

UNIOESTE
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO

MICHELE ALESSANDRA HARTMANN SCHMIDT

**DEPOSIÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DA
SOJA EM FUNÇÃO DO TIPO DE PONTA E DO VOLUME APLICADO**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
NOVEMBRO/2006

MICHELE ALESSANDRA HARTMANN SCHMIDT

**DEPOSIÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DA
SOJA EM FUNÇÃO DO TIPO DE PONTA E DO VOLUME APLICADO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Robinson Luiz Contiero

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

NOVEMBRO/2006

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de estudar e trabalhar ensinando, com saúde, dignidade e por me guiar em todos os momentos da vida.

À minha família, nas pessoas de Milton Hartmann, Ivoni Hartmann e Clóvis André Schmidt, pela oportunidade de continuar estudando, pelo apoio e compreensão, em mais uma etapa vencida.

À Coopavel, pelo apoio na realização desta pesquisa em sua área experimental, na pessoa de Jorge Luiz Knebel, responsável pela área experimental.

À Unioeste, nas pessoas dos professores Dr. Robinson Luiz Contiero, Dr. Eurides Küster Macedo Júnior e Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi.

Em especial à Engenheira Agrônoma Aline Regina Limberger, amiga e companheira, que não mediu esforços para que este trabalho se tornasse realidade, meu eterno agradecimento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Detalhe da formação do spray e das gotas com bolhas de ar nas pontas com injeção de ar. Fonte: adaptado de Antuniassi, 2004.....	14
Figura 2 Curva de calibração para concentrações conhecidas do corante Alimentício Azul Brilhante (FD&C nº 1) e equação de regressão da reta obtida	28
Figura 3 Deposição (ml) de calda na cultura da soja em função de diferentes pontas de pulverização	31
Figura 4 Deposição média de calda (ml) na cultura da soja em função de diferentes volumes de aplicação	31
Figura 5 Deposição média de calda (ml) na cultura da soja em função do tipo de ponta e volume de calda aplicado	31
Figura 6 Deposição média de calda (ml), nos diferentes extratos da cultura de soja, em função do tipo de ponta de pulverização	35
Figura 7 Deposição média de calda (ml), nos diferentes extratos da cultura de soja, em função do volume de calda aplicado.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Classificação do volume de pulverização (L ha ⁻¹). Fonte: adaptado de Antuniassi, 2004	17
Tabela 2 Densidade teórica obtida pela distribuição de 1 L de calda em 1ha,de acordo com o tamanho das gotas.Fonte:adaptado de Antuniassi, 2004	18
Tabela 3 Densidade de gotas necessária para a ação eficiente de defensivos. Fonte: adaptado de Antuniassi, 2004	18
Tabela 4 Resultados de análise de solos da área experimental. Cascavel, PR 2004/2005.Fonte: Laboratório de análise de solos Coodetec, Cascavel,PR	24
Tabela 5 Tratamentos utilizados no experimento	26
Tabela 6 Deposição média (ml) de corante na cultura da soja, obtida com a utilização de diferentes pontas e volumes de aplicação. Cascavel-PR, 2004/2005	30
Tabela 7 Deposição média (ml) de corante, obtida com a utilização de diferentes pontas em diferentes extratos nas plantas. Cascavel-PR, 2004/2005.....	34
Tabela 8 Deposição média (ml) de corante, obtida com a utilização de diferentes volumes de calda, em diferentes extratos na cultura da soja. Cascavel-PR, 2004/2005	36

SUMÁRIO

RESUMO	06
ABSTRACT	07
1 INTRODUÇÃO	08
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO	10
2.1.1 Seleção de Pontas para Pulverização.....	13
2.1.2 Uniformidade de Distribuição da calda	15
2.1.3 Volume de calda a ser utilizado.....	16
2.1.4 Densidade de gotas.....	18
2.1.5 Deposição do alvo	19
2.1.6 Avaliação de depósitos de pulverização.....	21
2.1.7 Questão ambiental.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	24
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	25
3.3 IMPLANTAÇÃO DA CULTURA.....	25
3.4. CONDUÇÃO DA CULTURA.....	25
3.5 TRATAMENTOS	26
3.6 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS	26
3.7 AVALIAÇÕES.....	28
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 PONTAS DE PULVERIZAÇÃO X VOLUMES DE APLICAÇÃO.....	30
4.2 EXTRATOS DA PLANTA X PONTAS DE PULVERIZAÇÃO	33
4.3 VOLUME DE CALDA X EXTRATOS.....	35
5 CONCLUSÕES	38
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXO 1	46

RESUMO

Evitar as perdas na agricultura tem sido o grande objetivo dos Engenheiros Agrônomos, assim como profissionais de outras áreas afins de ciências agrárias que preocupam-se muito com as perdas na agricultura, incluindo a área fitossanitária. Na maioria das vezes, durante o controle químico de pragas, doenças e plantas daninhas, dá-se muita importância ao produto fitossanitário e pouca atenção à técnica de aplicação. A consequência é a perda de eficácia, quando não o fracasso total do tratamento, com superdosagens ou subdosagens, que levam à perda de rentabilidade dos cultivos e a danos ao ambiente e à própria saúde humana. A maioria das aplicações de defensivos agrícolas é feita por meio de pulverização, ou seja, pela geração e emissão de partículas líquidas. Diante dessas necessidades foi conduzido o presente trabalho no município de Cascavel – PR, na safra de 2004/2005, utilizando o cultivar de soja CD 202, com o objetivo de avaliar a quantidade de calda depositada nas folhas da soja, variando-se o volume de calda aplicada e os tipos de pontas utilizadas na barra de pulverização, utilizando-se substância traçadora, simulando as características físicas das soluções de produtos fitossanitários. Para avaliar a distribuição da pulverização, foram coletadas quinze folhas por planta em diferentes extratos (superior, mediano e inferior), com a finalidade de avaliar a deposição da calda, de acordo com os diferentes pontas e volumes aplicados. O delineamento experimental constituiu-se de blocos ao acaso, em arranjo fatorial, compreendendo 4 pontas de pulverização com pontas do tipo leque simples, duplo leque, duplo leque com injeção de ar e cone vazio e 3 volumes de calda (150, 250 e 350 L ha⁻¹). De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que o presente trabalho foi conduzido, concluiu-se que: No que diz respeito às pontas de pulverização nos diferentes extratos das plantas, não houve diferença significativa entre as pontas utilizadas no experimento; no que se refere aos volumes de calda, não houve diferença significativa entre os mesmos, porém quando comparados nos diferentes extratos da planta, a maior deposição foi obtida com a utilização de 250 L ha⁻¹, sendo que quando variou-se o volume para mais ou para menos a deposição foi menor. No que se refere ao extrato da planta, a deposição da calda variou de forma decrescente do extrato superior ao inferior.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia de Aplicação; Pontas de Pulverização; Volumes de Calda; Traçadores.

ABSTRACT

To prevent the losses in agriculture has been the great objective of the Engineers Agronomists, as well as professionals of other similar areas of agrarian sciences that are worried very about the losses in agriculture, including the fitossanitária area. Most of the time, during the chemical control of plagues, harmful illnesses and plants, give to much importance to the fitossanitário product and little attention to the application technique. The consequence is the loss of effectiveness, when not total it failure of that take to the loss of yield of the cultivate and the damages to the environment and the proper health human being. The majority of the applications of agricultural defensives is made by means of spraying, that is, for the generation and emission of liquid particles. Due to those needs the present work was carried out in Cascavel-PR, in the harvest 2004/2005, using the soybean cultivar CD 202, with the objective evaluating the amount of syrup deposited on the soybean leaves, varied the volume of syrup applied and the beaks types used in the spraying bar, used tracer substance, simulating the physical characteristics of the solutions of the products. To evaluate the spraying distribution, fifteen leaves were collected per plant in different extracts (higher, medium and lower), with the purpose of evaluating the syrup penetration, in agreement with the different beaks and applied volumes. The experimental design was arranged in randomized complete blocks, in factorial arrangement, with four beaks and point of the type simple fan, double fan, double fan with air injection and empty cone and 3 syrup volumes (150, 250 and 350 L ha⁻¹). In agreement with the results obtained and in the conditions that the present work was carried out. In accordance with the results gotten and in the conditions where the present work was lead, concluded that: In what it says respect to the peaks of spraying in different extracts of the plants, can be concluded that, it did not have significant difference enters the used peaks in the experiment. As for the volumes of syrup volume, it did not have significant difference between the same ones, however when compared in different extracts of the plant, the biggest deposition L was gotten with the use of 250 ha⁻¹, having been that when the volume for more varied or for less the deposition it was lesser. As for the extract of the plant, the depositio syrup volume varied of decreasing form of the superior extract the inferior

WORDS-KEY: Application Technology; Spraying Beaks; Syrup Volume; Tracers.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) que hoje cultivamos é muito diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Yangtse, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. Sua importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa era tal, que a soja, juntamente com o trigo, arroz, centeio e milho, era considerada um grão sagrado, com direito a cerimônias ritualísticas na época do plantio e da colheita (EMBRAPA, 2005).

O Brasil consolidou-se no início dos anos 80 como o segundo maior produtor mundial de soja. Numa trajetória sem precedentes na agricultura mundial, em aproximadamente uma década o país tornou-se o primeiro exportador mundial de farelo e óleo de soja e o segundo maior exportador de grão. O produto se tornou o principal item da pauta de exportação, com receitas médias de US\$ 3 bilhões/ano. O Brasil tornou-se o segundo maior consumidor de óleo de soja no mundo, atrás apenas dos EUA. O consumo artesanal de gorduras animais, como a banha de porco, foi rapidamente substituído, numa quase exigência da urbanização do país (CONCEIÇÃO, 2000).

Evitar as perdas na agricultura tem sido o grande objetivo dos Engenheiros Agrônomos, assim como profissionais de outras áreas afins de ciências agrárias que preocupam-se muito com as perdas na agricultura, incluindo a área fitossanitária. De acordo com a FAO, 35% são as perdas nessa área: 14% pelos insetos, 12% devido às doenças e 9% através das plantas daninhas (CONCEIÇÃO, 2000).

