UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE CALDA NA DESSECAÇÃO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

ALEX JOSÉ ZAMONARO LOPES
Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL
2016

ALEX JOSÉ ZAMONARO LOPES

PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE CALDA NA DESSECAÇÃO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

RIO VERDE

GOIÁS - BRASIL

2016

L85p Lopes, Alex José Zamonaro.

Pontas de pulverização e volumes de calda na dessecação e controle de plantas daninhas na cultura da soja / Alex José Zamonaro Lopes - 2016.
70f.: figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Alberto de Lemos Barroso.
Co-orientador: Prof. Dr. Hugo de Almeida Dan

Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Faculdade de Agronomia, da Universidade de Rio Verde - UniRV – Campus Rio Verde, 2016.
Biografia.
Inclui índice de tabelas e figuras.

1. Eficiência de herbicidas. 2. Diâmetro de gota. 3. Glyphosate. I. Título. II. Autor. III. Orientador.

CDD: 632.954

ALEX JOSÉ ZAMONARO LOPES

PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE CALDA NA DESSECAÇÃO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVAÇÃO: 24 de junho de 2016

Prof. Dr. Alberto Leão de Lemos Barroso
Presidente da Banca Examinadora

Prof. Dr. Gustavo André Simon
Membro – FA/UniRV

Prof. Dr. Antonio Joaquim Braga Pereira Braz
Membro – IF Goiano – Rio Verde

Prof. Dr. Adriano Perin
Membro IF Goiano – Rio Verde

A Deus, por ter me concedido a oportunidade de viver e aprender.

Aos amigos e colegas que estiveram comigo nesta caminhada.

Às pessoas que ainda lutam por uma sociedade mais atuante e justa.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e força para seguir meus ideais.

À Universidade de Rio Verde, em especial, à Faculdade de Agronomia, pelo apoio e oportunidade de realização deste curso.

Ao CPA (Centro de Pesquisa Agrícola), pelo apoio na aquisição da área para condução dos experimentos.

Ao Professor e orientador Doutor Alberto Leão de Lemos Barroso, pelo apoio na realização deste projeto.

Ao amigo e Co-orientador Doutor Hugo de Almeida Dan, o qual constituiu importante fonte de inspiração e aprendizagem no decorrer do curso.

Aos professor Doutor Gustavo André Simon, pelo incentivo e apoio durante esta batalha.

Aos meus amigos e colegas de curso, em especial, Engenheiro Agrônomo Gerlos de Souza Júnior, Engenheiro Agrônomo Flávio, Engenheiro Agrônomo Estevão, por lutarem ao meu lado nesta jornada.

Aos servidores da Universidade de Rio Verde que colaboraram em diferentes fases de execução do projeto.

A todos os professores da Pós-Graduação da Universidade de Rio Verde, pela dedicação, cordialidade e amizade.

A todos que, de forma direta ou indireta, acreditaram na minha capacidade de buscar meus ideais.

BIOGRAFIA

ALEX JOSÉ ZAMONARO LOPES, filho de Luiz Eduardo Lopes e Vergínia de Fátima Zamonaro Lopes, nasceu em Tanabi, SP, em 25 de julho de 1988.

Em dezembro de 2005, concluiu o curso técnico em Agropecuária pelo Centro Paula Souza, em Mirassol, SP.

Em julho de 2009, iniciou o curso de Agronomia na Universidade de Rio Verde, em Rio Verde-GO, graduando-se em 2013.

Em fevereiro de 2014, iniciou o curso de Mestrado em Produção Vegetal na Universidade de Rio Verde, em Rio Verde, GO, submetendo-se à defesa de dissertação em, junho de 2016.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS..... v
LISTA DE FIGURAS..... vii
RESUMO GERAL..... viii
GENERAL ABSTRACT..... ix
1. INTRODUÇÃO GERAL..... 1
2. REVISÃO DE LITERATURA..... 2
2.1 Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas..... 2
2.2 Ponta de pulverização..... 4
2.3 Espectro de gotas..... 5
2.4 Tamanho de gota e cobertura dos alvos..... 7
2.5 Perdas por deriva..... 9
2.6 Características físicas da calda que influenciam formação de gotas..... 11
2.7 Eficiência na aplicação..... 13
2.8 Utilização dos herbicidas Glyphosate e Saflufenacil..... 14
3. REFERÊNCIAS..... 16
CAPÍTULO 1: DESSECAÇÃO PARA PLANTIO DE SOJA VARIANDO PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE CALDA..... 22
RESUMO..... 22
ABSTRACT..... 23
1. INTRODUÇÃO..... 24
2. MATERIAL E MÉTODOS..... 26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 28
4. CONCLUSÃO..... 36
5. REFERÊNCIAS..... 36
CAPÍTULO 2: PULVERIZAÇÃO EM PÓS-EMERGÊNCIA COM DIFERENTES PONTAS E VOLUMES DE CALDA NA CULTURA DA SOJA..... 38
RESUMO..... 38
ABSTRACT..... 39
1. INTRODUÇÃO..... 40
2. MATERIAL E MÉTODOS..... 41

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 43
4. CONCLUSÃO..... 50
5. REFERÊNCIAS..... 51
ANEXOS..... 53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Recomendações de densidade de gotas oferecidas pelo fabricante dos cartões sensíveis a água..... 9

TABELA 2 Limites de temperatura e umidade relativa do ar para diferentes tamanhos de gotas (Antuniassi, 2009)..... 10

TABELA 3 Populações de plantas daninhas presentes na área experimental..... 28

TABELA 4 Resumo da ANAVA para as respectivas datas de avaliação de controle de plantas daninhas em dessecação..... 29

TABELA 5 Média de controle em função das três pontas de pulverização e quatro volumes de calda aos 3, 10 e 17 dias após a aplicação para plantio... 30

TABELA 6 Resumo da ANAVA para número de gotas e diâmetro de gotas em dessecação..... 33

TABELA 7 Média de número de gotas por cm^2 dos cartões sensíveis colocados na superfície do solo em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em dessecação..... 34

TABELA 8 Diâmetro Médio Volumétrico (DMV) de gotas, em μm nos cartões sensíveis colocados na superfície do solo em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em dessecação..... 35

TABELA 9 Populações de plantas daninhas presentes no pós-emergência 42

TABELA 10 Resumo da ANAVA para as respectivas datas de avaliação de controle de plantas daninhas em pós-emergente na soja..... 43

TABELA 11 Média de controle em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação 7, 14 e 21 dias da aplicação de pós-emergência.... 44

TABELA 12 Resumo da ANAVA para o número e diâmetro de gotas em aplicação em pós-emergência..... 46

TABELA 13 Média de número de gotas por cm^2 dos cartões sensíveis colocado sob a cultura da soja em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em pós-emergência..... 47

TABELA 14 Diâmetro médio de gotas em μm dos cartões sensíveis colocado sob a cultura da soja em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em pós-emergência..... 48

TABELA 15 Média de número de gotas por cm^2 dos cartões sensíveis colocado sobre o solo em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em pós-emergência..... 49

TABELA 16 Diâmetro médio de gotas (em μm) dos cartões sensíveis colocado na superfície do solo em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em pós-emergência..... 50

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Comportamento do nível de controle de plantas daninhas aos 3 DAA (Figura A), 10 DAA (Figura B) e 17 DAA (Figura C) em função das taxas de aplicação com a utilização de três pontas de pulverização: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio)..... 31

FIGURA 2 Comportamento do número de gotas/cm^2 em dessecação para plantio em função das taxas de aplicação com a utilização de três pontas de pulverização: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio)..... 34

FIGURA 3 Controle de plantas daninhas (em %), aos 14 DAA (figura A) e aos 21 DAA (figura B) em pós-emergência na soja em função das taxas de aplicação com a utilização de três pontas de pulverização: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio)..... 45

FIGURA 4 Comportamento do número de gotas/cm^2 sob a soja em pós-emergência em função das taxas de aplicação com a utilização de três pontas de pulverização: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio)..... 47

RESUMO GERAL

LOPES, Alex José Zamonaro, M. S., Universidade de Rio Verde, junho de 2016, 66 p. **Pontas de pulverização e volumes de calda na dessecação e controle de plantas daninhas na cultura da soja.** Orientador: Prof. Dr. Alberto de Lemos Barroso. Coorientador: Prof. Dr. Hugo Almeida Dan.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos dos diferentes volumes de calda e pontas de pulverização com o uso dos herbicidas glyphosate e saflufenacil no manejo na cultura da soja. Os experimentos foram conduzidos a campo na safra 2014/2015, sendo que o experimento para dessecação para plantio de soja foi conduzido na estação experimental do CPA (Centro de Pesquisa Agrícola) situado em Rio Verde – GO. A dessecação foi realizada no dia 06/11/2014, com glyphosate (Roundup Transorb, 1440g i.a. ha^{-1}) + Saflufenacil 49g/i.a. ha^{-1}. O experimento instalado para pós-emergência na soja foi conduzido na estação experimental *campus* da UniRV (Universidade de Rio Verde), situado em Rio Verde – GO, onde foi realizado a campo em pós-emergência da soja no dia 20/12/14. Realizou-se a aplicação de glyphosate (Roundup Transorb, 1440g i.a. ha^{-1} na cultivar de soja "Nidera 7337", semeada em 15/11/14, com 0,50m de espaçamento e adubação de plantio com 300kg ha^{-1} (02- 20-18). A cultura se encontrava no estádio V4 e V5 durante a aplicação. Ambos os experimentos foram estabelecidos no delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 4 com quatro repetições. As parcelas apresentaram as dimensões de 5 x 3 ($15m^2$), no total de 12 tratamentos com área total de 720 m^2. O primeiro fator foram volumes de calda (30,60, 90 e 120L ha^{-1}); o segundo foram três diferentes pontas de pulverização (AVI, XR e TX). As variáveis analisadas foram: diâmetro em micrômetro e número de gotas/cm^2, obtidas no papel sensível, processadas pelo software Gotas, e as avaliações de 3, 10 e 17 dias após a aplicação de dessecação para plantio, e avaliações de 7, 14 e 21 dias após a aplicação em pós-emergência, submetendo a notas de 0 para área sem controle a 100% com controle total das plantas daninhas. Na dessecação, as pontas AVI110 e XR110 possibilitaram controle das plantas daninhas, independente do volume de calda utilizado; a ponta TX11001 com volume de calda de 30 L ha^{-1} confere menor controle das plantas daninhas; a ponta AVI110 produziu maiores diâmetros de gotas, a ponta XR110 e TX110 promovem maiores quantidade de gotas/cm^2 e, independente do volume de aplicação, os diâmetros de gotas permaneceram estáveis. Para a aplicação em pós-emergência, à medida que se aumenta o volume de calda, eleva-se o número de gotas/cm^2 . O volume de calda de 30 L ha^{-1} apresenta menor controle de plantas daninhas, independente da ponta de pulverização. A ponta AVI110 apresentou menor risco de deriva, por produzir gotas de grande diâmetro e em quantidade menor, enquanto que as pontas XR110 e TX110 tiveram maior risco de deriva por produzirem gotas menores e em maior quantidade, porém com maior capacidade de penetração no dossel da cultura.

Palavras – chave: Eficiência de herbicidas, Diâmetro de gota, Glyphosate.

GENERAL ABSTRACT

LOPES, Alex José Zamonaro, M. S., Universidade de Rio Verde, June 2016, 66 p. **Spray tips and spray volumes in desiccation and weed control in soybeans.** Advisor: Prof. Dr. Alberto de Lemos Barroso. Co-advisor: Prof. Dr. Hugo Almeida Dan.

The objective of this study was to evaluate the effects of different spray volumes and spray nozzles with the use of glyphosate herbicides and saflufenacil in the management of soybean. The experiments were conducted in the field crop 2014/2015. The experiment of desiccation for soybean planting was carried out at the experimental station of the CPA (Agricultural Research Center) located in Rio Verde – GO. Desiccation was held on Nov. 6th,2014 with glyphosate (Roundup Transorb, 1440g ai ha^{-1}) + saflufenacil 49g/ia ha^{-1}. The experiment installed for post-emergence in soybeans was carried out at the experimental station of UniRV campus (University of Rio Verde), located in Rio Verde - GO, on Dec. 20th, 2014. The application was held in the soybean cultivar "Nidera 7337", sown in Nov. 15th, 2014, with 0.50 m spacing and planting fertilization with 300 kg ha^{-1} (02- 20-18). Glyphosate (Roundup Transorb , 1440g ai ha^{-1}) was used. The culture was in V4 and V5 stage during application. Both experiments were designed in randomized blocks in a factorial scheme of 3 x 4 with four replications. The plots had the dimensions of 5 x 3 (15m2), a total of 12 treatments in a total area of 720 m^2. The first factor was spray volumes (30.60, 90 and 120L ha^{-1}), and the second was three different been spray nozzles (AVI, XR, and TX). The variables analyzed were: diameter in micrometer and number of drops/cm^2, obtained from sensitive paper, processed by the software Drops, and evaluations 3, 10 and 17 days after the application of desiccation for planting, and evaluations 7, 14 and 21 days after application in post-emergence, grading the areas from 0 for area without control to 100% for area in total weed control. Desiccation with AVI tips and XR enabled weed control, regardless of the used syrup volume; the tip TX11001 with spray volume of 30 L ha^{-1} provides less control of weeds; the tip AVI110 produced larger diameter droplets; the XR110 and TX110 promote greater amount of drops/cm^2 and regardless the volume of application, drops diameters remained stable. For the application in post-emergence, the greater the volume of syrup, the greater the number of drops/cm^2. Spray volume of 30 L ha^{-1} provides less weed control, regardless of the spray tip. The tip AVI110 showed lower risk of drift, to produce droplets large diameter and a lower amount, while the points XR110 and TX110 had a higher risk of drift for producing smaller and in greater quantity drops but higher penetration capacity canopy culture.

