições meteorológicas, as perdas consequentemente podem ser bem mais drásticas.

Pode-se observar também que no menor volume, que se caracterizou pelo uso de maiores concentrações dos produtos fitossanitários, a porcentagem de gotas suscetíveis a deriva foi maior, portanto deve-se analisar criteriosamente a decisão de se reduzir o volume de aplicação, uma vez que este pode produzir um maior número de gotas que poderão ser facilmente perdidas (Tabela 13).

Tabela 13. Porcentagem de gotas menores que 100 μm , amplitude relativa (AR) e diâmetro de gotas no qual 50% do volume total pulverizado apresentou diâmetro inferior ao valor do diâmetro indicado abaixo.

Variáveis	Diâmetro de gotas		
	DV _{0,5}	AR	% gotas $\leq 100\mu\text{m}$
Bico hidráulico	179,5 A	1,34 A	15,2 A
Bico rotativo	168,9 B	0,52 B	3,3 B
Menor volume ⁽¹⁾	165,9 A	0,92 A	11,7 A
Médio volume ⁽²⁾	181,3 B	0,94 A	8,2 B
Maior volume ⁽³⁾	175,5 C	0,93 A	8,4 B
Sem adjuvante	172,3 A	0,93 A	9,7 A
Com adjuvante	176,2 B	0,93 A	9,2 A
CV (%)	2,3	14,61	16,65

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação para o DV_{0,5}, entre os adjuvantes e os bicos de pulverização, no qual a adição de adjuvantes utilizando o bico rotativo proporcionou estatisticamente um maior diâmetro (172,1 μm) de gotas em relação a aplicação sem adjuvante (165,8 μm). Para o bico hidráulico não houve diferença. A adição de adjuvantes reduziu a porcentagem de gotas suscetíveis à deriva, ou seja gotas menores que 100 μm , no menor volume avaliado. SUMNER (1997) mostra que a adição de adjuvantes à calda de

pulverização pode alterar o espectro de gotas pulverizadas, pois aumenta o tamanho da mesma, reduzindo o risco potencial de deriva. Na interação entre volumes e adjuvantes, para o $DV_{0,5}$ a adição de adjuvantes no maior volume também proporcionou maior diâmetro (181,9 μm) de gotas em relação ao maior volume sem a adição do adjuvante (169,0 μm).

Utilizando adjuvante, o menor volume de calda apresentou estatisticamente menor diâmetro de gotas quando comparado aos maiores volumes de aplicação, isto possivelmente ocorreu devido a maior concentração de produtos fitossanitários na calda de aplicação.

Para a interação volumes de calda e bicos, para a amplitude relativa, o bico rotativo sempre produziu gotas de maior homogeneidade em relação ao bico hidráulico, e o menor volume de calda avaliado para o bico rotativo proporcionou melhor uniformidade das gotas aspergidas quando comparados aos maiores volumes.

Para a porcentagem de gotas menores que 100 μm , na interação bicos e volumes de aplicação, independente do volume, o bico rotativo proporcionou significativamente em todas as avaliações menores porcentagens de gotas suscetíveis a deriva, ficando o seu valor médio em torno de 4%, enquanto para o bico hidráulico esse valor superou 15%. Em geral, valores inferiores a 15% do volume pulverizado composto por gotas com diâmetro inferior a 100 μm parecem ser mais adequados a uma aplicação segura (CUNHA et al., 2003). Desta forma a recomendação desse tipo de pulverização com bicos que possam reduzir as perdas causadas pela deriva, torna-se uma prática recomendável.

5. CONCLUSÕES

- Para as condições deste experimento, a melhor cobertura e deposição é alcançada utilizando-se volume de 75 L ha⁻¹ com o bico TT 11001, com adição de adjuvante.
- O bico rotativo produziu 3,3% de gotas menores que 100 µm e o bico hidráulico 15,2%, do volume total pulverizado. O bico rotativo produziu gotas de maior uniformidade, em relação ao bico hidráulico.
- A adição de adjuvantes promove gotas de maior tamanho e menos susceptíveis à deriva.
- A redução no volume de aplicação de forma criteriosa não prejudica o controle de *P. includens*.

6. REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E. W. C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: III Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu, **Anais...** p.48-51. III SINTAG. 2004

ANDEF, Associação Nacional de Defesa Vegetal. 2008. Acesso em 19/06/2008. Disponível em: < <http://www.andef.com.br/aplicacao/aplicacao.htm>>.

BELLETTINI, S.; BELLETTINI, N. M. T.; BRITO NETO, A. J.; NONOMURA, F. E.; KOYAMA, S. Diferentes inseticidas e doses no controle da lagarta falsa medideira (*Pseudoplusia includens* Walker, 1857), na cultura da soja. In: XXIX Reunião de

Pesquisa de Soja na Região Central do Brasil, Campo Grande. **Anais...** p. 48-50. XXIX RPSRCB. 2007

CAMARGO, T. V.; ROMAGNOLE, E. W. C.; BONELLI, M. A. P. O. Controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) em aplicações tratorizadas com bicos hidráulicos e centrífugo (baixo volume oleoso). In: III Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu, **Anais...** p.88-91. III SINTAG. 2004

CARBONARI, C. A.; MARTINS, D. MARCHI, S. R.; CARDOSO, L. R. Efeito de surfactantes e pontas de pulverização na deposição de calda de pulverização em plantas de grama-seda. **Planta Daninha**. Viçosa. v. 23, n. 4, p. 725-729, 2005.

COURSHEE, R. J. Application and use of foliar fungicides. In TORGESON, D. C. ed. **Fungicide – An advanced treatise**, Academic Press, N. York, 1967. p.239-86.