Na maioria das vezes, durante o controle químico de pragas, doenças e plantas daninhas, dá-se muita importância ao produto fitossanitário e pouca atenção à técnica de aplicação. A consequência é a perda de eficácia, quando não o fracasso total do tratamento, com superdosagens ou subdosagens, que levam à

perda de rentabilidade dos cultivos e a danos ao ambiente e à própria saúde humana. A maioria das aplicações de defensivos agrícolas é feita por meio de pulverização, ou seja, pela geração e emissão de partículas líquidas. A divisão do líquido em pequenas gotas ocorre nas pontas de pulverização. Estas podem ser consideradas um dos componentes mais importantes dos pulverizadores hidráulicos, por determinar as características do jato emitido, regular a vazão e determinar o tamanho das gotas (CUNHA & RUAS, 2006).

Desta forma, pesquisas realizadas sobre tecnologia de aplicação, em condições específicas de tipos de pontas e volumes de pulverização, auxiliam no uso correto e eficiente dos defensivos agrícolas destinados ao controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivos, determinar o volume e a ponta de pulverização que proporcionem a melhor deposição foliar, em diferentes extratos da planta de soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

Conforme RAMOS (2000), a tecnologia de aplicação de agrotóxicos é o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas. Este autor destaca ainda, que fatores como o alvo a ser atingido, as características do produto utilizado, a máquina, o momento da aplicação e as condições ambientais, interferem na eficiência dos tratamentos fitossanitários e que a interação destes elementos é responsável pela eficiência ou ineficiência do controle.

Entre as diferentes técnicas de aplicação de agrotóxicos, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, graças à flexibilidade que oferecem em diferentes situações (TEIXEIRA, 1997). Existem vários tipos de pulverizadores hidráulicos, que vão desde os mais simples, do tipo costal, utilizado em pequenas áreas, até os equipamentos mais sofisticados, como os pulverizadores de barra autopropelidos. Nesses equipamentos, as pontas de pulverização representam um dos principais componentes, pois influenciam diretamente na qualidade e segurança da aplicação (CHRISTOFOLETTI, 1999b).

O uso da pulverização, com a finalidade de controle fitossanitário, depende não somente de produtos de ação comprovada, mas também da tecnologia desenvolvida para sua aplicação. A pulverização fica ainda condicionada ao momento de sua realização e à influência dos fatores meteorológicos e biológicos. A eficiência da pulverização é afetada pela forma, tamanho e posição do alvo, pela densidade, diâmetro e velocidade de gota e pela velocidade e direção do fluxo de ar (BALAN et al., 2006)

De acordo com BALARDIN (2002) e FORCELINI (2004), uma das principais medidas de controle de doenças compreende a aplicação de fungicidas, porém ainda persistem dúvidas em relação à tecnologia de aplicação como: volume de calda, tamanho das gotas, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, entre outras.

Segundo HISLOP et al. (1987), os maiores objetivos em pesquisas com aplicação de defensivos são a definição do depósito em alvos biológicos e a identificação de métodos precisos de aplicação, os quais são desenvolvidos para permitir redução no volume de pulverização e/ou dose do ingrediente ativo, sem perda da eficácia biológica.

Nas décadas passadas, pouco se dava atenção ao tamanho e à uniformidade das gotas produzidas durante a aplicação de produtos fitossanitários, pois o que interessava era molhar bem a cultura, o que se conseguia mediante um volume de calda bastante alto (CARRERO, 1996).

CHRISTOFOLETTI (1999b) escreve que a aplicação é um processo de se colocar o produto químico no alvo. Teoricamente, quanto maior a quantidade de produto depositado na superfície, maior poderá ser a sua ação. Desta forma, a aplicação de um determinado produto químico pode ser valorizada em termos de eficiência, que é a relação percentual entre a quantidade de produto depositada no alvo e a quantidade de produto emitida pela máquina. Os sistemas de pulverização hidráulicos convencionais utilizados para realizar este controle se baseiam na quebra das gotas pela pressão hidráulica e a deposição do produto no alvo pela força da gravidade, limitando a possibilidade de trabalhar com gotas muito pequenas, as quais sofrem o efeito da deriva e evapotranspiração, havendo desta forma um maior gasto do produto para garantir a deposição da quantidade mínima deste no alvo.

Conforme ANTUNIASSI (2004), a definição de parâmetros como tamanho de gotas e volume de aplicação depende diretamente da relação alvo/defensivo. A tendência de utilização de gotas grandes visando à redução do risco de perdas (deriva, evaporação, etc.) e a diminuição da contaminação do ambiente pode ser prejudicial para a eficiência do tratamento, em função das gotas grossas proporcionarem menor deposição nos alvos de aplicação, quando comparada às gotas mais finas. Em muitos casos, o simples aumento do volume de pulverização pode não proporcionar o controle eficiente, pois a capacidade de deposição das

folhas é limitada, além das gotas grandes tornarem o sistema mais propício para a ocorrência do efeito guarda-chuva (CUNHA & RUAS, 2006).

Durante a aplicação, alguns fatores podem determinar a interrupção da pulverização, correntes de vento, por exemplo, podem arrastar as gotas numa maior ou menor distância em função de seu tamanho ou peso. A temperatura e, principalmente, a umidade relativa do ar contribuem para a evaporação rápida das gotas. As condições limites para uma pulverização são: umidade relativa do ar: mínima de 55%; velocidade do vento: 3 a 10 km h⁻¹; temperatura: abaixo de 30° C (ANDEF, 2004).

Atualmente, a aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem é uma das principais preocupações dos produtores após o florescimento da cultura da soja. No momento em que as plantas atingem o grau máximo de desenvolvimento vegetativo, com total fechamento e grande área foliar, as aplicações necessitam da máxima capacidade de penetração na massa de folhas e deposição das mesmas, mesmo para a aplicação de produtos com características de ação sistêmica (ANTUNIASSI et al., 2004). Diversos autores têm estudado a influência das características da tecnologia de aplicação no desempenho de fungicidas para a soja. Como exemplo, BOLLER et al. (2002), obtiveram resultados semelhantes de produtividade de grãos aplicando fungicida sistêmico para controle de oídio com diferentes pontas, indicando haver possibilidade de se dar preferência àquelas com menor risco de deriva. BONINI et al. (2002), obtiveram resultados semelhantes de produtividade em soja utilizando diferentes técnicas terrestres e aéreas para a aplicação de fungicidas.

Estudos têm mostrado que, durante a pulverização, à medida que aumenta a proporção de gotas com diâmetro inferior a 100 µm também aumenta a deriva (SDTF, 1997). Biologicamente, no entanto, altos volumes de calda aplicados com gotas de pequeno diâmetro são bastante eficazes no controle de doenças (WALKLATE, 1992 e CROSS et al., 2001). Portanto, alternativas a essa forma de aplicação devem ser estudadas, visando tornar a aplicação mais segura ambientalmente.

Tradicionalmente, há na sociedade consenso de que os agrotóxicos são prejudiciais ao homem, devido às notícias de contaminação de animais e seres humanos. No entanto, o seu uso tem contribuído para a prática agrícola, por meio da redução de mão-de-obra e do aumento da produção, diminuindo os custos e

melhorando a qualidade dos alimentos. Sua utilização deve ser feita de maneira racional, dentro do contexto mais amplo da proteção integrada de plantas. Evitam-se, assim, a contaminação do solo e da água, os danos à saúde humana e animal e o aparecimento de pragas, doenças e plantas daninhas mais resistentes (CUNHA et al., 2003).

2.1.1 Seleção de Pontas para Pulverização

Atualmente, existem no mercado pontas de pulverização de vários tipos e usos definidos para diferentes e específicas condições técnicas operacionais (CUNHA & RUAS, 2006).

Existem no mercado vários tipos de pontas, com usos definidos para diferentes condições. Entre as mais usadas, destacam-se as de jato cônico vazio e as de jato plano, as quais, dependendo da pressão e do ângulo de abertura, podem causar muita deriva. Para contornar esse problema, os fabricantes lançaram no mercado pontas com potencial antideriva. Um dos modelos, de pontas de jato plano antideriva, é dotado de um pré-orifício, localizado antes da abertura para a formação do jato, que produz gotas de maior diâmetro (ANTUNIASSI, 2004).

Habitualmente o termo "bico de pulverização" é utilizado como sinônimo de "ponta de pulverização", entretanto, correspondem a estruturas diferentes. O bico é composto por todo o conjunto com suas estruturas de fixação na barra (corpo, peneira, ponta e capa), enquanto que ponta corresponde ao componente do bico responsável pela formação das gotas (ANDEF, 2004).

A ponta, órgão responsável pela emissão das gotas e, por isso, considerado o componente mais importante do equipamento pulverizador, é que determina diversos fatores relacionados à qualidade da aplicação, entre eles a vazão e a uniformidade de distribuição do líquido, os quais devem apresentar a menor variação possível ao longo da barra (BAUER & RAETANO, 2004).

Uma nova tecnologia disponível no mercado é a ponta de injeção de ar (Figura 1). Estas pontas possuem orifícios por onde o ar é succionado pela própria passagem do líquido. Assim, ar e líquido se misturam e as gotas formadas são

arremessadas contendo inclusões (bolhas) de ar. Estas pontas produzem gotas muito grandes, maiores do que as pontas de baixa deriva de tamanho equivalente, reduzindo, sobremaneira, o risco de deriva. Entretanto, devido as bolhas de ar, tais gotas podem resultar em deposição melhor do que das gotas grandes geradas por pontas convencionais. As inclusões de ar facilitam a fragmentação da gota no momento do impacto com o alvo, aumentando a deposição. Uma característica importante deste tipo de ponta é que a inclusão de ar ocorre de maneira mais efetiva em pressões maiores. Assim a recomendação básica é que a pressão de trabalho não seja muito baixa (ANTUNIASSI, 2004).