Keywords: herbicides efficiency, drop diameter, Glyphosate.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O controle de plantas daninhas na cultura da soja é indispensável, pois são responsáveis por grandes perdas no rendimento de grãos e na qualidade, além de acarretar competição com a cultura da soja no seu desenvolvimento e atrapalhar a colheita. Tendo em vista que as plantas daninhas podem ocorrer em área total e em manchas, as aplicações de herbicidas em dessecação para plantio e em pós-emergência têm um papel importante no manejo de plantas daninhas, pois sua presença na cultura causa problemas que se refletem em perdas na qualidade do produto, no rendimento e até mesmo na inviabilização da colheita.

As pesquisas de equipamentos ajudam na obtenção de resultados mais eficientes e econômicos no desenvolvimento e aplicação dos agroquímicos sólidos ou líquidos ao longo do tempo, pois a tecnologia de aplicação é uma das atividades de maior desperdício na agricultura. Com a finalidade de minimizar ao máximo os riscos de contaminação humana e do meio ambiente, várias práticas agrícolas auxiliam para minimizar as perdas de produtos químicos.

A escolha do padrão de gotas é essencial em pulverizações agrícolas, pois apresenta interferência direta na eficiência do produto e nas perdas por deriva. Além de ser influenciado pelo modelo da ponta de pulverização e taxa de aplicação, o padrão de gotas produzido também sofre influência da pressão de trabalho e das características físicas da calda.

Desta maneira, a eficiência das aplicações de herbicidas não depende somente da quantidade de produto ativo depositado na planta, mas também da uniformidade e distribuição deste produto sobre a superfície alvo, sendo atribuição do processo de aplicação distribuir homogeneamente o produto com o tamanho de gotas adequado. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os impactos dos diferentes volumes de calda e pontas de pulverização com o uso de herbicidas na dessecação para plantio de soja e em pós-emergência e seus efeitos no tamanho e quantidade de gotas e no controle das plantas daninhas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas

A tecnologia de aplicação refere-se à correta colocação do produto desejado no alvo, com as doses necessárias e de modo economicamente viável, resultando em menor contaminação ambiental. Técnicas de aplicação vêm de conhecimentos científicos e destinam-se a minimizar os problemas na aplicação de defensivos agrícolas (Andef, 2013).

A diferenciação entre pulverização, que consiste em transformar uma substância líquida em várias partículas, e aplicação, caracterizada pela deposição dessas partículas ou gotas no alvo desejado, ajuda a estabelecer uma boa aplicação dos defensivos agrícolas. Outros fatores, como tipo de ponta de pulverização, espaçamento entre bicos, altura da barra, vazão das pontas e determinação do volume, influenciam, de forma direta, os resultados de uma aplicação de herbicidas (Andef, 2013).

A definição da taxa de aplicação a ser utilizada proporciona diferentes resultados, podendo melhorar a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, um dos principais componentes do desempenho operacional (Román et al., 2009). Segundo Antuniassi et al. (2008), a determinação do tipo de alvo a ser atingido é de fundamental importância, ou seja, saber se o alvo é uma planta daninha, uma praga ou uma doença e sua localização é indispensável para a escolha de uma técnica adequada de pulverização de defensivos agrícolas.

Para Antuniassi (2009), as características dos alvos devem englobar diversos parâmetros na escolha do produto adequado, como o estágio de desenvolvimento em que a planta se encontra, pilosidade, cutícula, rugosidade das folhas e arquitetura da planta, pois, dependendo do objetivo da aplicação, é necessário garantir uma boa cobertura e penetração. Por esse motivo, devem-se respeitar as características morfológicas e físicas do alvo e do defensivo agrícola a ser utilizado para obtenção de resultados positivos.

A tecnologia de aplicação está diretamente ligada à forma de ação do defensivo e às condições operacionais do pulverizador e do ambiente. Temperaturas acima de 30°C, umidade relativa inferior a 50% e ventos acima de 10 km h^{-1} são desfavoráveis à aplicação agrícola. Segundo Alvarenga & Cunha (2010), muitas propriedades não levam em consideração esses parâmetros, principalmente o monitoramento climático, uma vez que

questões climáticas definem os resultados de uma aplicação de defensivos agrícolas. Por isso, o sucesso do tratamento fitossanitário exige a adequação da tecnologia de aplicação aos parâmetros climáticos. Por exemplo, a ausência de vento pode ser prejudicial à aplicação porque, devido à ocorrência de inversão térmica, as gotas não conseguem chegar até o alvo previsto por causa da camada de ar quente que sobe do solo. Carvalho (2013) aponta que aplicações com gotas finas e a utilização de baixos volumes devem respeitar, rigorosamente, as condições climáticas; por isso, os períodos ideais para a realização das atividades são a manhã e o final da tarde, que apresentam climas mais amenos.

Em situações que necessitam de boa cobertura e penetração do produto no alvo, deve-se utilizar pontas que produzam gotas de menor tamanho. Assim sendo, gotas maiores, por mais que diminuam o risco de perdas por deriva, devido à resistência dessas gotas a serem carregadas pelo vento ou evaporadas, não resultam em uma boa aplicação de produtos de ação de contato (Antuniassi et al., 2008). Cunha (2010) constatou a ocorrência de maior deposição de gotas na parte superior das plantas porque essas folhas estão mais próximas ao ponto de lançamento das gotas.

A parte basal da planta tende a ter menor deposição pela dificuldade das gotas em adentrar a parte interna do alvo. Assim, gotas menores têm maior facilidade de se depositarem na parte inferior da planta, resultando em melhor penetração, mas sofrem perdas por deriva, por serem facilmente levadas pelo vento (Antuniassi, 2004).

A falta de regulagem, calibração e manutenção desses equipamentos resulta em falhas que se manifestam durante a aplicação dos defensivos. Siqueira & Antuniassi (2011) relatam a importância da inspeção periódica de pulverizadores, o que proporciona maior conhecimento ao agricultor necessário para que ele, na hora das aplicações dos defensivos, tome as decisões mais adequadas. Tais conhecimentos trazem informações sobre o tipo de ponta a ser utilizado para determinada situação, condições climáticas propícias, ocorrência de deriva e condições em que se encontra o pulverizador, ampliando as opções de técnicas para o agricultor solucionar problemas na hora da aplicação.

Para um crescente desenvolvimento na área de pulverização de defensivos agrícolas, deve-se estimular e orientar sua correta aplicação pelos agricultores, porque inspeções dos pulverizadores e assistência técnica trazem ganhos significativos tanto na redução da contaminação ambiental, como na elevação da eficiência operacional.

2.2 Ponta de pulverização

Em pulverização agrícola, a formação de gotas pode ser feita utilizando-se atomizadores rotativos, mas a forma mais utilizada, principalmente em pulverização com equipamentos terrestres, são as pontas de pulverização hidráulicas. Prado (2010) ressalta que a ponta de pulverização faz parte do bico que é composto por suas estruturas de fixação na barra, corpo, filtro, anel de vedação, ponta e capa, de maneira que a ponta é o componente responsável pela formação das gotas. A ponta de pulverização é um dos componentes mais importantes de um pulverizador, pois além de determinar o padrão de gotas é também responsável por determinar o volume e a uniformidade de distribuição do líquido pulverizado (Bauer & Raetano, 2004).

Para a formação de gotas através de pontas de pulverização, o líquido sob pressão deve passar pelo orifício das pontas de modo que haja uma velocidade suficiente para que ele se desintegre e forme gotas que podem ser de vários tamanhos (Matthews, 2000). As gotas produzidas não apresentam um tamanho único, mas sim um espectro de gotas. Deste modo, mesmo em qualquer modelo de ponta, há uma porcentagem do volume que é pulverizado através de gotas finas. Para analisar o espectro de gotas pulverizado, são utilizados alguns parâmetros em conjunto, que são diâmetro mediano volumétrico (DMV) e a amplitude relativa. Antuniassi et al. (2008) citam que o DMV é o diâmetro da gota que divide o volume das gotas pulverizadas em duas partes, de forma que a soma dos volumes das gotas de diâmetro menor seja igual à soma do volume das gotas de diâmetro maior.

Segundo Antuniassi et al. (2008), outro parâmetro para classificação do espectro de gotas é o diâmetro mediano numérico (DMN), caracterizado pelo diâmetro que separa o número de gotas pulverizado em duas partes iguais, em que 50% do espectro pulverizado são as gotas menores e 50% são as gotas maiores. Ainda, analisada a relação entre o DMV/DMN, é possível ter um parâmetro sobre a homogeneidade do espectro de gotas.

Cunha (2010) relata que quanto mais próximo de 1, mais homogêneo é o espectro. Isto porque o DMV é influenciado por gotas maiores (maior volume) e o DMN é influenciado por gotas menores (maior número). Também é importante medir as porcentagens de gotas com diâmetros menores que 100, 150 e 200 μm produzidas pela ponta, por serem estes tamanhos de gota mais suscetíveis a deriva; é uma forma de estimar o potencial de deriva do espectro de gotas produzido. Maciel et al. (2010) relata a importância das pontas de pulverização em

relação a resultados positivos ou negativos em uma aplicação agrícola. A escolha desse item é de extrema importância em relação ao parâmetro econômico e ambiental.

Mota et al. (2010) também destaca a importância das pontas de pulverização, como sendo o principal item do sistema hidráulico do pulverizador, estando diretamente ligadas à eficiência e qualidade da aplicação. Pontas de pulverização promovem diferenças em vazão e tamanho das gotas, características que estão diretamente ligadas à porcentagem de cobertura e penetração da calda sobre o alvo (Maciel et al., 2010). Para Lemos (2010), trabalhos envolvendo a inspeção periódica de pulverizadores concluem que 80% dos pulverizadores inspecionados apresentaram pontas desgastadas ou sem condições de uso, afetando, de forma direta, os resultados das aplicações. Segundo Silva et al. (2010), as pontas de jato plano convencional modelo XR 11002, devido à sua característica de fornecer gotas de médias a finas, resultaram em uma menor cobertura sobre o alvo, decorrente da perda por evaporação e deriva, sendo mais vantajoso, quando as plantas se encontraram com dossel mais aberto, utilizar pontas que geram gotas maiores porque resultam em uma aplicação mais eficiente e ambientalmente correta.

Cunha (2004), porém, obteve resultados opostos, ou seja, uma maior cobertura, porque houve um aumento de pressão de trabalho devido à utilização de pontas de jato plano como a XR 11002 (leque simples) que causaram aumento da densidade e diminuição do tamanho das gotas. Kissman (2001) comprova resultados positivos na aplicação de fungicidas utilizando a ponta jato plano comum (XR). Em seu trabalho, esse autor comparou pontas leque XR com as pontas de indução de ar (AI) e jato plano ampliado (TT), obtendo uma maior cobertura na aplicação dos fungicidas chlorothalonil e propiconazole utilizando as pontas XR, resultado positivo devido à necessidade de cobertura dos alvos pelos produtos serem de ação de contato. Nos estudos realizados por Farinha et al. (2009), observou-se uma menor eficiência nas aplicações com a ponta TX-04 jato cônico com diâmetro de gotas muito fino, embora essa ponta apresente características que deveriam produzir uma boa penetração e cobertura. Esse resultado deve-se à perda acentuada por deriva, dado que gotas finas são mais susceptíveis a esse fenômeno.

2.3 Espectro de gotas

Durante a pulverização, as gotas não são produzidas de maneira uniforme, mas se formam diversos tamanhos de gotas, independentemente do tipo de ponta utilizado. Para a

caracterização do espectro das gotas, toma-se como parâmetro a porcentagem de volume das gotas menores que 100 μm. Cunha (2004) realça a importância da homogeneidade do espectro das gotas durante a aplicação de defensivos e observa que as análises de amplitude relativa, que nada mais é que um parâmetro estatístico para expressar numericamente o espectro das gotas formadas, deve ser examinado com o DMV: quanto mais homogêneo for o espectro de gotas, mais perto do valor zero se encontrará a amplitude relativa.

Teixeira (1997) relata que as médias de DMV inferior a 250 μm ocasionam perdas por deriva, já as médias de DMV que atingem 500 μm ou mais provocam escorrimento da calda, afetando também a eficiência da aplicação. Segundo Cunha (2004), a porcentagem de gotas menores que 100 μm possibilita encontrar o potencial de deriva da aplicação, pois, quanto menor essa porcentagem, menor o risco de deriva. Carvalho (2013) destaca que o espectro de gotas finas ou muito finas resulta em uma maior deposição do produto sobre o alvo desejado, quando ele for comparado com espectros de gotas médias a grossas.

As pontas de pulverização com dispositivos antideriva geram DMV maior, ocasionando uma menor deposição dessas gotas no interior do dossel da cultura; já a mesma ponta de pulverização sem o dispositivo antideriva produz DMV menor que ocasiona maior cobertura e penetração no interior do alvo (Cunha, 2010). Carvalho (2013) relatou a eficiência das aplicações de defensivos agrícolas utilizando gotas finas para controle de doenças como a ferrugem da soja, com resultados significativos tanto nas aplicações aéreas como nas terrestres, com destaque para a ocorrência de boa cobertura e penetração sobre o alvo.

Chechetto (2011) concluiu que pontas com indução de ar (AVI) resultam em DMV maior em comparação com as pontas com pré-orifício (DG), sendo eficientes na redução de deriva. Segundo Farinha et al. (2009), as pontas AVI com diâmetro de gotas grossas apresentaram depósitos inferiores na região basal da planta, resultado esperado, pois pontas de pulverização com características de gotas grossas têm menor penetração e menor cobertura sobre o alvo, devido à quantidade de gotas formadas e retenção dessas gotas nas partes superiores do alvo, podendo não chegar às regiões mais baixas da planta.

As pontas AVI são recomendadas para aplicação de produtos sistêmicos, pois necessitam de pouca cobertura e penetração, podendo ser mais resistentes a perdas por deriva e evaporação. A formação dessas gotas ocorre pelo princípio de um tubo de Venturi, em que o ar entra pelo orifício lateral, ocorre um turbilhonamento de ar com líquido no interior da câmara da ponta e o ar se mantém no interior da gota, aumentando seu tamanho (Mota et al., 2010). Souza et al. (2012) também destacam essa característica das pontas AVI. Por elas

produzirem gotas de maior tamanho, podem colidir com o alvo e serem arremessadas para o solo, não realizando sua função.