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

ETHERIDGE, R.E.; WOMAC, A.R.; MUELLER, C.T. Characterization of the spray droplet spectra and patterns of four venturi-type drift reduction nozzles. **Weed Technology**, Lawrence. v.13, p.765-70, 1999.

FAO. **BUENAS PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN TERRESTRE DE PLAGUICIDAS**. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, p. 39, 2002.

FERNANDES FILHO, E. I.; VALE, F. X. R. e LIBERATO, J. R. **QUANT v.1.0.0.22**: Quantificação de doenças de plantas. Viçosa: editora, 2002. 1 CD-ROM.

FERREIRA, M. C.; IAMAMOTO, M. M.; ROCHA, F. G. F.; IOST, C. A. R.; LEITE, G. J. Cobertura do algodoeiro por caldas fungicidas aplicadas com pulverizadores de pressão constante (CO₂) e com bico rotativo avaliado com papel sensível a água. **ANAIS...** In Congresso Brasileiro de Algodão. 2005

HENDERSON, C. F.; TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal Economic Entomology**, Lanham v.63, p.1536- 1539, 1955.

LAGUNA, A. **Maquinaria agrícola. Construcción, funcionamiento, regulaciones y cuidados**. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 361 p., 2000.

LAW, S. E., Agricultural electrostatic spray application: a review of significant research and development during the 20th century. University of Georgia, Athens, USA. **Journal of Electrostatics**, p. 25-42, 2001.

MACHADO-NETO, J. G.; MATUO, T. Avaliação de um amostrador para estudo da exposição dérmica de aplicadores de defensivos agrícolas. **Ciência Agrônômica**, Jaboticabal, v.4, n.2, p.22, 1989.

MATUO, T. **Técnicas de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139p.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop Protec.**, v. 19, p. 609-615, 2000.

MURPHY, S.D.; MILLER, P.C.H; PARKIN, C.S. The effect of boom section and nozzle configuration on the risk of spray drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.75, n.2, p.127-37, 2000.

PALLADINI, L. A.; SOUZA, R. T. Sistema de produção de uva de mesa no norte do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2005.

PALLADINI, L. A. Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações. 2000. 111p. **Tese** (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PIO, L. P. Soja: tecnologia de produção II. In: **Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em soja**. Piracicaba. 450p. 2000.

ROMÁN, R. A. A. Aplicação de fungicida na cultura da soja em função de pontas de pulverização e volume de calda. 2008. 65 p. **Monografia** (Graduação em Agronomia) – FAZU – Faculdades Associadas de Uberaba, Uberaba, 2008.

RUEDELL, J.; Tecnologia de aplicação de defensivos. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS. nº 72. 2002.

SOUZA, R. T. Depósito de pulverização com diferentes padrões de gotas em aplicações tardias na cultura do algodoeiro. In: III Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu, **Anais...** p.104-107. III SINTAG. 2004

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

SANTOS, R. O. **Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes**. **Dissertação**. 2007. 83p. Universidade Federal de Lavras. UFLA. 2007

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação com a utilização correta dos recursos naturais é antiga. Entre os recursos disponíveis, a água já se tornou um dos itens de grande importância social, e caso nada seja feito para preservá-la, poderá ter um valor econômico muito grande, o que pode influenciar diretamente na agricultura brasileira.

Durante a aplicação de produtos fitossanitários é importante a escolha do melhor volume de aplicação, pois este de acordo com o alvo e a concentração de ingrediente de ativo pode variar e interferir no sucesso do controle. Desta forma torna-se fundamental a pesquisa em relação ao controle das pragas, aliado ao consumo racional dos recursos disponíveis.

Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar através da tecnologia de aplicação, variáveis que possam influenciar no controle e sucesso da pulverização, porém sem esquecer do princípio básico de utilização racional tanto dos produtos fitossanitários quanto dos recursos naturais.

Foi possível observar com o desenvolvimento deste trabalho, que a utilização da água na pulverização, pode ser reduzida sem prejudicar fatores primordiais para aplicação no alvo, ou seja sem o comprometimento da cobertura e deposição das gotas pulverizadas. Também foi possível avaliar equipamentos que proporcionam menor risco de contaminação ambiental, devido a menor deriva e pela maior uniformidade das gotas aspergidas, como é o caso da tecnologia CDA (Controlled Droplet Application) que preconiza a aplicação de gotas de tamanho controlado. Uma das vantagens desta tecnologia é que ela pode ser alcançada utilizando-se baixos volumes de aplicação, contribuindo desta forma não só para a redução da contaminação do meio ambiente, como também para o uso racional da água.

O bico hidráulico apresentou potencial de perda de 15 a 20% do volume total pulverizado, enquanto o bico rotativo variou de 2,3 a 3,3%. Esta perda é devida somente ao uso inadequado do espectro de gotas. Por ser a pulverização via energia hidráulica, amplamente utilizada na agricultura, deve-se atentar para evitar que este tipo de aplicação não venha a contaminar outras áreas que não sejam nosso alvo.

Pode-se observar neste trabalho que os melhores resultados no controle da lagarta-falsa-medideira é obtido não somente com o aumento no volume de aplicação. Pois o aumento do volume melhora a eficiência até certo ponto, a partir deste limite a deposição diminui devido a redução na concentração de ingrediente ativo na calda, assim o sucesso dependerá ainda mais de uma melhor cobertura pelas gotas de pulverização.

Desta forma, pesquisas referentes as técnicas de aplicação com gotas de tamanho controlado devem ser realizadas, com o intuito de reduzir a heterogeneidade no espectro de gotas produzidas pelos bicos de energia hidráulica, e assim reduzir as perdas e contaminações causadas pela deriva durante as aplicações de produtos fitossanitários.