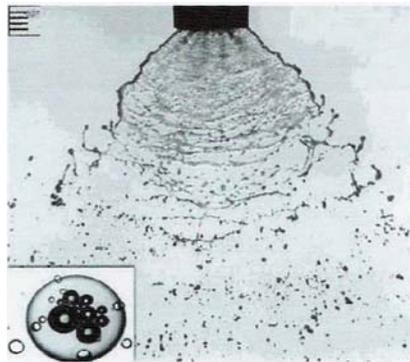


Figura 1. Detalhe da formação do spray e das gotas com bolhas de ar nas pontas com injeção de ar. (Fonte: adaptado de Antuniassi, 2004)

As pontas de jato plano, bastante utilizadas na aplicação de herbicidas, por trabalharem em pressões menores, geralmente entre 100 e 400 kPa, geram gotas relativamente maiores. Portanto, constituem possível alternativa para reduzir os inconvenientes das aplicações de fungicidas e inseticidas com pontas de jato cônico vazio. No entanto, eles geralmente proporcionam pior deposição do alvo e menor penetração do jato pulverizado no dossel da planta (CUNHA et al., 2004).

As pontas de jato cônico vazio estiveram relativamente mais sujeitas à deriva que as pontas de jato plano, independentemente da pressão. Portanto, seu uso deve ser feito com critério, evitando-se situações climáticas adversas. Mesmo com a redução da pressão de operação, há risco de perda de agrotóxico para o ambiente. Já as pontas de jato plano têm menor risco de deriva, principalmente em baixas pressões. O aumento da vazão nominal das pontas reduziu o risco de deriva (CUNHA et al., 2004).

Segundo ANTUNIASSI (2004), o tamanho das gotas é classificado segundo o seu diâmetro mediano volumétrico – DMV, medido em micrômetros (μm). Em termos gerais, o DMV se comporta de maneira inversamente proporcional à pressão de trabalho de uma ponta. Assim, para a obtenção de gotas maiores, a pressão tem que ser reduzida, sendo o inverso também verdadeiro.

Cada tipo de bico possui um padrão de distribuição característico, que determina a altura do bico em relação ao alvo (PERESSIN & PERECIN, 2003).

A escolha correta das pontas de pulverização é fundamental para uma correta aplicação de produtos fitossanitários, sendo que cada tratamento químico requer determinado tipo de bico. Conforme VELLOSO et al. (1984), as pontas de jato cônico vazio em geral são utilizadas para aplicação de inseticidas, fungicidas e acaricidas, tendo em vista que produzem gotas com diâmetro de 100 a 200 μm , ideais para a penetração entre a folhagem das culturas. Por sua vez, CHRISTOFOLETTI (1996), recomenda o uso de pontas de jato plano ou de jatos planos duplos para aplicar fungicidas com pulverizadores de barras. Em relação aos volumes de calda, a tendência é a utilização de menor volume de aplicação, visando com isso, diminuir o custo e aumentar a rapidez do tratamento (MATUO, 1990).

Em pesquisa realizada por BOLLER et al., (2004), observou-se que, quando o fungicida epoxiconazole + piraclostrobim é aplicado com volume de calda de 100 L ha^{-1} , as pontas de pulverização não se diferenciaram em relação ao controle de oídio da soja; com a utilização de volume de calda de 200 L ha^{-1} , as pontas de jato cônico vazio JA-2 e as pontas de indução de ar ID 12002 proporcionam controle de oídio mais eficiente do que as pontas de jato plano duplo TJ-60, e as de jato plano XR, DG e TT; as diferenças induzidas por algumas pontas e volumes de calda, nos níveis de controle da doença são insuficientes para afetar o rendimento de grãos de soja.

2.1.2 Uniformidade de Distribuição da Calda

De acordo com PERESSIN & PERECIN (2003), a uniformidade na distribuição da calda aplicada pela barra, em pulverizações de defensivos agrícolas, é dada pelas condições de montagem e de operação: espaçamento entre bicos,

altura da barra, ângulo de aspersão dos bicos e pressão de trabalho. O objetivo da pulverização é o de distribuir o produto selecionado de forma uniforme em toda a área a ser tratada.

Uma das formas de quantificar a uniformidade de distribuição numa pulverização é por meio da análise da deposição do produto na área, que é expressa pelo coeficiente de variação (C.V.) obtido dessa análise; quanto menor esse valor, mais uniforme é a distribuição (CHRISTOFOLETTI, 1997).

Ao avaliar um equipamento para aplicação de um defensivo agrícola, deve-se considerar os parâmetros que afetam, diretamente, a eficácia desses produtos. A uniformidade de distribuição transversal, proporcionada pelas pontas, constitui um dos parâmetros que mais afeta a qualidade das aplicações. Segundo a Norma do Comitê Europeu de Normalização, a uniformidade de distribuição medida em termos de coeficiente de variação da distribuição volumétrica (CV) deve situar-se abaixo de 7 %, quando o equipamento trabalha nas condições para as quais foi projetado, e de 9% para os trabalhos fora dessas condições (RODRIGUES et. al., 2004).

O padrão de uniformidade de distribuição utilizado em países da comunidade europeia estabelece que o coeficiente de variação seja menor que 7%. Distribuição desuniforme, abaixo do volume mínimo exigido, produz controle insuficiente, e quantidades acima causam perdas financeiras, toxidez nas culturas e danos ao meio ambiente (CORDEIRO, 2001).

CUNHA & TEIXEIRA (2001), consideram que a uniformidade de distribuição volumétrica superficial representada pelo coeficiente de variação é influenciada pela vazão nominal, pressão de trabalho e altura da barra.

Assim, segundo FURLANETTI (1998), um C.V. de 0% indica que um mesmo volume foi aplicado ao longo de toda a barra de pulverização, ou seja, distribuição com uniformidade absoluta.

2.1.3 Volume de Calda a Ser Utilizado

O volume de calda (Tabela 1) é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso da aplicação. A definição do volume de calda depende do tipo de alvo a ser atingido, da deposição necessária, da forma de ação do defensivo e da técnica de aplicação, dentre outros fatores (ANTUNIASSI, 2004).

O volume de defensivos agrícolas aplicados numa pulverização deve ser o mais uniforme possível, sob pena de se exigirem volumes adicionais para compensar os pontos ou faixas que recebem menores volumes (PERECIN et al., 1998).

Tabela 1 – Classificação do volume de pulverização (L ha⁻¹).

Classe	Culturas anuais (L ha⁻¹)
Alto volume	> 600
Médio volume	200-600
Baixo volume	50-200
Muito baixo volume	5-50
Ultra-baixo volume	< 5

(Fonte: adaptado de Antuniassi, 2004)

Atualmente, entretanto, existe tendência a se reduzir o volume de calda, visando diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (SILVA, 1999). O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores (CUNHA et al., 2005).

A redução do volume de calda requer, porém, um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo (CUNHA et al., 2005).

Reduções no volume de calda podem ser alcançadas por meio do aumento da velocidade de deslocamento do pulverizador, da redução da pressão de trabalho e, principalmente, da utilização de pontas de baixa vazão, capazes de produzir gotas menores com boa cobertura do alvo. Deve-se, neste caso, ter mais atenção às condições ambientais, pois gotas menores estão mais sujeitas a perdas por deriva e por evaporação (MATUO et al., 2001).

Outra estratégia para redução do volume de calda é o aumento do espaçamento entre bicos. Todavia, uma boa uniformidade de distribuição ao longo da barra somente é alcançada quando se é respeitada a inter-relação entre espaçamento de bicos, ângulo de abertura das pontas e altura da barra. Esta última, entre outros fatores, é dependente das condições ambientais, pois, aumentando-se a distância entre a ponta de pulverização e o alvo, maior será a influência delas sobre a deriva (MATUO et al., 2001).

2.1.4 Densidade de Gotas

De acordo com ANTUNIASSI (2004), outro parâmetro importante para o bom resultado de uma pulverização é a densidade de gotas, geralmente expressa em gotas cm^{-2} . A eficiência de uma maior ou menor densidade de gotas está ligada à forma de ação do defensivo (sistêmico, de contato, etc.). Para um mesmo volume aplicado sobre uma mesma área, a divisão do líquido em gotas menores proporciona uma melhor deposição do que a divisão em gotas maiores. Na Tabela 2 são apresentados dados teóricos sobre a densidade de gotas obtidas pela aplicação de um litro de calda, distribuído uniformemente em um hectare de área ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$), de acordo com o tamanho das gotas. Já na Tabela 3 é mostrado a densidade mínima necessária para cada tipo de aplicação. De forma geral, gotas pequenas são facilmente transportadas pelo vento, porém propiciam maior cobertura do alvo, condição desejada sobretudo quando da utilização de defensivos de contato (CUNHA et. al., 2005).

O volume de aplicação e a densidade de gotas definem, em termos básicos, a cobertura do alvo. A necessidade de deposição, por sua vez, depende dos objetivos da aplicação (ANTUNIASSI, 2004).

Tabela 2. Densidade teórica obtida pela distribuição de 1 L de calda em 1 ha, de acordo com o tamanho das gotas.

DMV (μm)	Densidade de gotas (Gotas cm^{-2})
50	153,0
100	19,0
200	2,4
400	0,3

(Fonte: adaptado de Antuniassi, 2004)

Tabela 3 – Densidade de gotas necessária para a ação eficiente de defensivos.

Tipo de defensivo agrícola	Gotas cm^{-2}
Inseticida	20 a 30
Herbicida Pré-emergente	20 a 30
Herbicida Pós-emergente	30 a 40
Fungicida sistêmico	30 a 50
Fungicida de contato	> 70

(Fonte: adaptado de Antuniassi, 2004)

Quanto maior a intensidade dos ventos e menores as gotas produzidas, maior será a quantidade de gotas desviadas. Como a água é o agente de diluição da maioria dos produtos comercializados, a evaporação tem papel importante numa aplicação. Para que as gotas “desapareçam” deve haver a contribuição do tamanho da gota, da umidade relativa do ar e da temperatura. A deposição está relacionada com a função do produto utilizado (modo de ação) e com o alvo (tamanho, forma, exposição, capacidade de deposição) que se pretende atingir (CHRISTOFOLETTI, 1999a).

ABI SAAB (1996) destaca que gotas menores não necessariamente promoverão melhores coberturas e deposições.

2.1.5 Deposição do Alvo

A microestrutura da superfície cuticular influencia a molhabilidade, deposição e distribuição da calda de pulverização na folha. Como a cutícula foliar tem componentes hidrófobos (cera), semi-hidrófobos (cutina) e hidrófilos (pectinas e celulose), a penetração das substâncias predominantemente polares ocorre através das pectinas, e das não-polares ou predominantemente não-polares, através das ceras e da cutina. A distribuição de constituintes químicos significa que a cutícula não é uma camada homogênea e a superfície externa é altamente lipofílica, tornando-se mais hidrofílica no interior da mesma (DEVINE et al., 1993).