As pontas de jato plano de ângulo grande (TTJ) também não são recomendadas para aplicações de produtos de contato, pois seu espectro de gotas é de grosso a muito grosso e, por isso, há uma grande perda em cobertura e penetração. Cunha (2004) sugere as pontas de jato plano comum como uma alternativa para se diminuírem perdas com deriva em aplicações de fungicidas e inseticidas. Segundo esses autores, mesmo que o espectro dessas gotas seja maior e ocasione uma perda em relação à cobertura e à penetração da calda no dossel das plantas, podem-se obter resultados satisfatórios no controle.

2.4 Tamanho de gota e cobertura dos alvos

Para que haja sucesso em uma aplicação, a escolha do padrão de gotas é extremamente importante, pois influencia diretamente na cobertura do alvo e riscos de perdas por deriva. Tal conhecimento é importante, pois é necessário adequar o tamanho das gotas pulverizadas às condições locais a fim de obter melhores resultados biológicos e garantir a segurança ambiental (Cunha, 2010). Mota et al. (2010) expressa a cobertura de um alvo através de uma equação em que é possível observar a interação entre os principais fatores que influenciam a cobertura:

$$C = 15 \ \frac{V.R.K^2}{A.D}$$

Onde:

C = cobertura (% área);

V = volume de pulverização (L ha^{-1});

R = taxa de recuperação (% do volume aplicado que é captado pelo alvo);

K = fator de espalhamento das gotas;

A = superfície vegetal existente por hectare;

D = diâmetro das gotas em μm.

A cobertura pode ser melhorada com o aumento do volume de calda por unidade de área (taxa de aplicação). Quanto maior esta taxa em um mesmo tamanho de gotas, maior a quantidade de gotas produzidas por centímetro quadrado. Entretanto, o aumento do volume de

calda diminui a eficiência operacional das aplicações. A redução nos volumes de aplicação é uma técnica bastante difundida, que tem por vantagem diminuir os custos de aplicação, porém volumes de calda muito baixos exigem o uso de gotas pequenas para que seja mantido o nível de cobertura, já que estas gotas são facilmente perdidas por deriva, ou então se utilizadas gotas grossas, há uma diminuição muito grande na cobertura dos alvos (Mota et al., 2010).

O aumento da taxa de recuperação também aumenta a cobertura, sendo a taxa de recuperação caracterizada como a porcentagem de produto que efetivamente atingirá o alvo, portanto, uma forma de aumentar a taxa de recuperação é a diminuição de perdas de produto por deriva. As perdas por deriva podem apresentar valores bastante representativos e causar grandes prejuízos devido ao desperdício de produto que não atinge o alvo e contaminação de áreas susceptíveis. Chaim *et al*. (2006) constataram valores de perda, seja ela por escorrimento, carregamento ou evaporação de até 70% do volume aplicado na cultura do tomate.

O fator de espalhamento é caracterizado pela capacidade que a gota tem de espalhar na superfície do alvo, influenciada pela tensão superficial da calda pulverizada. Segundo Duringa e Correia (2008), a tensão superficial é a força exercida pelas moléculas do líquido que fazem interface com o ar para se manter unidas, em que quanto maior essa força, maior a tensão superficial e menor a capacidade de uma gota se espalhar. O aumento do fator de espalhamento, que é obtido pela diminuição da tensão superficial, aumenta a cobertura dos alvos. O uso de alguns tipos de adjuvantes tem influência direta nesta propriedade da calda.

Para Antuniassi et al. (2008), o diâmetro de gotas também tem grande relação com a cobertura dos alvos, pois quanto menor o tamanho de gotas pulverizadas em um mesmo volume de calda, maior a quantidade de gotas por centímetro quadrado, que, consequentemente, aumenta a superfície de contato da calda no alvo, aumentando a cobertura. Ainda segundo a equação de Mota et al. (2010), a quantidade de área foliar produzida por uma cultura também tem interferência direta na cobertura, em que quanto mais área foliar a cultura apresentar, sem que sejam alteradas as outras variáveis, menor será a cobertura. Por esse motivo, a tecnologia de aplicação deve acompanhar o desenvolvimento da cultura e o aumento da área foliar, a fim de manter o nível de cobertura adequado para que o produto tenha o efeito biológico desejado.

Tabela 1. Recomendações de densidade de gotas oferecidas pelo fabricante dos cartões sensíveis a água

Tipo de aplicação	Densidade de gotas (nº/cm²)
Inseticidas	20-30
Herbicidas em pré-emergência	30-40
Herbicidas de contato	40-50
Fungicidas	50-70

Fonte: Chaim et al. (2006).

Para um volume de 200 litros, são produzidas 24.446.142.093 gotas de 250 μm, que se atingirem a área de um hectare, resultarão em uma densidade de 244 gotas/cm². Assim, a indicação internacional da Tabela 2 é pouco ilustrativa da deposição que realmente deve atingir os alvos, pois não considera o volume de calda aplicado, bem como área foliar da cultura. Por exemplo, se em algum estádio de crescimento a cultura se apresenta com Índice de Área Foliar (IAF) igual a 6, isso significa que em um hectare existem 60.000 m² de área foliar, considerando apenas uma das faces das folhas (ou 120.000 m² de área foliar considerando as duas faces das folhas), (Chaim et al., 2006).

Chaim *et al*. (2006) mencionam que uma aplicação de 200 litros de calda em gotas de 250 micrômetros, em uma cultura de IAF igual 6, a densidade teórica de deposição deverá ser igual a 40 gotas/cm² em apenas uma das superfícies das folhas. Essa deposição teórica somente ocorrerá se as gotas forem uniformes e se não ocorrer evaporação das mesmas durante a aplicação.

2.5 Perdas por deriva

Os maiores problemas com deriva são comumente relacionados pelos agricultores com o herbicida 2,4-D. Entretanto, segundo Kissmann (2001), o potencial de deriva produzida em caldas contendo este produto é comparável à maioria dos agrotóxicos existentes. Ainda o autor completa que a grande polêmica que é gerada em torno do 2,4-D, relacionada à deriva, é pelo fato do produto produzir sintomas bastante típicos em doses mínimas, criando a falsa impressão de que a deriva com este produto é maior. O autor descreve que estes problemas geram vários casos judiciais, no entanto, no Brasil não há uma legislação sobre danos a terceiros causados por produtos fitossanitários. Desta forma, as decisões judiciais acontecem de forma aleatória.

Para Matthews (2000), a temperatura e umidade relativa do ar têm influência direta nas perdas por evaporação, de modo que quanto menor o tamanho de gotas, menor a faixa de temperatura e umidade relativa do ar ideal (Tabela 2). Este fato, na maior parte dos casos, não é acatado pelos agricultores, que não respeitam as limitações particulares de cada tamanho de gota. Para a aplicação em culturas com grande massa foliar, é indicada a utilização de gotas finas. Gotas com diâmetro entre 50 e 100 μm são carregadas facilmente pelo vento, sendo este fato favorável para que a gota possa penetrar no dossel da cultura e atingir as folhas do baixeiro. Entretanto, gotas com tamanhos menores apresentam maiores riscos de deriva, o que resulta em maior contaminação ambiental (Hanks, 1995). Lefebvre (1989) alerta que gotas com tamanho menor que 100 μm têm maior sensibilidade a deriva por carregamento, e com gotas muito grandes, com diâmetro acima de 800 μm, há maior facilidade de haver perdas por escorrimento após atingirem o alvo.

Tabela 2. Limites de temperatura e umidade relativa do ar para diferentes tamanhos de gotas (Antuniassi, 2009)

Fatores	Classes de gotas de acordo com as condições climáticas		
	Muito finas ou finas	Finas ou médias	Médias ou grossas
Temperatura	Abaixo de 25 ^{o}C	25 a 28 ^{o}C	Acima de 28 ^{o}C
Umidade relativa	Acima de 70%	60 a 70%	Abaixo de 60%

A velocidade do vento no momento da aplicação também tem relação direta com as perdas de produto por deriva. Segundo Antuniassi (2009), constatou-se o aumento na deriva com o aumento da velocidade do vento. Além disso, foi observada uma diminuição na porcentagem de deriva com diminuição da pressão de trabalho. Ainda, neste trabalho, o manejo de pontas de pulverização demonstrou-se como a forma mais eficiente para diminuição das perdas por deriva que o manejo da pressão de trabalho.

A escolha do padrão de gotas que será utilizado em cada aplicação, além dos fatores já citados, depende também da forma de ação do produto que será aplicado. Cunha (2010) cita que, em herbicidas aplicados em pós-emergência, o efeito fitotóxico pode acontecer de duas maneiras diferentes. Há herbicidas cujo efeito ocorre nas primeiras camadas de células que os absorvem, por exemplo, o paraquat (contato), ou então o efeito pode ocorrer em “sítios” distantes do local com que o produto teve contato. Neste caso, o herbicida é absorvido pelas folhas e translocado (sistêmico) através da seiva até a região onde atuará. Portanto, para

aplicação de produtos pós-emergentes que exijam contato, é importante a utilização de técnicas que aumentem a cobertura do alvo, como a utilização de gotas finas.

Schneider (2013) ressalta que se o produto apresenta ação sistêmica na planta e não necessita de altos níveis de cobertura, como os herbicidas 2,4-D e Glyphosate, é recomendável a utilização de gotas maiores com o intuito de diminuir problemas com derivas. Estes produtos têm efeito fitotóxico satisfatório, mesmo com níveis de cobertura mais baixos. Eliminar completamente o risco de deriva em pulverizações seria muito difícil. Entretanto, o risco de deriva pode ser significativamente reduzido caso sejam alterados ou eliminados os fatores responsáveis por intensificá-la. O espectro de gotas pulverizado é o principal fator que afeta o potencial de risco de deriva.

2.6 Características físicas da calda que influenciam formação de gotas

As principais características da calda que influenciam no tamanho de gotas estão relacionadas às características físicas da calda, como viscosidade e tensão superficial. Quanto maiores os valores de viscosidade e tensão superficial, maior a força necessária para a pulverização. Deste modo, quanto maiores estes valores, maior será o espectro de gotas produzido, o que verificou Christofoletti (1999). Estudos demonstram que alguns adjuvantes têm a capacidade de modificar a viscosidade das caldas. Cunha & Alves (2009) tiveram resultados de aumento significativo na viscosidade da calda contendo o adjuvante fosfatidilcoline e ácido propiônico.

Cunha (2010) obteve resultados de aumento na viscosidade testando diferentes óleos adjuvantes de uso agrícola, com destaque para o óleo mineral (Nimbus) na dose 1%. A tensão superficial das caldas é influenciada por adjuvantes da classe dos surfactantes. Os surfactantes são produtos que atuam na superfície alvo, sobre as películas de tensão superficial ou interfacial, para facilitar ou intensificar a penetração do soluto que, juntamente com o surfactante, entra em contato com o alvo. Ainda, este tipo de produto pode ser classificado de acordo com suas propriedades em espalhante, umectante, dispersante ou supressor e emulsificante ou estabilizador de emulsão. Outra classificação para os surfactantes é de acordo com sua ionização em água, sendo iônicos, anfóteros e não iônicos.

Os aniônicos recebem esse nome por liberarem íons carregados positivamente, sendo negativamente reativos. Os catiônicos são o oposto, liberam íons carregados negativamente, sendo positivamente reativos. Adjuvantes aniônicos não devem ser utilizados com herbicidas

catiônicos por haver o risco de um anular o efeito do outro. Maciel (2010), avaliando a tensão superficial estática em diferentes óleos minerais e vegetais, obteve resultados na diminuição da tensão superficial na maioria dos óleos testados, com destaque para os óleos minerais Assist, Dytrol, Iharol e Mineral Oil; e para os óleos vegetais Agrex' oil, Natur'l óleo Veget Oil e Crop Oil com valores de tensão superficial abaixo de 30 nm m^{-1}. Porém, alguns óleos, mesmo em concentrações mais altas, não promoveram diminuições significativas na tensão superficial. Segundo os autores, isto demonstra que a tensão superficial não é determinada pela origem do óleo (vegetal ou mineral), mas pela qualidade e quantidade do emulsificante adicionado a sua formulação.

Além dos adjuvantes, algumas formulações de produtos podem interferir significativamente na tensão superficial da calda. Este fato se deve a alguns herbicidas conterem certos aditivos que atuam como surfactantes. Maciel et al. (2010) obteve resultados na diminuição da tensão superficial em diferentes herbicidas. Em seu trabalho, uma das avaliações foi a tensão superficial dos herbicidas à base de Glifosato Polaris (1500 ml p.c. ha^{-1}) e Roundup Ready (1125 ml p.c. ha^{-1}), que foram testados isolados e em mistura com o herbicida clorimuron (Classic 30 g pc ha^{-1}), que também foi testado isolado.

Os resultados indicaram que os herbicidas Polaris e Roundup Ready (ambos à base de glyphosate) promoveram a diminuição da tensão superficial tanto sozinhos quanto em mistura com o Classic, em comparação com a água e o Classic sozinho. Além disso, houve diferenças entre os herbicidas à base de Glyphosate. O Roundup Ready, tanto sozinho quanto em mistura com o Classic, promoveu maior diminuição da tensão superficial em comparação com o Polaris e os demais tratamentos. Gent et al. (2003), avaliando o efeito de adjuvantes na cobertura, absorção e eficiência de fungicida, constataram que para adjuvantes organossiliconados houve uma melhora de 26 a 38% na cobertura do alvo em comparação com adjuvante espalhante adesivo à base de látex e água. Os melhores resultados de absorção foram obtidos com o uso dos adjuvantes organossilicone e óleo vegetal metilado com incremento de 30 e 21% nas culturas de cebola e batata, respectivamente, em comparação com a água.