RUITER et al. (1990) citam que as espécies que tiveram dificuldade de serem molhadas retiveram mais calda quando essa continha uma maior concentração do surfactante. Por esse resultado, infere-se que uma maior concentração do surfactante é requerida para que se possa ultrapassar a barreira formada por ceras epicuticulares cristalinas.

De acordo com ANTUNIASSI et al. (2004), a deposição da pulverização nas folhas foi significativamente influenciada pela posição de amostragem, com valores decrescentes de deposição na medida em que a amostragem foi realizada mais próxima do solo. Com relação à análise realizada, independentemente do volume aplicado, a maior parte da calda fica retida no extrato superior da planta, que conta com até dez vezes mais deposição do que as folhas do extrato inferior. Conforme o autor, no que se refere às diferenças entre tratamentos, observa-se que na

aplicação com volume de 100 L ha^{-1} , as gotas muito finas e finas (pontas TX VK6, TJ 60 11002 e XR 11002) propiciaram melhores deposições nos extratos medianos e inferiores da planta, com diferença estatisticamente significativa da ponta TX para a ponta AI (gotas muito finas para muito grossas). Os resultados mostraram que a cobertura das folhas foi significativamente influenciada pela posição de amostragem, com valores decrescentes de deposição na medida em que a amostragem foi realizada no extrato inferior da planta.

Aplicação eficiente requer deposição adequada da superfície-alvo com gotas de tamanho apropriado. No caso de serem produzidas gotas muito grandes, superiores a $800 \mu\text{m}$, não ocorre boa cobertura da superfície, nem boa uniformidade de distribuição. As gotas muito grandes, pelo seu peso, normalmente não se aderem à superfície da folha e terminam no solo. No caso de gotas muito pequenas, geralmente ocorre boa cobertura superficial e uniformidade de distribuição da calda, mas essas gotas podem evaporar em condições de baixa umidade relativa ou serem levadas pela corrente de ar (TEIXEIRA, 1997).

Resultados de pesquisa obtidos por PALLADINI & SOUZA (2004), na cultura da macieira, mostraram que os depósitos tanto no extrato superior quanto inferior das plantas aumentaram com o aumento do volume de calda aplicado; no extrato superior da planta as comparações entre os diferentes volumes em cada grupo, mostraram que sempre o menor volume apresentou menor deposição. No extrato inferior da planta, também se formaram dois grupos distintos de depósitos com os mesmos volumes dos formados no extrato superior da planta.

No que se refere à arquitetura das plantas, a relação entre o tamanho das gotas e a posição das folhas pode ser fator decisivo no sucesso da aplicação. Em tese, gotas maiores tenderiam a ser mais efetivas em plantas dicotiledôneas (folhas mais largas e horizontais), enquanto as gotas menores seriam mais adequadas para as monocotiledôneas, devido a maior facilidade de depósito em superfície vertical. Neste caso, o uso de aditivos de calda, como os surfactantes, pode ser fundamental para otimizar o processo (ANTUNIASSI, 2004)

Em trabalho desenvolvido por SCUDELER et al. (2004), com o objetivo de avaliar e comparar pontas de pulverização de jato cônico vazio JA-4 e jato plano com indução de ar AVI 11004 na deposição da pulverização na cultura da batata com volumes de 400 e 600 L ha^{-1} de calda concluiu-se que não houve diferença na deposição da pulverização no extrato superior das plantas pulverizadas com pontas

de jato cônico JA-4 e pontas com indução de ar AVI 11004. No extrato inferior das plantas, maior penetração foi obtida com maior volume (600 L ha^{-1}) e menores gotas (ponta JA-4).

De maneira geral, a deposição da pulverização é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, esta desuniformidade proporciona baixa eficácia no controle das doenças, principalmente no caso de fungicidas de contato, que requerem deposição uniforme em toda a planta. Este problema se acentua nas aplicações em que se utilizam pontas de jato plano que, em geral, produzem menor número de gotas por área e menor turbulência (CUNHA et. al., 2005).

Para a avaliação em campo dos tratamentos fitossanitários, adotam-se critérios baseados na análise de distribuição do produto sobre a cultura. Entre os métodos modernos de análise, a espectrofotometria ocupa lugar de destaque, devido à facilidade em determinar quantidades diminutas de substâncias (VOGEL, 1992).

2.1.6 Avaliação de Depósitos de Pulverização

As avaliações dos depósitos são utilizadas nas pesquisas de tecnologia de aplicação como instrumento para desenvolver e melhorar as técnicas de aplicação de defensivos (PALLADINI, 2000). A avaliação de uma pulverização pode ser realizada através de um estudo da deposição de gotas sobre superfícies-alvo, que podem ser naturais ou artificiais. Há vantagens e desvantagens quanto ao tipo de alvo a ser utilizado; contudo, as superfícies naturais são mais recomendadas, por representarem melhor as condições reais de uma aplicação (MILLER, 1993).

O emprego de aditivos tipo pó ou líquido nas formulações a serem pulverizadas, como forma de avaliação qualitativa e quantitativa dos depósitos, é bastante antigo. Inicialmente os compostos cúpricos foram muito utilizados e desde então vários outros métodos começaram a ser estudados. Nesta busca por novos métodos, HIMEL (1969), TOMPKINS et al. (1983) citados por ABI SAAB (1996) e EVANS et al. (1994), adicionaram suspensões de pigmentos fluorescentes ao produto a ser aplicado nas plantas, substâncias estas que se destacam facilmente sob luz ultra-violeta pela sua fluorescência. Segundo RAETANO (1996), a utilização

desses materiais fluorescentes apresenta vantagens, pois, sendo invisíveis nas folhas, diminui a tendência de escolha na coleta das amostras, além dos depósitos serem facilmente determinados em presença de luz ultra-violeta (BLB 15).

EDWARDS et al. (1961), na busca de novos métodos para substituir o cobre como produto utilizado para marcar e demonstrar o depósito nas folhas, selecionaram o “Phosphor” 2282 pela estabilidade à luz solar e pela fluorescência emitida sob luz ultravioleta.

Apesar das vantagens do uso dos pigmentos fluorescentes, pode-se citar como desvantagem o fato de, em sua grande maioria, serem insolúveis em água. Isso faz com que tenham que ser previamente misturados com espalhantes adesivos para melhorar sua dispersão no meio aquoso, como sugerido por RAETANO (1996). Tal mistura no entanto pode afetar os resultados em função da redução na tensão superficial da água proporcionada pelo espalhante. Em função disso, ABI SAAB (1996) utilizou com sucesso a técnica de misturar o pigmento com uma formulação pó molhável. Segundo este autor, tal artifício permitiu uma dispersão adequada sem a utilização de espalhantes.

De acordo com SHARP (1974), é viável avaliar a deposição da pulverização através de produtos fluorescentes simulando a formulação a ser utilizada, mas prevenindo-se de problemas como a degradação ou interferências de outras substâncias na fluorescência. Em suas avaliações, a degradação da intensidade de fluorescência dos pigmentos Salt 3S, TP 104, e Satum Yellow foi inferior a 5%, após a exposição à radiação equivalente há 6 horas em pleno sol de verão na Inglaterra, e para a diluição de pigmentos não suspensos diretamente em água como o Satum Yellow, recomendou adicionar 50 ml de agente molhante para cada 100 g do pigmento.

A avaliação da distribuição da calda nos vários extratos da planta também é importante. São exemplos os trabalhos de MAITHIA (1991), ABI SAAB (1996) e VAL et al. (1988) que utilizaram o espectrofotômetro de absorção atômica, para avaliar a penetração e o escorrimento da calda pulverizada.

A avaliação qualitativa – visual é simples, rápida e adequada para determinar grandes diferenças na deposição obtida em pulverizações, mas é muito subjetiva para estudos mais detalhados (SALYANI & WHITNEY, 1988).

2.1.7 Questão Ambiental

Segundo SALYANI (1999), a redução do orifício de saída das pontas, para obter menor volume de aplicação, aumenta o risco de deriva em virtude da diminuição do tamanho das gotas geradas. O problema se agrava quando se leva em conta que pontas de jato cônico vazio, por trabalharem em pressões mais elevadas que as pontas de jato plano, tendem a produzir gotas com menor diâmetro, razão por que há maior possibilidade de contaminação ambiental com a utilização das pontas de jato cônico vazio (SRIVASTAVA et al., 1994). Uma maneira de se reduzir à deriva consiste em aumentar o diâmetro das gotas e diminuir a proporção de gotas menores que 100 µm, o que é possível com o uso de pontas de jato plano (JENSEN et al., 2001). Em geral, gotas menores são mais eficazes no combate a pragas e doenças, mas pouco seguras, sob o ponto de vista ambiental. Assim, há necessidade de estudos que viabilizem e otimizem a redução do volume de aplicação nas pulverizações de fungicidas, para permitir a utilização de pontas e volumes de calda adequados (SILVA, 1999).

PASCHOAL (1979) relata que partículas de defensivos em suspensão podem ser levadas pelo vento e contaminar alimentos e forragens em áreas não tratadas e, partículas menores, usualmente produzem contaminações mais sérias a maiores distâncias da área de aplicação. Os efeitos dos defensivos em áreas vizinhas àquelas que receberam a aplicação também foram estudados por MARSHALL (1987), concluindo que muitas espécies são severamente afetadas por contaminações acidentais ou deriva, principalmente de herbicidas; SORTHIA & CHARI (1985) constataram 100% de mortalidade em abelhas melíferas (*Apis florea* F. e *Apis melipona* L.) quando atingidas pela deriva de inseticidas fosforados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na safra 2004/2005, em área pertencente à Coopavel - Cooperativa Agroindustrial, município de Cascavel (PR), localizada na BR 277, km 577, com altitude de 760 metros, latitude 24° 57' 30" S e longitude 53° 28' 30" W.

A área em questão vem sendo cultivada a doze anos no sistema de plantio direto, com soja no verão e aveia no inverno.

O solo da área de implantação do experimento é de textura argilosa, classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, com 65% de argila.

As características químicas do solo estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados de análise de solos da área experimental. Cascavel, PR, 2004/2005.

meq 100 m ⁻¹ ou Cmolc dm ⁻³							g dm ⁻³		%		mg L ⁻¹ ou mg dm ⁻³ ou ppm					
Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	T	C	MO	Al	V	P	Fe	Mn	Cu	Zn	PH CaCl ₂
8,65	5,50	0,54	0,00	4,61	14,69	19,30	25,71	44,22	0,00	76,11	17,10	98,38	75,36	4,90	6,07	5,50
NÍVEL			-	NÍVEL			-	NÍVEL		-	NÍVEL		-	NÍVEL		
alto	alto	alto	baixo	alto	alto	alto	alto	alto	baixo	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto

Fonte: Laboratório de análise de solos Coodetec, Cascavel, PR.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3 volumes (150; 250 e 350 L ha⁻¹) x 4 pontas de pulverização (leque simples; duplo leque; duplo leque com injeção de ar e cone vazio), totalizando 12 tratamentos e 4 repetições, em parcelas de 3,0 x 6,0 m (18 m²), totalizando 864 m² de área experimental.

Como área útil para a coleta das folhas foi considerada a área total, coletando-se folhas das plantas (cinco plantas/parcela) centrais de cada parcela.

3.3 IMPLANTAÇÃO DA CULTURA

A semeadura da soja, cultivar CD 202 (grupo de maturação precoce e hábito de crescimento determinado) foi efetuada em 30 de novembro de 2004 no espaçamento de 45 centímetros e densidade de 14 plantas m⁻¹.

3.4. CONDUÇÃO DA CULTURA

O controle de plantas daninhas foi feito com os herbicidas chlorimuron-ethyl 250 g kg⁻¹ na dose de 15 g i.a. ha⁻¹, lactofen 240 g kg⁻¹ na dose de 80 g i.a ha⁻¹ e clethodim 240 g L⁻¹ na dose de 100 mL i.a ha⁻¹. O controle de pragas foi efetuado com o inseticida lambdacialotrina 50 g L⁻¹ na dose de 4,0 ml i.a. ha⁻¹ para *Anticarsia gemmatilis* e metamidofós 600 g i.a. ha⁻¹ na dose de 480 ml i.a ha⁻¹ para o controle de *Euchistus heros*, quando o monitoramento indicou o nível de dano econômico, conforme recomendação oficial para a cultura (EMBRAPA, 2003).

Com base nas características químicas apresentadas na análise de solo (Tabela 1), a adubação utilizada na área experimental foi de 245 kg ha⁻¹ do adubo formulado 00-20-25.

3.5 TRATAMENTOS

Os tratamentos utilizados no experimento constam da Tabela 5.

Quando da aplicação dos tratamentos as condições climáticas eram: Temperatura de 26°C; Umidade Relativa do Ar: 59% e Velocidade dos Ventos de 6 a 7 km h⁻¹.

Tabela 5 – Tratamentos utilizados no experimento.

ESPECIFICAÇÃO DO BICO	Volume (L ha⁻¹)	Pressão (Lbf pol⁻²)	Vazão (L min⁻¹)	Classe de Gotas
Leque Simples 110.03 (AD 110.03)	150	60	1,43	Média
	250		1,43	
	350		1,43	
Duplo Leque 110.03 (AD 110.03-D)	150	60	1,43	Fina
	250		1,43	
	350		1,43	
Duplo Leque com Injeção de Ar 110.03 (AD-IA/03-D)	150	60	1,46	M. Grossa
	250		1,46	
	350		1,46	
Cone Vazio (MAG-3) Laranja	150	150	1,34	M. Fina
	250		1,34	
	350		1,34	

3.6 APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

A aplicação dos tratamentos foi feita utilizando-se um pulverizador costal de pressão constante à base de CO₂ equipado com barra contendo 6 bicos espaçados de 0,50 cm. No momento da aplicação a cultura da soja estava no estágio fenológico correspondente ao início de granação das vagens - R₅.

As vazões e as pressões utilizadas variaram de acordo com o tipo de bico utilizado (Tabela 5).

A calda de pulverização foi composta por água e corante Alimentício Azul Brillhante (FD&C nº 1), na proporção de 3.000 mg de corante por litro de água.

Segundo SCUDELER et al. (2004), os valores de absorvância, quando relacionados a diferentes concentrações do corante Azul Brillhante, permitem o estabelecimento de uma equação de reta linear, indicando a concentração do corante (mg L^{-1}) capturado pelo alvo durante a aplicação. Ao correlacionar a concentração do corante, na solução de lavagem das amostras, com a obtida na calda de pulverização, foi possível estabelecer o volume capturado pelo alvo através da seguinte equação:

$$V_i = C_f \times V_f / C_i$$

C_i = concentração do corante na amostra (3.000 mg L^{-1});

V_i = volume capturado pelo alvo (mL);

C_f = concentração do corante na amostra, detectada pelo espectrofotômetro em absorvância e transformada para mg L^{-1} ;

V_f = volume de diluição da amostra (30 mL).

Para a obtenção da concentração do corante na amostra em mg L^{-1} , foi construída uma curva de calibração, efetuando-se a leitura no espectrofotômetro, de concentrações conhecidas do corante (Figura 2). A partir da reta obtida, determinou-se a equação de regressão $Y = 0,1006 x - 0,005$, ($R^2 = 0,999$), que permitiu transformar os valores obtidos no espectrofotômetro (x) nos valores em mg L^{-1} (y).

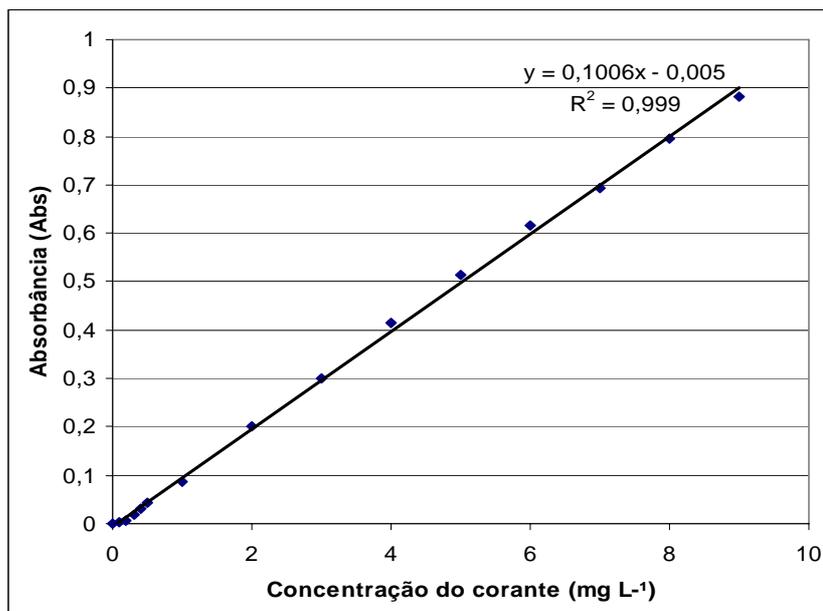


Figura 2. Curva de calibração para concentrações conhecidas do corante Alimentício Azul Brilhante (FD&C nº 1) e equação de regressão da reta obtida.

3.7 AVALIAÇÕES

Avaliou-se a distribuição da calda pulverizada em três diferentes extratos da planta de soja (superior, mediano e inferior), a fim de determinar a capacidade de penetração da calda no dossel das plantas, considerando-se a combinação bico de pulverização e volume de calda.

Para avaliar a distribuição da pulverização, foram coletadas folhas em diferentes extratos da planta (5 folhas por planta em 5 plantas por parcela, no terço superior, mediano e inferior de cada planta), com a finalidade de avaliar a penetração da calda, de acordo com as diferentes pontas e volumes aplicados. Após a coleta, as folhas foram colocadas em sacos plásticos de polietileno, identificados.

A cada amostra, foi adicionado 30 mL de água destilada, mantendo-a sob agitação por 30 segundos para remoção do corante Azul Brilhante.

A solução resultante foi colocada em potes plásticos escuros e mantida sob refrigeração (4-8°C). Após esse procedimento foram quantificados os depósitos em espectrofotômetro UV-VIS, lendo-se a absorbância a 630 nm (PALLADINI, 2000; SCUDELER et al., 2004).

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância através do Teste F e as médias obtidas foram analisadas pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PONTAS DE PULVERIZAÇÃO X VOLUMES DE APLICAÇÃO

A escolha correta das pontas de pulverização é fundamental para uma correta aplicação de produtos fitossanitários, sendo que cada tratamento químico requer determinado tipo de ponta e volume de aplicação.

Na tabela 6, figuras 3, 4 e 5, pode-se visualizar a deposição média (mL), obtida com a utilização de diferentes pontas (Leque Simples, Duplo Leque, Duplo Leque com Injeção de Ar e Cone Vazio) e volumes de aplicação (150, 250 e 350 L ha⁻¹) em plantas de soja. Os resultados indicam que não houve diferença significativa entre as médias das pontas e dos volumes de calda.

A interação entre pontas e volumes de aplicação não foi significativa a 5% de probabilidade pelo teste F, indicando a independência entre os dois fatores.

Tabela 6. Deposição média (mL) de corante na cultura da soja, obtida com a utilização de diferentes pontas e volumes de aplicação. Cascavel-PR, 2004/2005.

Pontas de Pulverização	Volumes de Aplicação (L ha ⁻¹)		
	150	250	350
Leque Simples	0,0143 a A	0,0163 a A	0,0074 a A
Duplo Leque	0,0185 a A	0,0144 a A	0,0130 a A
Duplo Leque c/ Injeção de Ar	0,0103 a A	0,0126 a A	0,0157 a A
Cone vazio	0,0103 a A	0,0128 a A	0,0133 a A
CV	1,82		

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

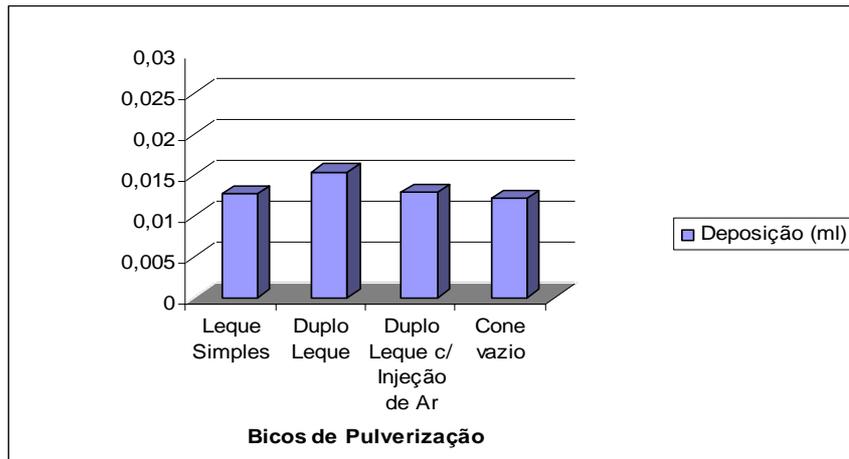


Figura 3. Deposição (ml) de calda na cultura da soja em função de diferentes pontas de pulverização.