2.7 Eficiência na aplicação

Vários estudos demonstram que a eficiência de herbicidas depende do volume de pulverização da molécula e do estádio de desenvolvimento das plantas daninhas (Foloni, 1995). Para avaliação do depósito do volume de pulverização, há diversas metodologias: a utilização de alvos artificiais (papel e lâminas de vidro), colocados próximos aos alvos naturais ou verdadeiros (folhas, caules, solo, etc.); papéis sensíveis, que mostram as marcas apenas em função da sensibilidade à umidade; utilização de corantes especiais, como fluorescentes (sensíveis à luz ultravioleta); uso da condutividade elétrica para determinação de concentrações de produtos fitossanitários, técnica esta que permite a utilização de alvo natural. Também existe a possibilidade de utilizarem-se substâncias traçadoras, como corantes alimentícios e, entre estes, o Azul Brilhante FDC-1 avaliado por Palladini (2000).

Os maiores objetivos em pesquisas com aplicação de produtos fitossanitários 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 na dose de ingrediente ativo, sem perder a eficiência biológica. Existem vários estudos na literatura em que se pesquisaram vários aspectos da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, porém com outras culturas e espécies daninhas (Cunha, 2010). Quanto ao estádio fenológico das plantas, há trabalhos relativos às pontas e volumes de aplicação como os estudos Souza et al. (2012), Tomazela et al. (2006), Viana (2010), e a distribuição espacial de espécies daninhas no campo como menciona Baio et al. (2008).

Para Antuniassi (2009), a forma tradicional de aplicação desses produtos ocorre por meio de pulverizadores dotados de bicos hidráulicos. As pontas de pulverização são consideradas os componentes fundamentais em qualquer sistema de pulverização. O principal componente dos bicos é a ponta de pulverização, que apresenta como funções básicas: fragmentar o líquido em pequenas gotas, distribuir as gotas em pequena área e controlar a saída do liquido por unidade área.

Kissman (2001) especifica que, para obter maior deposição no alvo desejado, fatores como volume de aplicação, tipo de bico ou ponta de pulverização, ângulo do bico da barra de aplicação podem variar, e estes estarão dependentes das estruturas anatômicas e da arquitetura das plantas. Vários pesquisadores têm constatado que a eficácia dos herbicidas aplicados em volumes baixos, como o de 50 L ha^{-1}, é variável quando comparado com volumes maiores de calda.

McMullan (1995) relata que, em alguns estudos, a eficácia dos herbicidas como o Asulam, por exemplo, foi baixa para o volume de pulverização de 50 L ha^{-1}, ou menos eficiente, quando comparado com volumes maiores de pulverização, como os de 180 L ha^{-1}. Ou seja, o volume ótimo de pulverização deve ser determinado para cada tipo de herbicida.

Tomazela (1997) trabalhou com a ponta XR Teejet 8001 EVS, testando diferentes volumes (50, 100, 200, 300, 400, 500, 750 e 1000 L ha^{-1}) e densidades de *B. plantaginea* (300, 600, 900 e 1200 plantas m^{-2}), e observou que a redução do volume de calda promoveu incrementos de depósitos nas plantas de *B. plantaginea*.

Silva (2000) avaliou o depósito das pontas de pulverização de jato plano TeeJet (XR 11002 VS e DG 11002 VS), de jato plano duplo-TwinJet (TJ60 11002 VS), de jato cônico-ConiJet (TXVS-4) e FullJet (FL-5 VS), e constatou que as pontas de único jato plano XR TeeJet e DG TeeJet apresentavam maiores depósitos, da ordem de 54,65 e 53,25%, respectivamente, sobre as plantas de *Cyperus rotundus* L. Maciel *et al*. (2010), trabalhando com a ponta de jato plano TeeJet (XR 11002 VS) e a ponta de jato cônico-ConiJet (TXVS-4), avaliaram a deposição, distribuição e penetração da calda de pulverização em plantas de feijoeiro e *Brachiaria decumbens* L., e observaram que as pontas de pulverização jato plano e cônico não apresentaram diferenças em relação ao depósito nos folíolos totais do feijoeiro. Entretanto, para *B. decumbens* a ponta de jato cônico proporcionou deposição superior e distribuição mais uniforme em relação à ponta de jato plano.

Estudando as pontas XR Teejet 11002 VS e DG Teejet 11002 VS, com diferentes densidades e estádios de desenvolvimento de *B. plantaginea*, Tomazela *et al*. (2006) verificaram que a ponta XR 11002 VS determinou maiores depósitos de calda de pulverização sobre as plantas e que no estádio de duas folhas ocorreram maiores depósitos que no de quatro folhas.

2.8 Utilização dos herbicidas Glyphosate e Saflufenacil

Para Adegas (2011), no Brasil, com a introdução de cultivares de soja *Roundup Ready* ocorreu aumento do uso do herbicida glifosato em substituição aos herbicidas convencionais. A intensa utilização do herbicida glifosato em lavouras de soja tem favorecido a seleção de biótipos resistentes ao herbicida. Inicialmente restrita ao Rio Grande do Sul, a buva se encontra amplamente distribuída no Paraná e, em menor frequência, no sul do Mato Grosso do Sul. Atualmente, cerca de quatro milhões de hectares estão infestados por esta planta

daninha. Estima-se que 60% das áreas de lavoura do Rio Grande do Sul estejam infestadas com *Conyza canadensis*.

No Paraná, a infestação está em cerca de 40% da área (Christoffoleti, 2011). Alguns autores relatam os prejuízos causados pela buva na cultura da soja. Adegas (2011) sugere que duas a cinco plantas m^{-2} podem proporcionar redução de produtividade na cultura da soja que varia entre 10 e 30%, ao passo que 10 a 15 plantas m^{-2} são capazes de reduzir a produtividade em até 80%, além de elevar a impureza e umidade do produto colhido.

Zablotowicz & Reddy (2007) mencionam que o glyphosate é um herbicida não seletivo, que inibe a atividade da enzima 5- enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS). Essa enzima catalisa a condensação do shiquimato-3-fosfato (S3P) e do fosfoenolpiruvato (PEP), impedindo a formação do corismato e, consequentemente, a produção dos aminoácidos triptofano, fenilalanina e tirosina.

Segundo Beale & Weistein (1990), existem vários herbicidas que vêm sendo usados em associação com o glyphosate. No entanto, a busca de novas moléculas que proporcionem controle satisfatório da buva é constante. Trata-se do herbicida saflufenacil, um novo herbicida pertencente ao mecanismo de ação conhecido por inibidor da enzima protoporfirinogênio IX oxidase (PPO ou PROTOX). Os herbicidas PPO catalisam a conversão do protoporfirinogênio IX protoporfirina IX (Protox). O bloqueio dessa rota metabólica previne a síntese de clorofila e citocromos no cloroplasto, além de gerar espécies reativas de oxigênio no citosol, com posterior estresse oxidativo nas membranas e extravasamento do conteúdo celular.

Para Kissman (2001), a presença de plantas daninhas em lavouras de soja pode alterar seu desenvolvimento, por promover competição pelos recursos do meio, como água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade desses recursos para a cultura e causando redução na produtividade de grãos devido aos efeitos da interferência sobre as variáveis que definem a produtividade da cultura. Estima-se que as perdas ocasionadas às culturas agrícolas pela interferência das plantas daninhas no Brasil sejam em torno de 20 - 30% (Santos, 2006). O controle químico constitui o componente dominante do manejo de plantas daninhas adotado na produção de culturas nas últimas décadas.

Segundo Embrapa (2011), o desenvolvimento da tecnologia da soja geneticamente modificada (transgênica) para resistência ao herbicida glyphosate (soja RR) trouxe profundas mudanças no manejo de espécies daninhas, pois onde antes se utilizavam outros herbicidas e misturas formuladas, agora poderá ser aplicado esse ingrediente ativo. Atenção especial

(estádio de desenvolvimento da planta daninha, densidade de infestação, dose, época de aplicação, etc.) deve ser dada às espécies tolerantes a esse herbicida como trapoeraba, erva-quente e erva-de-touro.

Para Vargas (2007), os resultados obtidos nos experimentos em condições de campo e em casa de vegetação, de forma geral, evidenciam que o biótipo suscetível é facilmente controlado com o glyphosate. Além disso, demonstram que o biótipo resistente apresenta-se igualmente ao biótipo altamente suscetível aos herbicidas com mecanismos de ação distintos daquele do glifosato. Entretanto, o biótipo resistente apresenta baixa resposta ao glifosato, mesmo se este for empregado em doses elevadas, evidenciando que a buva adquiriu resistência a este produto.

3. REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. Buva precisa ser controlada ainda pequena. In: **Jornal Cocamar,** 06 de Julho, 2011. Disponível em: <http://www.jornalcocamar.com.br/>. Acesso em: 06/10/2015.

ALVARENGA, C. B.; CUNHA, J. P. A. R. Aspectos qualitativos da avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia, Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.3, Junho, p.555-562, 2010.

ANDEF-Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. São Paulo, 2013. 7p.

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

ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H. R; VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: **Manual de manejo e controle de plantas daninhas.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 174-175.

BAIO, F. H. R; VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: **Manual de manejo e controle de plantas daninhas.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 174-175.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 275-284, 2004.

BEALE, S. I.; WEINSTEIN, J. D. Tetrapyrrole metabolism in photosynthetic organisms. In: Dailey, H.A. **Biosynthesis of Hemes and Chlorophylls**. New York: McGraw-Hill, 1990. p. 287-391.

CARVALHO, F. K. **Influência de adjuvantes de calda no depósito e deriva em aplicações aéreas e terrestres**. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

CHAIM, A.; CAMARGO NETO, J.; PESSOA, M. C. P. Y. **Uso do programa computacional Gotas para avaliação da deposição de pulverização aérea sob diferentes condições climáticas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 18p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39).

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

CHISTOFFOLETI, P. Alerta: Brasil tem 3,5 milhões de hectares infestados com buva. In: AGRONOTÍCIAS. Disponível em: <http://www.sonoticias.com.br>. Acesso em: 06 de Julho, 2011.

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

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,** Brasília, v. 39, n. 10, p. 977-985, outubro 2004.

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

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciencia**, Caracas,v. 34, n. 9, p. 655-659, 2009.

DURINGA, J. C.; CORREIA, N. M. Efeito de adjuvantes na aplicação e eficácia de herbicidas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2008. p. 134-171.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistemas de Produção 14. **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2011**. Embrapa Soja, 2010. 166-167 p. Londrina, 2011.

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

FOLONI, L.L. Aplicação de glifosato em pós-emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado. **Revista Brasileira de Herbicidas**, n.3, p. 47-58, 1995.

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

HANKS, J. E. Effect of drift retardant adjuvants on spray droplet size of water and paraffinic oil applied at ultralow volume. **Weed Technology**, Champaign, v. 9, n. 2, p. 380-384, abr./jun. 1995.

KISSMAN, K. G. Rumos e tendências da pesquisa em tecnologia de aplicação de agrotóxicos: a visão da indústria química. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 2001. Jundiaí. **Anais** Jundiaí: Instituto Agronômico de Campinas, 2001. Disponível em: <emhttp://www.iac.sp.gov.br/Centros/centro%20de%20engenharia%20e%20automa%C3%A7%C3%A3o/sintag/AKissman.PDF>. Acesso em: 20/11/2016.

LEFEBVRE, A. H. **Atomization and sprays**. New York: Hemisphere, 1989. 142 p.

LEMOS, R. E. Parâmetros relacionados ao tamanho de gotas em bicos rotativos utilizados na catação de plantas daninhas na cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010. p. 3591-3595.

MACIEL, C. D. G. *et al*. Tensão superficial estática de misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-ethyl isoladas ou associadas com adjuvantes. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.28, n. 3, p. 673-685, 2010.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 2000. 432 p.

McMULLAN, P. M. Effect of spray volume, spray pressure and adjuvant volume on efficacy of sethoxydim and fenoxaprop-p-ethyl. **Crop Protection**, v. 14, n.7, p. 549-554, 1995.

McMULLAN, P. M. Emulsifier surfactant-oil combinations with tralkoxydim. J**ournal Plant Science,** Ottawa, v. 73, n. 4, p. 1275-1281, 1993.

MOTA, A. A. B. *et al*. Espectro de gotas da pulverização de herbicida com e sem a adição de adjuvante na calda. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010. p. 3419-3423.

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

SCHNEIDER J. L. *et al***.** Cobertura de gotas de pulverização obtida com diferentes pontas e taxas de aplicação na parte aérea da cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.5, maio, 2013.

SILVA, A. C. A. *et al*. Efeito de diferentes adjuvantes no espectro de gotas e no potencial de deriva em pulverizações agrícolas. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010. p. 3443-3446.

SILVA D. D. *et al*. **História da aviação agrícola**. Minas Gerais: Ciência Rural, 2002. 18p.

SILVA, M. A. S. **Depósitos de calda de pulverização no solo e em plantas de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em diferentes condições de aplicação**. Botucatu, 2000. 57 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. 2000.

SIQUEIRA J. L.; ANTUNIASSI. U. R. **Inspeção periódica de pulverizadores nas principais regiões de produção de soja no Brasil. Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 26, n.4, 2011, p.92-100.

SOUZA L.A.; CUNHA J. P A. R.; PAVANIN L.A. Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n.1, Fortaleza, jan/mar. 2012.

TEIXEIRA, M. M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**. 1997. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia Rural) - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrônomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

TOMAZELA, M. S. **Avaliação de calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea*** (Link) Hitch, volume e ângulo de aplicação. Botucatu, SP, 1997. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. 1997.

TOMAZELA, M. S.; MARTINS, D.; MARCHI, S. R.; NEGRISOLI, E. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea*, do volume e do ângulo de aplicação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 183-189, 2006.

VARGAS, L. Buva *(Conyza bonariensis)* resistente ao glifosato na região sul do Brasil. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v.25, n.3, p. 573-578, 2007.

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

ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N. **Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. Crop Protection**, v.26, n.3, p.370-376, 2007.