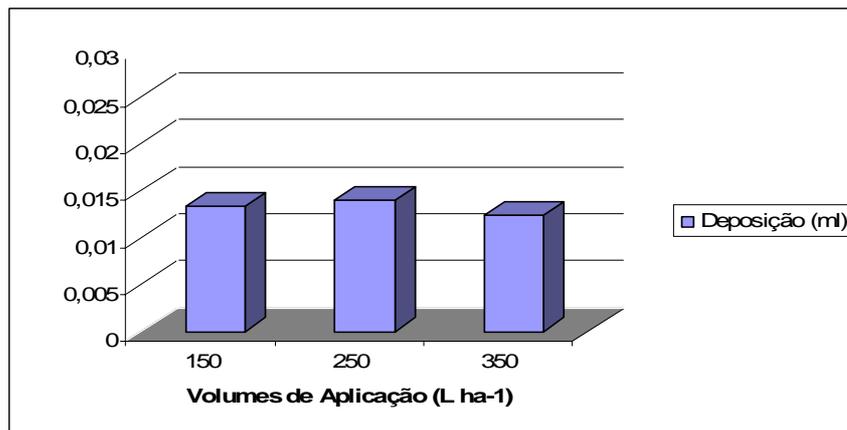


Figura 4. Deposição média de calda (ml) na cultura da soja em função de diferentes volumes de aplicação.

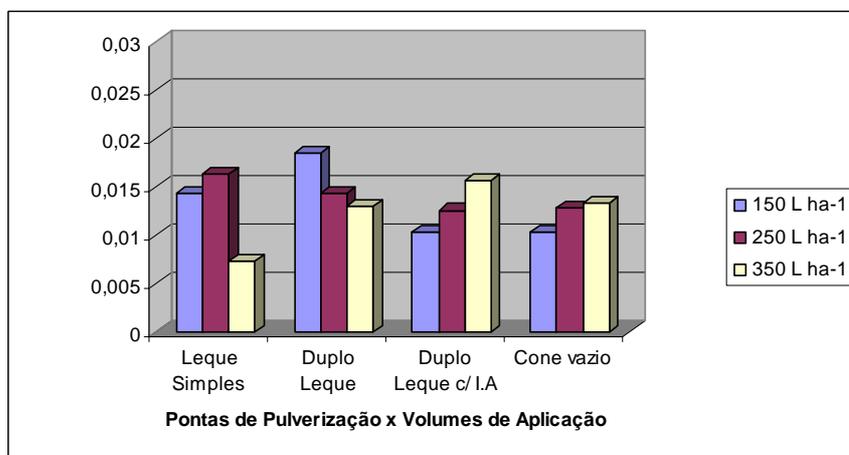


Figura 5. Deposição média de calda (ml) na cultura da soja em função do tipo de ponta e volume de calda aplicado.

Esperava-se que pontas que produzissem gotas de menor tamanho, propiciassem maior deposição; entretanto, na prática, isto não ocorreu, concordando com trabalho semelhante desenvolvido por CUNHA et al. (2005). Da mesma forma, BARCELLOS et al. (1998), estudando a deposição de gotas de pulverização no dossel da cultura da soja, não encontraram superioridade de deposição das pontas de jato cônico vazio em relação às pontas de jato plano.

Vários autores, entretanto, citam que as pontas de jato cônico vazio proporcionam deposição maior e mais homogênea do alvo (MATTHEWS, 1982 e CHRISTOFOLETTI, 1991).

ANTUNIASSI et al. (2004), afirmaram que o controle da ferrugem da soja através de aplicações aéreas e terrestres resultaram em produtividade sensível às diferenças entre tratamentos, com os melhores resultados (76 sc ha^{-1}) sendo alcançados tanto pela aplicação terrestre com pontas de jato cônico a 120 L ha^{-1} como pela aplicação aérea a 12 L ha^{-1} com adição de óleo e emulsificante na calda.

BOLLER et al. (2004), em experimento realizado em Passo Fundo – RS, na safra 2002-2003, para avaliação de fungicida para o controle de oídio em soja, com diferentes pontas de pulverização e volumes de calda, concluíram que quando o fungicida epoxiconazole + piraclostrobim foi aplicado com volume de calda de 100 L ha^{-1} , as pontas de pulverização não se diferenciaram em relação ao controle do oídio da soja. Com a utilização de volume de calda de 200 L ha^{-1} , as pontas de jato cônico vazio JA-2 e as pontas de indução de ar ID 12002 proporcionaram controle de oídio mais eficiente do que as pontas jato plano TJ-60 e as de jato plano XR, DG e TT. As diferenças induzidas por algumas pontas e volumes de calda, nos níveis de controle da doença foram insuficientes para afetar o rendimento de grãos da soja.

Em geral, espera-se que o incremento do volume de aplicação propicie aumento do volume de calda depositado até certo ponto, a partir do qual a superfície não mais retém o líquido, passando a ocorrer o escorrimento, que pode ser explicado quando se utilizou um volume de calda de 350 L ha^{-1} , o que não é desejável.

CUNHA et al. (2005), avaliando a deposição da pulverização nas folhas de feijoeiro utilizando-se volumes de 125 e 250 L ha^{-1} demonstraram que o volume de aplicação de 250 L ha^{-1} ocasionou maior deposição de calda na folhagem e também maior uniformidade de deposição nas plantas que o volume de 125 L ha^{-1} .

Para o controle de ferrugem da folha da aveia, OLIVEIRA et al. (2004) concluíram que o volume de calda de 200 L ha⁻¹ proporcionou maiores níveis de controle da doença do que o de 100 L ha⁻¹. Porém, a análise econômica do controle químico da ferrugem da folha da aveia evidenciou que o menor volume de calda apresentou resultado econômico mais vantajoso sobre os demais.

Segundo BOLLER et al. (2001) e BROWN et al. (2002), os efeitos no controle da ferrugem da folha de aveia indicaram que uma aplicação do fungicida sistêmico tebuconazole com volume de calda de 200 L ha⁻¹, assim como uma aplicação com 300 L ha⁻¹ proporcionaram, respectivamente, níveis de controle da doença e rendimentos de grãos semelhantes a duas aplicações com 100 L ha⁻¹ e duas com 150 L ha⁻¹.

CROSS & BERRIE (1993) avaliaram, em túnel de vento, a influência do volume de aplicação (50, 100 e 200 L ha⁻¹) na deposição da calda pulverizada e também encontraram maior deposição no alvo empregando maiores volumes de aplicação.

Apesar de SALYANI & WHITNEY (1988) afirmarem que maiores volumes de calda implicam em maiores depósitos sobre as folhas. Assim, nas condições de aplicação utilizadas neste trabalho, aumentos no volume de calda aplicado não proporcionaram depósitos significativamente maiores nas folhas. Isto indica que, possivelmente, o maior volume aplicado (350 L ha⁻¹) atingiu ou ultrapassou o limite de deposição de calda nas folhas, levando a ocorrência de escoamento.

4.2 EXTRATOS DA PLANTA X PONTAS DE PULVERIZAÇÃO

A deposição da calda de pulverização nas folhas de soja, foi significativamente influenciada pela posição de amostragem, com valores decrescentes de deposição na medida em que a amostragem foi realizada mais próxima do solo.

Conforme pode-se visualizar na tabela 7, e figura 6, quando se compara os extratos da planta de soja, para as pontas leque simples, duplo leque e duplo leque com injeção de ar, a maior deposição da calda foi observada no extrato superior, sendo que nos extratos mediano e inferior a deposição foi menor e o comportamento

das pontas foi semelhante. Com relação à ponta cone vazio, os extratos superior e mediano apresentaram resultados semelhantes com relação à deposição da calda, e no extrato inferior, não diferindo das demais pontas, apresentou uma menor deposição.

Ainda, de acordo com os resultados obtidos, pode-se verificar que, ao comparar as pontas de pulverização, nos diferentes extratos observa-se que não houve diferença significativa entre os mesmos.

As médias deste trabalho, independentemente da ponta utilizada, mostram que a maior parte da calda fica depositada nas folhas da parte superior da planta, de maneira geral, notadamente nos diferentes extratos da planta, os resultados de deposição obtidos neste trabalho, estão de acordo com os resultados apresentados por ANTUNIASSI et al., (2004) & BOLLER et al., (2002). Por outro lado, os valores observados com relação à deposição da calda nas folhas, principalmente no extrato inferior, indicam que é necessária atenção com relação às diferenças de deposição geradas, já que tais diferenças podem ter maior ou menor significado dependendo do tipo de controle a ser realizado na cultura.

Tabela 7 - Deposição média (ml) de corante, obtida com a utilização de diferentes pontas em diferentes extratos nas plantas. Cascavel-PR, 2004/2005.

EXTRATOS	Pontas de Pulverização			
	Leque Simples	Duplo Leque	Duplo Leque c/ I.A	Cone vazio
SUPERIOR	0,0204 A a	0,0288 A a	0,0279 A a	0,0204 A a
MEDIANO	0,0121 B a	0,0124 B a	0,0079 B a	0,0130 A a
INFERIOR	0,0055 B a	0,0048 B a	0,0027 B a	0,0030 B a
CV	1,82			

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

CUNHA et al. (2005) comprovaram em seu experimento utilizando-se pontas de jato plano e de jato cônico, associado a vazões de 125 e 250 L ha⁻¹ que, em geral, as aplicações realizadas proporcionaram baixa uniformidade de deposição ao longo do dossel do feijoeiro e risco de potencial de deriva elevado.

Comparando as pontas XR, TX, TT, TJ 60 e AI, com volumes de 100 e 150 L ha⁻¹, BONINI & BALARDIN (2002) observaram que as pontas que produziram

gotas muito finas foram menos eficientes. Por sua vez, o volume de calda de 150 L ha⁻¹ foi mais eficiente no controle das doenças.

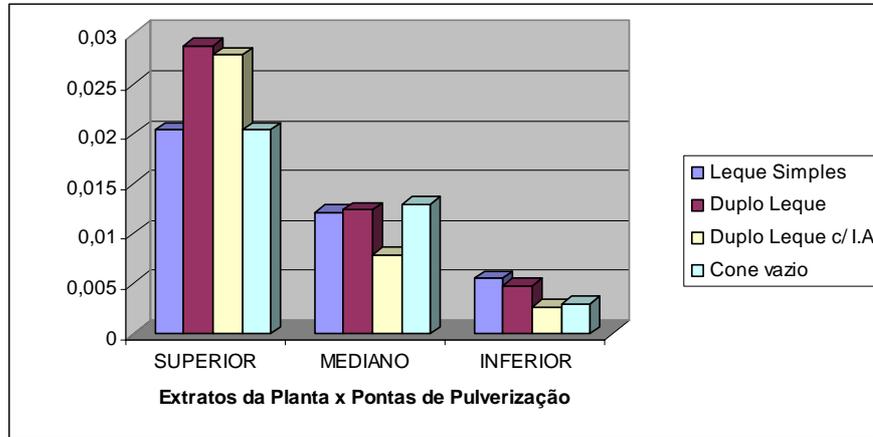


Figura 6. Deposição média de calda (ml), nos diferentes extratos da cultura de soja, em função do tipo de ponta de pulverização.

4.3 VOLUME DE CALDA X EXTRATOS

De acordo com a tabela 8 e figura 7, pode-se visualizar que, com relação ao volume de calda de 150 L ha⁻¹, a menor deposição da calda foi observada no extrato inferior da planta. Já com relação aos volumes de calda de 250 e 350 L ha⁻¹, verificou-se que, as menores deposições foram observadas nos extratos mediano e inferior.

A diferença de volume retido entre os extratos superior, mediano e inferior da planta, dá indicação da uniformidade de deposição da calda, que não foi homogênea, pois ocorreu diferença de deposição ao longo do dossel das plantas.

Tabela 8 - Deposição média (ml) de corante, obtida com a utilização de diferentes volumes de calda, em diferentes extratos na cultura da soja. Cascavel-PR, 2004/2005.

Volumes de Aplicação (L ha ⁻¹)	Extratos		
	Superior	Mediano	Inferior
150	0,0203 A a	0,0147 A a	0,0050 A b
250	0,0292 A a	0,0102 A b	0,0027 A b
350	0,0236 A a	0,0091 A b	0,0044 A b
CV	1,82		

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

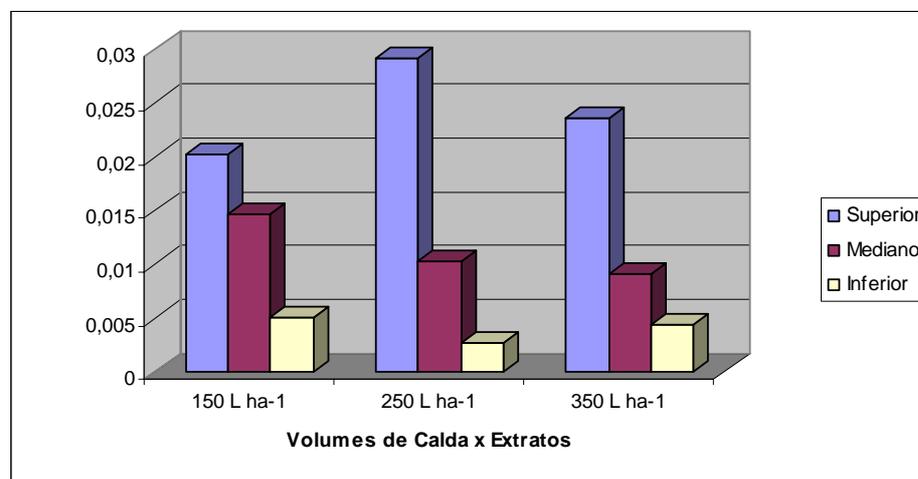


Figura 7. Deposição média de calda (ml), nos diferentes extratos da cultura de soja, em função do volume de calda aplicado.

GANDOLFO et al. (2004) em ensaio realizado no Campus Experimental da FFALM – Bandeirantes-PR no período de março a abril de 2004 com objetivo de avaliar a qualidade da pulverização com diferentes pontas (cone vazio - TXVK-8, plano comum - AXI 11002 e plano duplo (TJ 60 8002) -8, plano comum - AXI 11002 e plano duplo (TJ 60 8002) e volumes de aplicação (100, 200 e 300 L ha⁻¹) na soja, apresentaram resultados semelhantes aos aqui obtidos; concluíram que o volume de líquido depositado na planta sofre influência do local da análise, sendo a quantidade depositada decrescente à medida que o ponto de coleta desce; as aplicações com maiores volumes de aplicação mostraram os maiores depósitos nas plantas.

Em experimento visando determinar a característica da deposição produzida por pontas de pulverização Magno Cerâmica® em diferentes pressões,

CONSTANTIN et al. (2005) concluíram que o melhor desempenho na dinâmica de deposição nos extratos superior e inferior das plantas de soja em V_5-V_6 foi obtido com a ponta MAG 2 (60 psi e 157 L ha^{-1}). Já a 60 psi e 208 L ha^{-1} , todas as pontas de jato plano foram muito superiores às de jato cônico MAG 2 e MAG 3 em relação à quantidade depositada da calda aplicada nos trifólios superior e inferior. A ponta MAG 2 (157 L ha^{-1}) obteve um volume de calda depositado no extrato inferior da planta semelhante às pontas de jato plano a 60 psi e 208 L ha^{-1} .

No mesmo experimento, observou-se que o aumento da pressão das pontas de jato plano favoreceu a desuniformização da deposição da calda pulverizada, mas em consequência aumentou a deposição por unidade de área nos extratos inferior e superior da cultura. Para a pressão de 60 psi, os dados comparativos demonstram que, de forma geral, as melhores dinâmicas de deposição da calda de pulverização foram obtidas pelas pontas AD/D 11002 e AD 11002.

SCUDELER et al. (2004) não encontraram diferenças na deposição da pulverização no extrato superior das plantas pulverizadas com pontas de jato cônico JA 4 e pontas com indução de ar AVI 11004. no baixeiro das plantas, maior deposição da pulverização foi obtida com maior volume (600 L ha^{-1}) e menores gotas (ponta JA 4).

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, os resultados permitiram as seguintes conclusões:

- Não houve diferença significativa entre as pontas de pulverização utilizados no experimento;
- No que se refere aos volumes de calda, não houve diferença significativa entre os mesmos;
- O bico cone vazio apresentou deposição da calda semelhante nos extratos superior e mediano da planta;
- O extrato mediano não diferiu significativamente do extrato inferior para as pontas leque simples, duplo leque e duplo leque com injeção de ar.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABI SAAB, O.J.G. Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no Município de Londrina/PR. 1996. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

ANDEF - Associação Nacional e Defesa Vegetal. Manual de tecnologia de aplicação - Campinas, São Paulo : Linea Creativa, 004.

ANTUNIASSI, U. R. Boletim técnico de soja 2004. Fundação MT, Boletim de pesquisa de soja, nº 08, 2004, p. 165-172: Tecnologia de aplicação de defensivos.

ANTUNIASSI, U. R.; T. V. CAMARGO, M. A. P. O. BONELLI & E. W. C. ROMAGNOLE. 2004. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. p. 48-51. In Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos. **Anais...** 3. Fepaf, Botucatu, 20 a 22 outubro de 2004. 267 p.

BALARDIN, R.S. Danos causados por doenças de final de ciclo na cultura da soja. Encontro brasileiro sobre doenças da cultura da soja. **Anais...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 2002. p.61-70.

BALAN, M. G.; GRIGOLI, O. J.; ABI SAAB, O.J.G.; SASAK, E. H.; Distribuição da calda na cultura da videira por turboatomizador com diferentes configurações de pontas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.36, n.3, p.731-738, mai-jun, 2006.

BARCELLOS, L.C.; CARVALHO, Y.C.; SILVA, A.L. Estudo sobre a penetração de gotas de pulverização no dossel da cultura da soja [*Glycine max.* (L.) Merrill]. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, MG, v. 6, n. 2, p.81-94, 1998.

BAUER, F.C. e RAETANO, C.G. Distribuição volumétrica de calda produzidas pelas pontas pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta daninha**. abr./jun. 2004, vol.22, no.2, p.275-284.

BOLLER, W.; FORCELINI, C.A.; BRAUN, E. Efeitos de volumes de calda sobre o controle químico de ferrugem da folha e rendimento de grãos da aveia branca. In:

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21., Lages, 2001. **Resultados Experimentais...** Lages: UDESC, 2001.p. 363-365.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; BRAUN, E. Efeitos da utilização de diferentes pontas de pulverização no controle químico de oídio em soja. In: XXX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, CRUZ ALTA, 2002, **Resumos...** FUNDACEP-FECOTRIGO, 2002, p.104.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HAGEMANN, A.; TRES, I. Aplicação de fungicida para o controle de oídio em soja, com diferentes pontas de pulverização e volumes de calda. In: III Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. **Resumos...** Botucatu, 2004. p. 17-20.

BONINI, J. V. et al. Eficácia de equipamentos de aplicação sobre o controle das doenças foliares da soja. In: XXX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, CRUZ ALTA, 2002. **Resumos...**, FUNDACEP-FECOTRIGO, 2002, p. 107.

BONINI, J.V.; BALARDIN, R.S. Pontas de pulverização utilizadas na aplicação de fungicidas para controle de doenças. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 30, 2002., Cruz Alta. **Atas e Resumos 2002...** Cruz Alta: FUNDACEP, p.110, 2002.