CAPÍTULO 1

DESSECAÇÃO PARA PLANTIO DE SOJA VARIANDO PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E VOLUMES DE CALDA

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos dos diferentes volumes de calda e pontas de pulverização com o uso de herbicidas glyphosate e saflufenacil no manejo em dessecação para plantio de soja, uma vez que há muitos questionamentos sobre qual ponta de pulverização a ser usada e qual o volume ha^{-1} adequado. O experimento foi conduzido a campo na safra 2014/2015 na estação experimental do CPA (Campo de Pesquisa Agrícola), situada em Rio Verde – GO. Foi feita a dessecação para plantio da soja no dia 06/11/2014, e se utilizou glyphosate (Roundup Transorb) 1440g i.a. ha^{-1} + Saflufenacil 49g/i.a. ha^{-1} nas plantas daninhas que estavam presentes na área para plantio de soja. O experimento se estabeleceu no delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 4 com quatro repetições. As parcelas apresentaram as dimensões de 5 x 3 ($15m^2$), no total de 12 tratamentos com área total de 720 m^2. O primeiro fator constituiu-se de diferentes volumes de calda (30,60, 90 e 120L ha^{-1}) e o segundo fator foram três diferentes pontas de pulverização (AVI, XR e TX). As variáveis analisadas foram: diâmetro em micrômetro e número de gotas por cm^2, obtidas no papel sensível, processadas pelo software Gotas. Foram realizadas avaliações 3, 10 e 17 dias após a aplicação de dessecação para plantio, submetendo a notas de 0 para área sem controle a 100% com controle total das plantas daninhas. As pontas AVI110 e XR110 possibilitaram controle das plantas daninhas, independente do volume de calda utilizado; a ponta TX11001 com volume de calda de 30 L ha^{-1} confere menor controle das plantas daninhas; a ponta AVI110 produziu maiores diâmetros de gotas; as pontas XR110 e TX110 promovem maiores quantidades de gotas/cm^2 e, independente do volume de aplicação, os diâmetros de gotas permaneceram estáveis.

Palavras-chaves: Glyphosate, Diâmetro de gotas, Controle das Plantas Daninhas.

DRYING FOR PLANTING SOY VARY TIPS SPRAY AND VOLUMES OF SYRUP

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the effects of different spray volumes and spray nozzles with the use of glyphosate and saflufenacil in management in desiccation for planting soybeans, since there are many questions about which spray tip to be used and which volume would be suitable. The experiment was conducted in the field crop of 2014/2015 at CPA experimental station (Field Agricultural Research) located in Rio Verde - GO. The desiccation of soybean planting was carried out on June 6th, 2014, and glyphosate (Roundup Transorb) 1440g a.i. ha^{-1} + saflufenacil 49g/a.i. ha^{-1} were used in the weeds that were present in the area for planting. The experiment was designed in randomized blocks in a 3 x 4 factorial scheme with four replications. The plots had the dimensions of 5 x 3 (15m^2), a total of 12 treatments with total area of 720 m^2. Different spray volumes (30.60, 90 and 120L ha^{-1}) constituted the first factor and the second factor were three different spray nozzles (AVI, XR and TX). The variables analyzed were: diameter in micrometer and the number of drops per cm^2, obtained from sensitive paper, processed by the software Drops. We carried out three assessments,3 , 10 and 17 days after the application of desiccation for planting, grading the areas from 0 for area without control to 100% in total weed control. The TX11001 tip with a volume of 30 L ha^{-1} provided lower weed control; AVI and XR tips enabled control of weed, regardless of syrup volume used; the tip AVI110 produced larger diameter droplets; the XR110 and TX110 tips promoted greater amount of drops/cm^2 and regardless of the volume applied, drop diameters remained stable.

Keywords: Glyphosate, Droplet diameter, Weed Control.

1. INTRODUÇÃO

Muitos são os aspectos que interferem negativamente na qualidade da pulverização, destacando-se, entre eles, aspectos relacionados às pontas de pulverização. As pontas de pulverização são consideradas as partes mais importantes do pulverizador, por serem as responsáveis por aspectos relacionados à qualidade da aplicação, como tamanho das gotas, distribuição do líquido pulverizado, uniformidade de distribuição e volume de calda (Bauer & Raetano, 2004).

No Sistema Plantio Direto (SPD), o controle das plantas daninhas é realizado com herbicidas. Esta dessecação deve ser tão eficiente quanto o controle realizado pelo preparo do solo com grades, ou seja, causando a mortalidade de 100% das plantas, para que a cultura se estabeleça e tenha o seu desenvolvimento inicial sem a competição das plantas daninhas.

Os herbicidas utilizados como dessecantes são, usualmente, não seletivos às culturas, e são aplicados às folhas das plantas em área total, podendo ser de ação sistêmica ou de contato. São fortemente adsorvidos pelos coloides de argila e pela matéria orgânica do solo, o que os torna pouco lixiviáveis e não disponíveis à absorção pelas raízes das plantas, o que permite realizar a semeadura das culturas logo após a sua aplicação (Pitelli, 1985).

A utilização de herbicidas de manejo no SPD foi iniciada em 1961 com os bipiridílicos de contato, paraquat e diquat. Em 1975 foi lançado o glyphosate, de ação sistêmica, com grande eficiência sobre gramíneas. Atualmente, os herbicidas disponíveis no Brasil para o manejo das áreas agrícolas são: glyphosate, 2,4-D amina, paraquat, diquat e paraquat + diuron (Almeida, 1991).

A eficiência dos herbicidas dessecantes é influenciada por diversos fatores que podem afetar a absorção e a translocação desses compostos na planta. A absorção pelas plantas é influenciada, tanto física como biologicamente, pela temperatura e pela umidade relativa do ar. Com a diminuição da umidade relativa do ar e/ou com o aumento da temperatura, as gotas da pulverização secam mais rapidamente e a absorção do produto diminui ou, até mesmo, cessa, afetando o desempenho do herbicida.

Rodrigues (1995) menciona que as condições de baixa umidade relativa e temperatura alta favorecem a volatilização e deriva desses compostos químicos na forma de vapor, pela ação de ventos, para longe do alvo. A ausência de ventos fortes, temperatura amena e umidade relativa do ar elevada, normalmente observadas nas primeiras horas da manhã,

reduzem as possibilidades de deriva e de perdas por evaporação e favorecem a eficiência do produto.

A ocorrência de orvalho pode prejudicar a eficiência dos herbicidas dessecantes, devido a perdas de produto por escorrimento da calda, principalmente quando se aplica com alto volume de água. É recomendável que as aplicações de dessecação sejam realizadas com umidade relativa acima de 60%, temperatura inferior a 30 ºC e ventos abaixo de 8 km h^{-1}. Deve-se evitar aplicações em períodos chuvosos, pois o glyphosate requer um período de seis horas sem chuva, após a aplicação, para uma completa absorção foliar. Algumas formulações de glyphosate, como o Roundup Transorb, têm uma absorção foliar mais rápida. Nesse caso, o período sem ocorrência de chuva pode ser menor.

Aumentando-se a dose do produto, o intervalo de tempo entre a aplicação e a ocorrência de chuva para que o herbicida seja absorvido pela planta pode ser reduzido, segundo Haw & Behrens (1974). Os herbicidas paraquat e diquat não são afetados por chuvas que ocorrem uma hora após aplicação, por possuírem rápida absorção foliar.

A eficiência de herbicidas dessecantes depende da quantidade e da qualidade de água usada na aplicação. A eficiência do glyphosate, por exemplo, é aumentada quando aplicado em volume reduzido de calda de pulverização. Essa melhor eficiência tem sido atribuída à melhor cobertura da folhagem, sem que ocorra escorrimento, e à maior concentração de ingrediente ativo nas gotículas da pulverização (Roman, 2001). E quanto à qualidade, a água dever ser limpa e isenta de impurezas, pois pequenos teores de argila ou de matéria orgânica podem adsorver grandes quantidades dos herbicidas e, consequentemente, não serão absorvidos pelas plantas.

O número de gotas por centímetro quadrado de folha ideal para que os herbicidas dessecantes apresentem seu potencial de controle é de 20 a 30 para os herbicidas sistêmicos e de 40 a 50 gotas por centímetro quadrado para os de contato. Um volume de calda de 50 L ha^{-1} pode produzir, em média, 120 gotas por cm^2, ou seja, mais que o dobro das gotas necessárias ao bom funcionamento desses herbicidas (Sartori, 1975). Os bicos de pulverização mais adequados para a aplicação de herbicidas dessecantes são os planos ou leque, e que formem gotas aproximadamente de 200 mícrons (milésima parte do mm). É importante lembrar que gotas muito pequenas (<100 mícrons) estão mais sujeitas à deriva e volatilização. A adição de surfactante não iônico na concentração de 0,5% v/v pode melhorar o desempenho de controle das plantas daninhas com alta pilosidade ou com ceras nas folhas.

A eficiência dos herbicidas aumenta quando a aplicação é feita em condições que lhe sejam favoráveis. Assim, é importante que se conheça as especificações do produto antes de sua utilização. Regulagem correta do equipamento de pulverização é também outro fator que deve ser considerado. Com a necessidade de redução nas doses e volume de aplicação, para diminuição do custo de produção, a uniformidade na distribuição da pulverização deve ser alcançada, caso contrário a dose que chega ao alvo poderá ser insuficiente para causar o efeito desejável. Para atender a essa necessidade, houve grande evolução dos equipamentos de aplicação, inclusive das pontas, hoje com diversas características de pulverização, distribuição e tamanho de gotas (Perecin et al., 1994).

Diversos trabalhos têm sido realizados quanto à hipótese do tamanho da gota produzida afetar ou não a eficácia do glyphosate. Venturelli et al. (2006), trabalhando com diferentes tamanhos de gotas para aplicação de glyphosate, verificaram maior eficácia quando as gotas produzidas possuíam diâmetros superiores a 250 μm, provavelmente devido ao fato de gotas pequenas terem sido acometidas por deriva. Já Costa et al. (2008) avaliaram a eficácia do glyphosate aplicado com diversos diâmetros de gotas e volumes de calda de 100 a 200 L ha^{-1} na dessecação de *Brachiaria brizantha*, e observaram que todas as condições de aplicações foram eficientes, o que evidencia a possibilidade de redução do volume de aplicação e dosagem do herbicida.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes volumes de calda e de pontas de pulverização com o uso de herbicidas glyphosate e saflufenacil no manejo em dessecação para semeadura de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na safra 2014/2015, na estação experimental do CPA (Campo de Pesquisa Agrícola), situado em Rio Verde – GO, latitude 17º 47’11’’ S, longitude 51 00’ 24’’ O e altitude de 750m. Fez-se a dessecação para semeadura experimental da soja no dia 06/11/2014. Delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 3 com quatro repetições; testou-se quatro volumes de calda (30,60, 90 e 120L ha^{-1}) e três pontas de pulverização - AVI, XR e TX - sendo AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar); XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano); TX (Pontas de Pulverização de

Jato Cônico Vazio), totalizando 12 tratamentos. As parcelas foram constituídas por 5m x 3m resultando em $15m^2$, sendo a área total do experimento de 720 m^2.

A aplicação foi realizada das 8h30min às 11h30min. Durante a aplicação dos tratamentos, a temperatura média foi 26ºC, a umidade relativa do ar de 68% e a velocidade do vento de aproximadamente 4 km $h^{-1.}$ O alvo foram as plantas daninhas que estavam presentes na área (Tabela 3), utilizando glyphosate (Roundup Transorb, 1440g i.a. ha^{-1}) + Saflufenacil (Heat) 49g/i.a. ha^{-1} (inibidor de protox) para semeadura de soja.

As pulverizações foram efetuadas utilizando-se equipamento costal pressurizado a CO_2 e equipado com reservatório de 2 litros de calda, e barra de aplicação com seis pontas, espaçadas em 50 cm entre si. Antes da aplicação, os papéis sensíveis teejet foram colocados na superfície do solo no meio da parcela (1 em cada parcela). Foram coletados e embalados com papel alumínio para a proteção contra entrada de umidade e evaporação, e posteriormente digitalizados com scanner em máxima definição.

As variáveis analisadas foram: diâmetro em micrômetro e número de gotas por centímetro quadrado obtidas no papel sensível e foram processadas pelo software Gotas (Chaim *et al*., 2006). Foram realizadas avaliações de 3, 10 e 17 dias após a aplicação de dessecação para plantio, submetendo a notas de 0 para ausência de controle a 100 para controle total (Frans, 1986), conforme descrito no anexo 1. Os resultados de espectro de gotas e nível de controle foram submetidos à ANAVA, para análise de variância, as médias em função das pontas de pulverização foram comparadas pelo teste Tukey e análise de regressão para volumes de calda.

A área utilizada apresentava-se em uma situação padrão da região, onde antes havia sido cultivado milho safrinha com a presença de plantas daninhas comuns na região observadas na tabela 3, e a aplicação foi feita em condição de regime hídrico estabelecido. Foi feito o levantamento das plantas daninhas presentes na área através de 10 contagens, sendo cada uma com a dimensão de 1 m^2. A pressão de trabalho de 40 PSI, para que todas as pontas em diferentes taxas de aplicação tivessem as mesmas condições de trabalho. Para chegar à taxa desejada, variou-se a ponta de pulverização, sendo que para cada volume de calda, utilizou uma ponta com orifício de diâmetro diferente tanto par a ponta AVI, XR e TX, (Anexo 2) e também a velocidade de aplicação que foi calculada para atingir o volume de calda desejada.