CARRERO, J.M. **Maquinaria para tratamentos fitosanitarios.** Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 159p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. Considerações sobre tecnologia de aplicação. In: TECNOLOGIA E SEGURANÇA NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS – CURSO DE ATUALIZAÇÃO. 1996, Santa Maria. Santa Maria: UFSM – Centro de Ciências Rurais; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, Santa Maria, 1996, p.8-17.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Bicos de pulverização - seleção e uso.** Diadema: Spraying Systems do Brasil, 1997. 8 p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. Pulverização ou Aplicação ? In: Boletim Técnico BT01/99. São Paulo: Teejet South América, 1999a. p.2-5.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.** São Paulo: Teejet, 1999b. 15p.

CONCEIÇÃO, M. Z. da; In: Laércio Zambolim. **Manejo integrado – doenças, pragas e plantas daninhas.** Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2000, p. 1-79: Manejo integrado em defesa vegetal.

CONSTANTIN, J.; SALES, J.G.; MACIEL, C.D. de G. **Características da deposição produzida por pontas de pulverização Magno Cerâmica® em diferentes pressões e estágios de desenvolvimento da cultura da soja.** Maringá: UEM, 2005.

CORDEIRO, A. M. C. Como a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários pode contribuir para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado: fitossanidade, cultivo protegido, pivô central e plantio direto.** Viçosa-MG: UFV, 2001. p. 683-721.

CROSS, J.V.; BERRIE, A.M. Spray deposits and efficacy of a tunnel sprayer at three volume rates (50, 100, 200 L/ha) in comparison with an axial fan sprayer (50 L/ha) on apple. In: International Symposium on Pesticide Application Techniques, 2, 1993, **Strasbourg. Proceedings...** Strasbourg: BCPC, 1993. p.273-280.

CROSS, J.V.; WALKLATE, P.J.; MURRAY, R.A.; RICHARDSON. G.M. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 2. Effects of spray quality. **Crop Protection.** v.20, p.333-343, 2001.

CUNHA, J.P.A.R., TEIXEIRA, M.M. **Características técnicas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* v.5, n.2, p.344-348, 200. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.

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.** maio/ago. 2003, vol.21, no.2, p.325-332. ISSN 0100-8358.

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 e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** vol.39 no.10 Brasília Out. 2004.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; VIERIA, R.F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciência Rural.** vol.35, n.5, Santa Maria, Set./Out. 2005. p.1069-1074.

CUNHA, J.P.A.R. da; RUAS, R.A.A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical.** 36 (1): 61-66, 2006.

DEVINE, M. D.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action.** London: Prentice Hall International, 1993. 441 p.

EDWARDS, G. L.; THOMPSON, W. L.; KING, J. R.; JUTRAS, P. J. Optical determination of spray coverage. **Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.).** v.4, p. 206-207, 1961.

EVANS, M.D., LAW, S.E., COOPER, S.C. Fluorescent spray deposit measurement via light intensified machine vision. **Applied Engineering in Agriculture**. St. Joseph, v.10, n.4, p. 463-70, 1994.

FORCELINI, C.A. **Danos e critérios para o controle químico do oídio**. In: REIS, E.M. Doenças na cultura da soja. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. p.117-123.

FURLANETTI, A.C. Uniformidade de deposição de combinações de bicos em barra lateral protegida para aplicação de herbicidas. 1998. 81 f. Tese (Doutorado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

GANDOLFO, M. A.; BUENO, J. T.; TORRES, J. P.; SANCHEZ, W.; ZANNI, B. F. **Avaliação da Qualidade de Pulverização com Diferentes Pontas e Volumes de Aplicação na Soja**. Bandeirantes-PR. Fundação Faculdade de agronomia Luiz Meneghel, 2004.

HIMEL, C.M. The fluorescent particle spray droplet tracer method. *J. Econ. Entomol*, v.62, n.4, p. 912-6, 1969.

HISLOP, E.C.; COOKE, B.K.; HERRINGTON, P.M.; WESTERN, N. M.; WOODLEY, S.E. Efficient use of agrochemicals. Long Ashton Research Station. **Annual Report**. p.48-49. 1987.

JENSEN, P.K.; JORGENSEN, L.N.; KIRKNEI, E. Biological efficacy of herbicides and fungicides applied with low-drift and twin-fluid nozzles. **Crop Protection**. London, v.20, p.57-64, 2001.

MAITHIA, A. S. K. Optimum volume of spray application for the control of coffee leaf rust. **Kenya coffee**. v.56, n. 662, p. 1231-1238, 1991.

MARSHALL, E.J.P. Herbicide effects on the flora of arable field boundaries. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE - WEEDS, Brighton, 1987. **Proceedings**. Brighton: BCPC, 1987. v.1, p.291-298.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. London: Longman, 1982. 336p

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1990. 139p.

MATUO, T.; PIO, L. C; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: **ABEAS - Curso de proteção de plantas**. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2001. 85 p.

MILLER, P.C.H. Spray drift and its measurement. In: MATTHES, G.A.; HISLOP, E.C. (Eds.). Application technology for crop protection. Trowbridge, **CAB international**. 1993. p.101-22.

OLIVEIRA, A, R.; FORCELINI, C.A.; BOLLER, W.; BLUM, R.; LOPES, A. Efeitos de fungicidas, doses e volumes de calda no controle químico da ferrugem da folha da aveia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3, Botucatu, 2004., **Anais...** Botucatu: UNESP, p.148-151, 2004.

PALLADINI, L.A. Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações. Botucatu, 2000. 111p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

PALLADINI, L. A.; SOUZA, R. T. Deposição em folhas de macieira com aplicação diferentes volumes de calda. In: III Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. **Resumos...** Botucatu, 2004. p. 100-103.

PASCHOAL, A.D. **Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979. 102p.

PERECIN, D.; PERESSIN, V.A.; MATUO, T.; BARBOSA, J.C.; PIO, L.C.; BRAZ, B.A. Padrões de distribuição obtidos com bicos Twinjet em função da altura e do espaçamento entre bicos. **Engenharia Agrícola**. Campinas, v.14, p.19-30, 1994.

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.

PERESSIN, V. A. e PERECIN, D. Avaliação do padrão de distribuição de bicos para aplicação de herbicidas: efeitos da altura do alvo nos padrões de distribuição. **Bragantia**, 2003, vol.62, no.3, p.477-497. ISSN 0006-8705.

RAETANO, C. G. Condições operacionais de turboatomizadores na distribuição e deposição da pulverização em citros. Tese de doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1996. 93p.

RAMOS, H.H.; MATUO, T.; MAZIERO, J.V.G.; YANAI, K.; CORRÊA, I.M. Desenvolvimento de pulverizador para culturas encanteiradas com vistas à redução da exposição do aplicador. III: Avaliação da exposição dérmica. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.20, n.3, p.221-228, 2000.

RODRIGUES, G. J.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; FERREIRA, L. R. ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO VOLUMÉTRICA DE BICOS DE PULVERIZAÇÃO

TIPO LEQUE DE DISTRIBUIÇÃO UNIFORME. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, v.12, n.1, 7-16, Jan./Mar., 2004.

RUITER, H. D.; UFFING, A. J. M.; MEINEN, E.; PRINS, A. Influence of surfactants and plant species on leaf retention of spray solutions. **Weed Science**. Champaign, v. 38, p. 567-572, 1990.

SALYANI, M.; WHITNEY, J. D. Evaluation of methodologies for field studies of spray deposition. **Trans. Asae**, St. Joseph, v.31, n.2, p.390-395, 1988.

SALYANI, M. Optimization of sprayer output at different volume rates. St. Joseph: **ASAE**. 1999. 16p. ASAE Paper No. 99-1028.

SCUDELER, F.; FUGIKAWA, L. H.; RAETANO, C. G. Influência do tipo de ponta de pulverização e do volume de aplicação na deposição do traçador cobre na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). In: III Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. **Resumos...** BOTUCATU, 2004, p. 179-182.

SDTF – Spray Drift Task Force. A summary of ground application studies. Missouri: **SDTF**. 1997. 6p.

SHARP, R. B. Spray deposit measurement by fluorescence. **Pestic. Sci.**, v.5, p. 197-209, 1974.

SILVA, O.C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: Canteri, M.G.; Pria, M.D.; Silva, O.C. (eds.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p.127-137.

SORTHIA, B.K & CHARI, M.S. Toxicity of some insecticides to honey bees, *Apis florea* F. and *Apis melipona* L. **Journal of Entomological Research**. v.9, p.195-197, 1985.

SRIVASTAVA, A.K.; GOERING, C.E.; ROHRBACH, R.P. Chemical application. In: **Engineering principles of agricultural machines**. St. Joseph: ASAE, 1994. p.265-324.

Tecnologias de produção de soja – Paraná, 2006. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2005. 208p.

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.

VAL, L. M., PÉREZ, F. J.; CHULIÁ, I. F.; BELLÓN, O.; IBANEZ, R. Penetration e tamaño de gota em hoja de distintos sistemas de distribución de productos fitosanitarios em cultivos de cítricos. In.: Conferencia internacional de mecanización agrária, 20, 1988, Zaragoza. **Proceedings...** Zaragoza: Asociación nacional de ingenieros agrónomos, 1988.

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

VOGEL, A.I. **Análise química quantitativa.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1992. 712p.

WALKLATE, P.J. A simulation study of pesticide drift from an air-assisted orchard sprayer. **J Agric Engng Res.** London, v.51, p.275-284, 1992.

ANEXO 1

Quadro 1 - Análise de variância (ANOVA)

FONTE DE VARIÇÃO	GL	SQ	QM	F
BLOCO	3	0,0034	0,0011	3,08
EXTRATO	2	0,0509	0,0254	68,45**
PONTA	3	0,0010	0,0003	0,96
VAZÃO	2	0,0003	0,0001	0,44
PONTA X VAZÃO	6	0,0044	0,0007	1,98
EXTRATO X PONTA	6	0,0040	0,0006	1,81
EXTRATO X VAZÃO	4	0,0045	0,0011	3,07*
EXTRATO X PONTA X VAZÃO	12	0,0098	0,0008	2,21*
ERRO	681	0,2533	0,0003	
CV (%)			1,8207	

Fonte: Dados da pesquisa

*Indica o nível de significância do teste