Tabela 3. Populações de plantas daninhas presentes na área experimental

Plantas Daninhas	Densidade média de plantas daninhas (m^2)
Buva – (*Conyza canadenses)*	1,2
Erva Quente – (*Spermacoce latifólia)*	0,5
Erva Santa Luzia – (*Chamaessyce hirta)*	6
Maria Pretinha – (*Solanum americanum)*	0,2
Trapoeraba – (*Commelina benghalensis)*	0,5
Erva de Touro – (*Tridax procumbens)*	0,5
Capim Custódio – (*Pennisetum setosum)*	1
Pé de Galinha – (*Eleusine indica)*	0,6
Capim Amargoso – (*Pennisetum setosum)*	0,4

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos apresentaram controle das plantas daninhas (Tabela 4), seja analisado isoladamente o volume de calda e a ponta de pulverização ou quando analisados na interação. Verificou-se interação significativa para o volume de calda e as pontas de pulverização, sendo que somente na primeira avaliação (3 DAA - dias após a aplicação), para o volume de calda não foi evidenciado resultado significativo a 5%. Nas demais avaliações (10 e 17 DAA) para volume de calda, ocorreu diferença significativa. Para a ponta de pulverização, ocorreu diferença significativa em todas as avaliações, assim como ocorreu interação significativa Volume de calda*Ponta. A popularidade de utilização de somente certas pontas de pulverização tem sido associada ao fácil manejo com a utilização de produtos sistêmicos como glyphosate, pois este produto muitas vezes dispensa o uso de gotas finas para que tenha eficiência, sendo possível a utilização de gotas médias a grossas, as quais permitem uma maior proteção contra a deriva (Antuniassi, 2014).

Tabela 4. Resumo da ANAVA para as respectivas datas de avaliação de controle de plantas daninhas em dessecação

		F Calculado		
FV	GL	3 DAA	10 DAA	17 DAA
Taxa	3	0,31ns	2,15**	2,90**
Ponta	2	2,16**	6,94**	4,79**
Volume de calda*Ponta	6	1,2**	1,65**	1,72**
Erro	33	----	----	----
CV(%)	----	23,27	8,76	7,31

Obs: ns,**, Não Significativo e Significativo a 5% respectivamente. (DAA) dias após a aplicação.

Para a avaliação realizada 3DAA, as pontas de pulverização AVI (ponta de pulverização de jato plano com indução a ar) e XR (ponta de pulverização leque simples) apresentaram ótimo controle das plantas daninhas, independente da taxa de aplicação, mostrando que mesmo utilizando-se taxas de aplicação menores é possível ter um bom resultado (Tabela 5). Porém, quando utilizou-se a ponta de pulverização TX (ponta de pulverização cone vazio) com o volume de calda de 30 L ha^{-1} não ocorreu um controle eficiente em realção às demais pontas de pulverização aos 3 DAA (Tabela 5). Isso pode ocorrer em virtude de a ponta de pulverização TX produzir muitas gotas muito pequenas propensas a deriva, principalmente neste caso, com baixo volume de calda (30 L ha^{-1}).

Para a aplicação de produtos não sistêmicos, é necessário o uso de estratégias que aumentem a superfície de contato do produto para este caso com a área alvo, no sentido de melhorar a cobertura.

Dessa forma, pode ser usada uma ponta que produza gotas maiores, que tem por vantagem a redução de perdas de produto por deriva. Outra importante variável em aplicações é o volume de calda utilizado. Prática comum no passado recente era a utilização de taxas superiores a 200 L ha^{-1}, porém existe uma tendência a se reduzir o volume de calda de aplicação, o que diminui os custos e aumenta a eficiência operacional das pulverizações. Portanto, um menor volume de calda nas aplicações aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores terrestres. Por outro lado, a redução do volume de calda de aplicação requer otimização da tecnologia de aplicação para que se mantenha qualidade e eficiência das aplicações, o que torna a seleção das pontas de pulverização bastante criteriosa e importante.

Tabela 5. Média de controle em função das três pontas de pulverização e quatro volumes de calda aos 3, 10 e 17 dias após a aplicação para plantio

Pontas de Pulverização	Volume de calda (L ha^{-1})				
	30 L ha $^{-1}$	60 L ha $^{-1}$	90 L ha $^{-1}$	120 L ha $^{-1}$	Média
	----------1ª Avaliação (3DAA)----------				
AVI	52,00 a	45,00 a	47,00 a	55,00 a	49,75
XR	45,00 a	47,00 a	45,00 a	45,00 a	45,5
TX	32,00 b	40,00 b	47,00 a	45,00 a	41
Média	43	44	46,33	48,3	
	----------2ª Avaliação (10 DAA) ----------				
AVI	87,00 a	87,00 a	82,00 a	87,00 a	85,75
XR	81,00 a	82,00 a	76,00 a	85,00 a	81
TX	68,00 b	76,00 a	81,00 a	85,00 a	77,5
Média	78,66	81,66	79,66	85,66	
	----------3ª Avaliação (17 DAA) ----------				
AVI	96,75 a	100,00 a	93,75 a	94,00 a	96,12
XR	92,50 a	91,25 a	92,50 a	90,00 a	91,56
TX	77,50 b	95,00 a	90,00 a	93,75 a	89,06
Média	88,92	95,42	93,08	92,58	

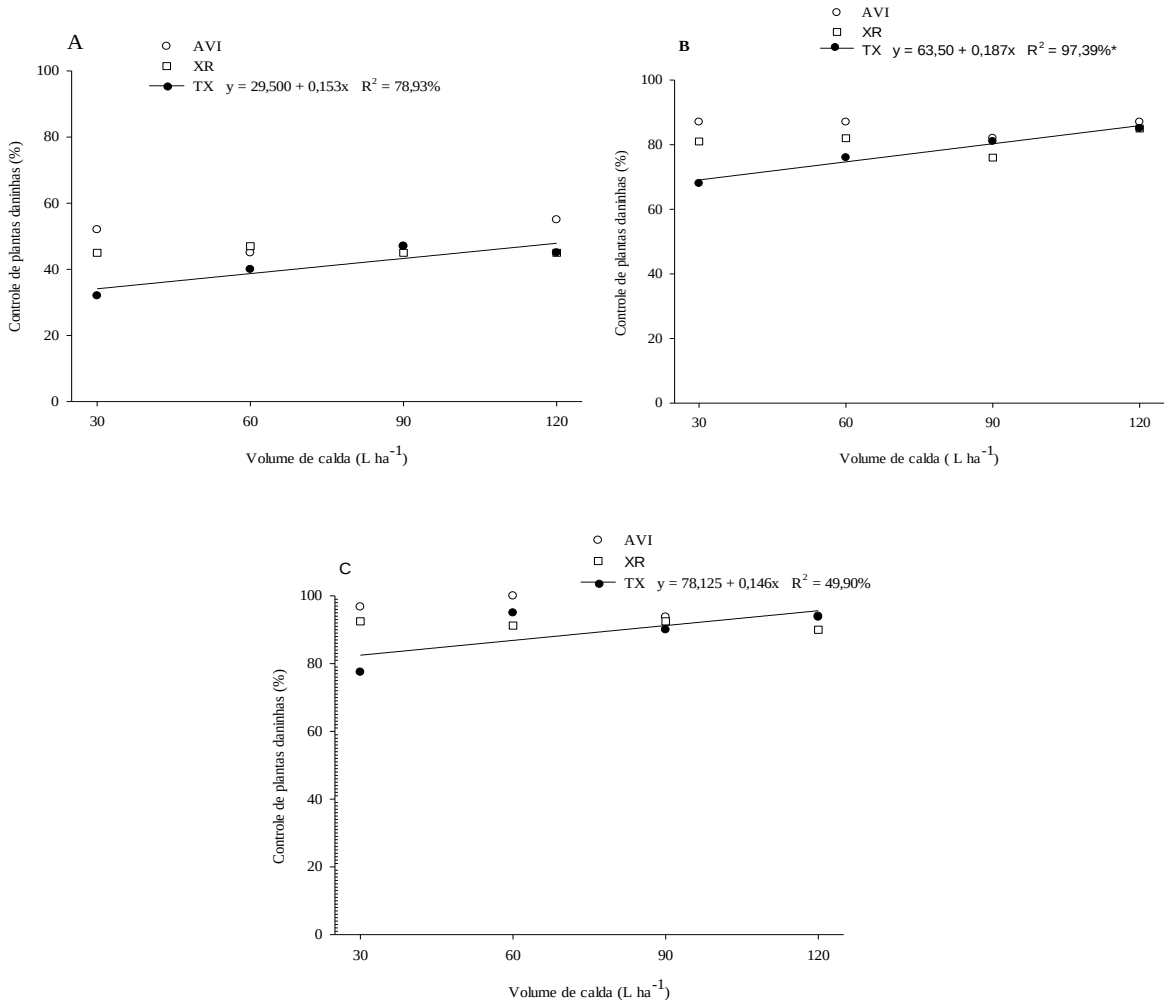
As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferiram significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Obs: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio). DAA (dias após a aplicação).

Aos 3 DAA, as pontas XR e AVI, com o volume de calda de 30 e 60 L ha^{-1} apresentam controle superior em relação à ponta TX (Tabela 5). Isto mostra que com a utilização de volumes de calda baixos, a ponta TX confere menor controle de plantas daninhas, sendo que sua perda por deriva torna-se superior às pontas AVI e XR. Na figura 1A, é possível verificar a crescente evolução no controle de plantas daninhas na medida em que se utilizam maiores volumes de calda na aplicação com o uso da ponta de pulverização XR, e esta tendência permanece nas avaliações de 10 e 17 DAA, que por sua vez, a ponta XR é muito dependente das condições climáticas devido à grande produção de gotas finas.

As pontas que geram gotas de menor diâmetro, classificadas como muito finas, proporcionam grande suscetibilidade em elevar a deriva, apesar de apresentarem capacidade de serem transportadas para o interior do dossel das culturas. Matthews (2000) afirma que gotas grandes conferem maior resistência em sofrer deriva e têm uma trajetória vertical mais definida, apresentando maior deposição em alvos localizados num plano horizontal em relação ao solo. Cunha et al. (2004) recomendam a utilização de pontas de jato cônico vazio

para aplicações de fungicidas e inseticidas, principalmente em culturas com muita massa foliar, para as quais a penetração das gotas no dossel e a cobertura do alvo são essenciais.

Por outro lado, é necessário ressaltar que o uso de gotas finas e muito finas, usualmente oriundas de pontas de jato cônico, jato plano duplo e jato plano, normalmente apresentam maiores probabilidade de perdas e deriva como descrito por Antuniassi (2004). Isto reforça o conceito de que a correta escolha das pontas de pulverização é fundamental para o sucesso da aplicação de produtos fitossanitários, sendo que para cada operação envolvendo diferentes tratamentos químicos, uma diferente ponta é requerida para a mais perfeita aplicação.



**,* Significativo a 5% e a 1% pelo teste f, respectivamente

Figura 1. Comportamento do nível de controle de plantas daninhas aos 3 DAA (Figura A), 10 DAA (Figura B) e 17 DAA (Figura C) em função das taxas de aplicação com a utilização de três pontas de pulverização: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio)..

Aos 10DAA (tabela 5), com o uso da ponta TX com volume de calda de 30 L ha^{-1} houve menor controle quando comparado às demais pontas. Com isso, é possível verificar a vulnerabilidade da ponta TX em função do seu espectro de gotas que produz muitas gotas pequenas. Para dessecação com baixo volume de calda, nem sempre é uma boa opção. Pela figura 1B é possível verificar o aumento do controle em função do aumento do volume de calda.

Segundo Antuniassi (2014), um total de 31,0% dos produtores utiliza um único tipo de ponta, o que demonstra a falta de informação sobre a importância de manejar pontas de pulverização para o melhor ajuste da técnica às condições de cada pulverização. Neste sentido, Cunha *et al*. (2004) relataram que é observado no campo uma falta de informação a respeito da tecnologia de aplicação. Os autores ainda relataram que as aplicações podem, em alguns casos, até produzir o efeito desejado, mas de forma ineficiente, devido à não utilização da melhor técnica disponível ou o melhor equipamento para a aplicação.

Na avaliação de 17 DAA, as pontas XR e AVI apresentaram maior controle, se destacando da ponta TX no volume de calda de 30 L ha^{-1}.

No controle aos 17 DAA, nota-se pela figura 1C uma tendência de aumento de nível de controle à medida que se aumenta o volume de calda quando se utilizou a ponta de pulverização TX. Com as pontas de pulverização AVI e XR, o nível de controle se manteve estável independente do volume de calda.

Em geral, o que se pode observar é que os produtores que utilizam taxas iguais ou menores do que 100 L ha^{-1} representam a maioria dos produtores rurais, confirmando as descrições de Antuniassi et al. (2004) sobre a tendência de redução do volume de calda. Ainda com relação às comparações de resultados com diferentes volumes de calda.

A compilação destes resultados mostra que o uso de menor quantidade de calda, além de fornecer resultados de controle semelhantes, representa economia de água, combustível e desgaste das máquinas de aplicação. Porém, Rodrigues et al. (1995) identificaram diferenças na deposição de herbicidas em *Commelina benghalensis* para taxas de 80 e 150 L ha^{-1}, ocorrendo melhor deposição de gotas com a taxa de 150 L ha^{-1}.

A análise de variância quanto ao número e diâmetro de gotas, obtidos a partir de alvos de papel sensível instalados sob o solo contendo plantas daninhas, revelou diferença significativa como se mostra na ANAVA (Tabela 6), tanto para taxa e ponta quanto para a interação de taxa e ponta de pulverização. Diferenças entre os espectros de gotas produzidos

pelas diferentes pontas de pulverização e o reflexo desta diferença ao atingir o alvo são possibilidades para a interpretação deste resultado.

Tabela 6. Resumo da ANAVA para número de gotas e diâmetro de gotas em dessecação

		F Calculado	
FV	GL	Número de Gotas	Diâmetro de Gotas
Taxa	3	85,12**	6,27**
Ponta	2	42,83**	124,34**
Volume de calda*Ponta	6	4,42**	4,07**
Erro	33	----	----
CV(%)	----	19,27	10,04

Obs.: ns,**, Não Significativo e Significativo a 5%, respectivamente.

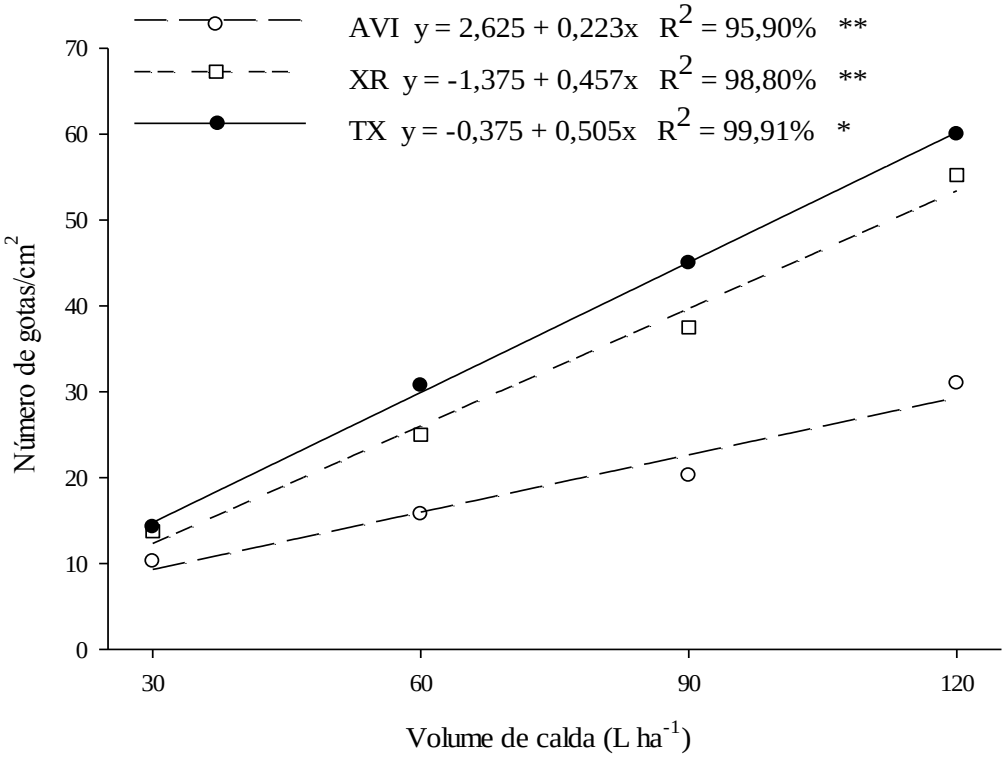
Na tabela 7, encontram-se as médias da variável densidade de gotas (gotas/cm^{-2}) em função das diferentes aplicações, produzidas pelas pontas tipos AVI, XR e TX. Evidenciaram-se diferenças entre as pontas utilizadas, sendo que o maior número de gotas foi verificado na pulverização com as pontas XR e TX quando se utilizou o volume de calda de 120 L ha^{-1}, sendo que à medida que se foi aumentando a taxa de aplicação, consequentemente também aumentou a densidade de gotas. Na avaliação das médias de densidade de gotas, obtidas dos cartões sensíveis colocados na superfície solo, evidenciaram-se diferenças significativas entre as taxas utilizadas.

Almeida (1991), estudando a penetração de gotas de pulverizações no dossel da cultura de soja em aplicações de herbicida com a ponta de jato plano, apresentou maior densidade de gotas e maior quantidade de produto na linha, depositado ao nível do solo. De maneira geral, as pontas XR e TX proporcionaram maiores médias de densidade de gotas quando se utilizou 60, 90 e 120 L ha^{-1}, e consequentemente a ponta AVI produziu menor quantidade de gotas. É possível verificar pela figura 2 a diferença da quantidade de gotas produzidas por cm^2 pelas diferentes pontas de pulverização utilizadas; resultados semelhantes foram obtidos para cultura da soja por Matthews (2000).

Tabela 7. Média de número de gotas por cm^2 dos cartões sensíveis colocados na superfície do solo em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em dessecação

Ponta de Pulverização	Volume de calda				
	30 L ha^{-1}	60 L ha^{-1}	90 L ha^{-1}	120 L ha^{-1}	Média
AVI	10,25 a	15,75 a	20,25 a	31,00 a	19,31
XR	13,75 a	25,00 ab	37,50 b	55,25 b	37,88
TX	14,25 a	30,75 b	45,00 b	60,00 b	37,50
Média	12,75	23,83	34,25	48,75	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Obs: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio).



**, * Significativo a 5% e 1% pelo teste f, respectivamente.

Figura 2. Comportamento do número de gotas/cm^2 em dessecação para plantio em função das taxas de aplicação com a utilização de três pontas de pulverização: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio).

Os diâmetros médios volumétricos (DMV) variaram de 176 a 196 μm quando utilizada a ponta TX que apresenta alta risco de deriva; de 216 a 262 μm, na ponta XR com médio risco

de deriva; de 278 a 364 μm, na ponta AVI com baixo risco de deriva, podendo ser consultado na tabela 19 em anexo. Para cada ponta de pulverização, independente do volume de calda utilizado, não ocorreu diferença estatística. Médias de DMV inferiores a 250 μm indicam risco de deriva, que ocorre principalmente em virtude das gotas menores que 100 μm. No entanto, médias de DMV superiores a 500 μm sugerem problemas de escorrimento que, comumente, ocorrem com gotas maiores que 800 μm (Perecin, 1994).

Tabela 8. Diâmetro Médio Volumétrico (DMV) de gotas, em μm nos cartões sensíveis colocados na superfície do solo em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em dessecação

Ponta de Pulverização	Volume de calda				
	30 L ha^{-1}	60 L ha^{-1}	90 L ha^{-1}	120 L ha^{-1}	Média
AVI	364	341	292	278	319 a
XR	218	262	243	216	235 b
TX	196	180	183	176	184 c
Média	259	261	239	224	

As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Obs.: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio).

Aplicação eficiente requer cobertura adequada da superfície-alvo com gotas de tamanho apropriado. No caso de serem produzidas gotas muito grandes, superiores a 800 μm, não ocorre adequada cobertura da superfície, tampouco uniformidade de distribuição. As gotas muito grandes, pelo seu peso, normalmente não aderem à superfície da folha. No caso de gotas muito pequenas, geralmente ocorre adequada 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 (Perecin, 1994). Segundo Antuniassi (2004), os fatores que influenciam o espectro de gotas produzidas por determinado bico são: vazão nominal, ângulo de pulverização, pressão do líquido, propriedades da calda e tipo de ponta de pulverização.

A interpretação dos dados do diâmetro de gotas inferior a 100, 150 e 200 μm permite que se estime o potencial de deriva da aplicação (Anexo 3). Quanto menor essa percentagem, menor o risco de deriva do agrotóxico durante uma aplicação. Não existe valor-padrão indicativo de risco de deriva ou de aplicação segura. 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., 2004). Os bicos de jato cônico vazio estiveram relativamente mais sujeitos à deriva que os bicos de jato plano e jato plano com indução de ar. 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 os bicos de jato plano têm menor risco de deriva, principalmente em baixas pressões. As pontas de jato cônico vazio tenderam a apresentar maior densidade de gotas depositadas sobre o alvo, quando comparadas às pontas de jato plano, em virtude do menor tamanho de gotas originadas. Se por um lado há maior risco de deriva, por outro ocorre maior cobertura do alvo, condição desejada, principalmente quando na aplicação de agrotóxicos de contato.

4. CONCLUSÃO

- As pontas AVI110 e XR110 possibilitam controle das plantas daninhas, independente do volume de calda utilizado;
- A ponta TX11001 com volume de calda de 30 L ha^{-1} confere menor controle das plantas daninhas;
- A ponta AVI110 produz maiores diâmetros de gotas;
- A ponta XR 110 e TX110 promovem maiores quantidade de gotas/cm^2, e com menores diâmetros à medida que aumenta o volume de calda;
- Independentemente dos volumes de calda, os diâmetros de gotas permaneceram estáveis.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto.** IAPAR, 1991. 34p. (IAPAR Circular Técnica, 67).

ANTUNIASSI, U. R. **Caracterização da taxa de aplicação e pontas de pulverização utilizadas no Estado de Mato Grosso.** Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Botucatu, 9 p, 2014.
ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. IAPAR, v. 8, p. 165-177, 2004. (Boletim de Pesquisa de Soja).

BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.275-84, 2004.

CHAIM, A.; CAMARGO NETO, J.; PESSOA, M. C. P. Y. **Uso do programa computacional Gotas para avaliação da deposição de pulverização aérea sob diferentes condições climáticas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 18p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39).

COSTA, N. V. *et al*. Efeito de pontas de pulverização na deposição e na dessecação em plantas de *Brachiaria brizantha.* **Planta Daninha**, v.26, n.4, p.923-933, 2008.

CUNHA, J. P. A. R. *et al*. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 39, n. 10, p. 977-985, outubro, 2004.

FRANS, R. 1986. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, D. (Ed.). **Research Methods in Weed Science**. 3.ed., Champaign: Southern Weed Science Society. 37p.

HAW, L. R.; BEHRENS, R. Selectivity factors in the response of plants to 2,4DB. **Weed Science**, Champaign**,** v. 22, p. 245-249, 1974.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 2000. 432 p.

PERECIN. D. *et al*. Padrões de distribuição obtidos com bicos Twinjet em função da altura e do espaçamento entre bicos. **Engenharia Agrícola**, v.14, p.19-30, 1994.

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, p.16-27, 1985.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 3. ed. Londrina: ed. dos Autores, 1995. 675 p.

ROMAN, E. S. Influência de chuva simulada na eficácia de diferentes formulações de doses de glifosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 2, n. 3, p. 119-124, 2001.

SARTORI, S. **Considerações a respeito da aplicação de defensivos por via líquida**. São Paulo: Máquinas Agrícolas Jacto, 1975. 30 p.

VENTURELLI, L. *et al.* Cobertura y respuesta biológica del glyphosate ante la utilización de distintas pastillas de pulverización. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, João Pessoa. **Anais** do XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola- CD-Rom. SBEA, 2006. p.67-68.

CAPÍTULO 2

PULVERIZAÇÃO EM PÓS-EMERGÊNCIA COM DIFERENTES PONTAS E VOLUMES DE CALDA NA CULTURA DA SOJA

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de volumes de calda e pontas de pulverização com o uso de glyphosate no manejo de plantas daninhas em pós-emergência na soja, uma vez que tem havido muitos questionamentos sobre qual ponta de pulverização a ser usada e qual a taxa ha^{-1} adequada. O experimento foi conduzido a campo na safra 2014/2015 na estação experimental do campus da UniRV (Universidade de Rio Verde), situado em Rio Verde – GO, onde foi realizado em pós-emergência da soja no dia 20/12/2014. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 4 com quatro repetições. As parcelas apresentaram as dimensões de 5 x 3 ($15m^2$), no total de 12 tratamentos com área total de 720 m^2. Os tratamentos foram testados em cultura da soja, cultivar Nidera 7337RR, semeada em 15/11/2014, com 0,50m de espaçamento entre as linhas de plantio e adubação de plantio com 300kg ha^{-1} do formulado 02-20-18. Na aplicação em pós-emergência utilizou-se glyphosate (Roundup Transorb, 1440g i.a. ha^{-1}), a cultura da soja se encontrava no estádio V4 e V5 durante a aplicação. Foram testados dois fatores: o primeiro fator foi diferentes volumes de calda (30,60, 90 e 120L ha^{-1}) o segundo fator foram três diferentes pontas de pulverização AVI, XR e TX. As variáveis analisadas foram: diâmetro em micrômetro e número de gotas por/cm^2, obtidas no papel sensível, processadas pelo software Gotas, e as avaliações de 7, 14 e 21 dias após a aplicação em pós-emergência, submetendo a notas de 0 para área sem controle a 100% com controle total das plantas daninhas. À medida que se aumenta o volume de calda, eleva-se o número de gotas/cm^2. O volume de calda de 30 L ha^{-1} apresenta menor controle de plantas daninhas, independente da ponta de pulverização; a ponta AVI apresenta menor risco de deriva e produz gotas de grande diâmetro e em quantidade menor e as pontas XR e TX conferem maior quantidade de gotas e com maior capacidade de penetração no dossel da cultura, mas com maior risco de deriva.

Palavras chaves: Gotas Pulverizadas, Aplicação, Dossel da Cultura.

SPRAYING IN POST-EMERGENCE WITH DIFFERENT TIPS AND SYRUP VOLUMES ON SOYBEAN CROP

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the effect of spray volume and spray nozzles with the use of glyphosate in managing post-emergence in soybeans, since there have been many questions about which spray tip to be used and which volume would be suitable. The experiment was conducted in the field in the harvest 2014/2015 at the experimental station of the campus UniRV (University of Rio Verde), located in Rio Verde - GO, which was held in post-emergence soybean on December 20th, 2014. The experiment was designed in randomized blocks in a 3 x 4 factorial scheme with four replications. The plots had the dimensions of 5 x 3 (15m^2), a total of 12 treatments with a total area of 720 m^2. The treatments were tested in soybean cultivar Nidera 7337RR, sown on November 15th, 2014 with 0.50m between the lines of planting and fertilized with 300 kg ha^{-1} of the formula 02- 20-18. In the application in post-emergence, we used glyphosate (Roundup Transorb, 1440g a.i. ha^{-1}), and the soybean crop was in V4 and V5 stage during application. Two factors were tested: the first factor was different spray volumes (30.60, 90 and 120L ha^{-1}), and the second factor was three different spray tips - AVI, XR and TX. The variables analyzed were: diameter in micrometer and the number of drops/cm^2, obtained from sensitive paper, processed by the software Drops and assessments 7, 14 and 21 days after application in post-emergence, grading the areas from 0 for area without control to 100% in total weed control. The more the volume of syrup is increased, the greater the number of drops/cm^2. Spray volume of 30 L ha^{-1} provided less weed control, regardless of the spray tip; the tip AVI has a lower risk of drift and produces drops of large diameter in a smaller amount , and tips XR and TX provide greater amount of drops and increased penetration capacity in crop canopy but with greater risk of drift.

Key words: Sprayed Drops, Application, Canopy of Culture.

1. INTRODUÇÃO

A demanda cada vez maior de produção de alimentos, fibras e energia, por parte de uma população crescente de consumidores e decrescente de produtores, destaca a importância do controle de plantas daninhas, assim como de pragas e doenças nas lavouras. Com a finalidade de tornar mais eficiente e menos árdua essa tarefa, o homem foi criando, através dos tempos, as mais variadas ferramentas, implementos e máquinas (Deuber, 1992).

O efeito da competição de plantas daninhas sobre a produção de grãos pode variar com a espécie infestante, sua densidade populacional, o local, a duração da competição, a umidade do solo e outros fatores ambientais (Blanco et al., 1973). Em decorrência desses diferentes fatores, as perdas na produção podem chegar a mais de 95%.

Segundo Pitelli (1985), o grau de interferência das plantas daninhas nas culturas depende da comunidade vegetal infestante (espécie, densidade e distribuição), da cultura (cultivar, espaçamento e densidade), do ambiente (solo, clima e manejo) e do período de convivência. Chemale (1982) observa que 12 e 52 plantas por m^2 de *Euphorbia heterophylla* L., convivendo com a soja durante 45 dias, reduziram o rendimento em 6% e 16%, respectivamente, e as mesmas densidades, convivendo durante 115 dias, reduziram o rendimento em 22% e 50%. Deuber (1992) mostrou que as plantas daninhas afetam a soja de diferentes maneiras. A população da cultura pode ser reduzida pela interferência das plantas daninhas, e o sombreamento imposto pelas mesmas durante o período reprodutivo da soja pode reduzir o desenvolvimento de vagens e, consequentemente, a produção final.

Existem diferentes tipos de bicos, cada qual com uma finalidade própria, sendo mais comuns os hidráulicos. Nestes, o líquido, sob pressão, é obrigado a sair por um pequeno orifício de maneira que se cria um jato que se torna uma lâmina muito fina, instável e que se desintegra em gotículas de diferentes tamanhos. Os bicos hidráulicos podem produzir jatos em forma de leque, aberto ou fechado, ou em forma de cone, cheio ou vazio, atendendo a finalidades específicas.

O volume de pulverização e o tamanho das gotas são variáveis, em função da pressão, do tipo do bico e do diâmetro do orifício de saída do jato. Normalmente, se aplicam herbicidas com jatos em forma de leque. Todavia, os bicos com jato em cone são bastante utilizados para aplicações em pós-emergência, por proporcionarem melhor molhamento das folhas e outras partes aéreas das plantas (Deuber, 1992). Além da correta seleção e utilização

do equipamento, diversos trabalhos têm mostrado que aplicações em pós-emergência de herbicidas nos estádios iniciais de crescimento das plantas daninhas resultam em controle mais eficiente do que aplicações efetuadas em estádios mais avançados das plantas daninhas (Murphy & Gosset, 1984; Santos, 1986).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito dos diferentes volumes de calda e pontas de pulverização com a utilização de herbicida glyphosate no manejo em pós-emergência na soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na safra 2014/2015 na estação experimental do campus da UniRV (Universidade de Rio Verde), situado em Rio Verde – GO, latitude 17º 47' 32'' S, longitude 50º 00' 37'' O, e altitude de 750m. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 3 com quatro repetições. Foram testados quatro volumes de calda (30,60, 90 e 120L ha^{-1}) e três pontas de pulverização: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar); XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano); TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio), totalizando 12 tratamentos. As parcelas foram constituídas por 5m x 3m, resultando em $15m^2$, e a área total do experimento foi de 720 m^2.

O experimento foi realizado em pós-emergência da soja no dia 20/12/2014, a aplicação foi realizada entre 10h30min e 16h30min. Durante a aplicação, a temperatura média foi 27ºC, umidade relativa do ar de 80% e a velocidade do vento, de aproximadamente 5 km h^{-1}. Os tratamentos foram testados em cultura da soja, cultivar Nidera 7337RR, semeadas em 15/11/2014, com 0,50m de espaçamento entre as linhas de plantio e adubação de plantio com 300kg ha^{-1} do formulado 02- 20-18. O alvo foram as plantas daninhas que estavam presentes na área; utilizou-se glyphosate (Roundup Transorb, 1440g i.a. ha^{-1}) e a cultura se encontrava no estádio V4 e V5 durante a aplicação.

As pulverizações foram efetuadas utilizando-se equipamento costal pressurizado a CO^2 e equipado com reservatório de 2 litros de calda, e barra de aplicação com seis pontas, espaçadas em 50 cm entre si.

Após as aplicações, os papéis sensíveis foram coletados e embalados com papel alumínio para a proteção contra entrada de umidade e evaporação, e posteriormente digitalizados com scanner em máxima definição.

As variáveis analisadas foram: diâmetro em micrômetro e número de gotas por centímetro quadrado, obtidas no papel sensível e que foram processadas pelo software Gotas (Chaim *et al*., 2006). Foram feitas avaliações de 7, 14 e 21 dias após a aplicação de dessecação para plantio, submetendo a notas de 0 para ausência de controle a 100 para controle total (Frans et al., 1986), conforme descrito na tabela 17. Os dados de espectro de gotas e nível de controle foram submetidos à ANAVA, para análise de variância, as médias em função das pontas de pulverização foram comparadas pelo teste Tukey e análise de regressão para volumes de calda.

Utilizou-se uma área em situação padrão da região, onde antes tinha sido cultivado sorgo safrinha com a presença de plantas daninhas comuns na região (Tabela 9), e a aplicação foi feita em condição de regime hídrico estabelecido e as plantas daninhas recuperadas totalmente. O levantamento da população das plantas daninhas presentes na área foi feito através de amostragem em 10 pontos na área, onde em cada ponto de 1 m^2 foram identificadas as plantas daninhas. A pressão de trabalho de 40 PSI, para que todas as pontas em diferentes taxas de aplicação tivessem as mesmas condições de trabalho. Para se chegar ao volume de calda almejada, utilizou uma ponta com orifício de diâmetro diferente tanto par a ponta AVI, XR e TX, (Anexo 2) e também a velocidade de aplicação que foi calculada para atingir o volume de calda desejada.

Tabela 9. Populações de plantas daninhas presentes no pós-emergência

Plantas Daninhas	Densidade de plantas (m^2)
Capim Colchão – (*Digitaria horizontalis)*	6
Capim Carrapicho – (*Cenchrus echinatus)*	5
Erva Quente – (*Spermacoce latifólia)*	0,7
Erva de Touro – (*Tridax procumbens)*	1
Trapoeraba – (*Commelina benghalensis)*	3
Sorgo - (*Sorghum bicolor* L. Moench)	5

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi detectada diferença significativa para o volume de calda em todas as três avaliações (Tabela 10). Em relação à ponta de pulverização, houve significância somente na primeira avaliação aos 7 DAA (dias após a aplicação). Para a interação de Volume de calda*Ponta, ocorreu diferença significativa somente na segunda avaliação aos 14 DAA.

Tabela 10. Resumo da ANAVA para as respectivas datas de avaliação de controle de plantas daninhas em pós-emergente na soja

		F Calculado		
FV	GL	7 DAA	14 DAA	21 DAA
Taxa	3	2,16**	9,55**	8,00**
Ponta	2	0,17ns	0,63**	0,20ns
Volume de calda*Ponta	6	0,24ns	2,93**	0,41ns
Erro	33	----	----	----
CV(%)	----	24,06	14,97	11,47

Obs.: ns,**, Não Significativo e Significativo a 5%, respectivamente; (DAA) dias após a aplicação.

Na 1º avaliação (7 DAA), foi possível verificar que não ocorreu diferença estatística (Tabela 11), mostrando que as três pontas de pulverização utilizadas, independente do volume de calda, foram eficientes no controle das plantas daninhas.

O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, podendo ser o principal componente do desempenho operacional em diversas culturas. É importante destacar o efeito da ponta TX, com maior capacidade de penetração das gotas no dossel da planta. Gotas muito pequenas, na maioria das vezes, geram 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. Entre os fatores que influenciam o espectro de gotas produzido se destaca a pressão do líquido. Dessa forma, para culturas em que o dossel é mais aberto, o uso de gotas maiores pode ser vantajoso, o que é característica da ponta XR e principalmente da ponta AVI, pois, além de requerer menor pressão, também propicia aplicação mais eficiente.

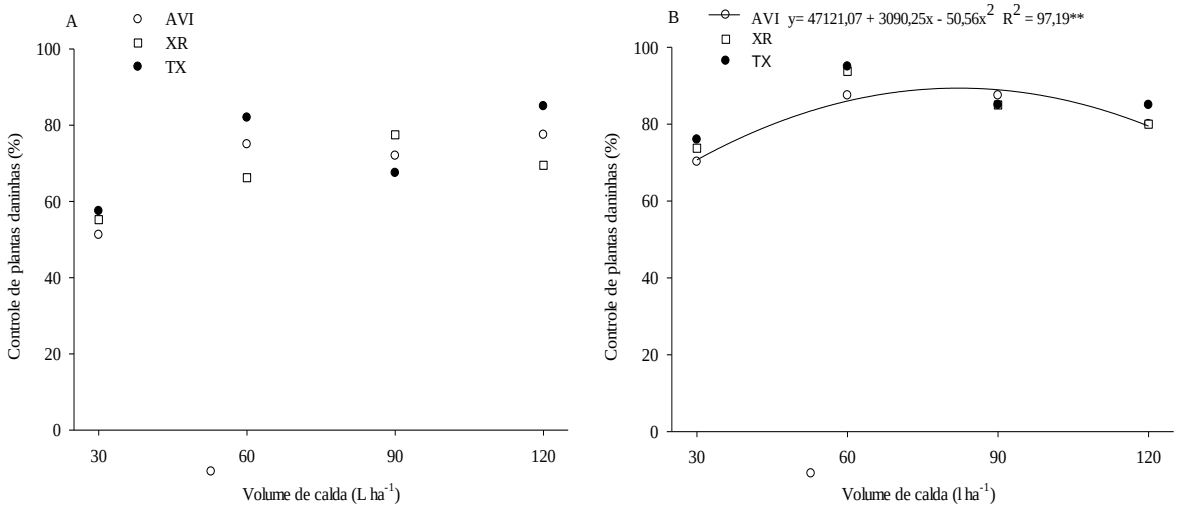
Tabela 11. Média de controle em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação 7, 14 e 21 dias da aplicação de pós-emergência

Ponta de Pulverização	Volume de calda (L ha^{-1})				
	30 L ha^{-1}	60 L ha^{-1}	90 L ha^{-1}	120 L ha^{-1}	Média
	----------1ª Avaliação (7 DAA) ----------				
AVI	36 ,75 a	47,50 a	52,00 a	54,50 a	47,69
XR	39,25 a	50,00 a	50,00 a	53,00 a	48,03
TX	44,75 a	52,50 a	53,00 a	50,00 a	50,06
Média	40,25	50	51,67	52,5	
	----------2ª Avaliação (14 DAA) ----------				
AVI	51,25 b	75,00 b	72,00 b	77,50 b	68,94
XR	55,25 b	66,25 b	77,50 b	69,50 b	67,13
TX	57,50 b	82,00 a	67,50 b	85,00 a	73
Média	54,67	74,42	72,33	77,33	
	----------3ª Avaliação (14 DAA) ----------				
AVI	70,25 a	87,50 a	87,50 a	80,00 a	81,31
XR	73,75 a	93,75 a	85,00 a	82,50 a	83,75
TX	76,00 a	95,00 a	85,00 a	85,00 a	85,25
Média	73,33	92,08	85,83	82,5	

As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Obs: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio). DAA (dias após a aplicação).

O efeito do glyphosate aos 14 DAA (2ª avaliação) sobre o controle das plantas daninhas mostrou ligeira superioridade nos tratamentos tanto nas pontas utilizadas quanto nos volumes de calda (Tabela 11 e Figura 3A). Para todos os tratamentos, houve controle das plantas daninhas, mas efeito significativo foi detectado apenas na ponta TX, quando se utilizou os volumes de calda de 60 e 120 L ha^{-1}.

O controle geral da população de plantas daninhas aos 14 DAA mostrou-se ligeiramente superior nos tratamentos em volumes de calda maiores. Os resultados obtidos comprovam a possibilidade de se utilizar menores volumes de calda nas pulverizações, mas isso pode ser um risco à eficiência de controle de plantas daninhas em pós-emergência na soja, mesmo que haja economia no uso de água, menor número de abastecimento e maior rapidez para tratar as lavouras.



**, Significativo a 5% pelo teste F respectivamente.

Figura 3. Controle de plantas daninhas (em %), aos 14 DAA (figura A) e aos 21 DAA (figura B) em pós-emergência na soja em função das taxas de aplicação com a utilização de três pontas de pulverização: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio).

Na 3ª avaliação, aos 21 DAA, ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. Quando se utilizou o volume de calda de 30 L ha^{-1}, ocorreu menor controle das plantas daninhas (Tabela 11). No entanto, ocorreu interação significativa entre os fatores pontas de pulverização e volume de calda, sendo, portanto, a posição dos alvos independente dos demais fatores analisados. Na figura 3B é possível verificar que o controle tende a aumentar à medida que aumenta o volume de calda. Porém, quando se utilizou o volume de calda de 120 L ha^{-1}, ocorreu um controle inferior quando comparado com os volumes de calda de 60 e 90 L ha^{-1} para as pontas utilizadas. Este fato ocorre devido ao escorrimento de calda aplicado em excesso sobre as folhas, fazendo escorrer e ser perdida no solo.

Em relação às pontas de pulverização, neste caso as pontas XR e TX se demonstraram adequadas para serem utilizadas em aplicação em pós-emergência. Em situações em que se fazem necessárias duas aplicações em pós-emergência, a ponta AVI pode ser utilizada na primeira aplicação em virtude de não haver barreiras que interferem com a gota produzida por essa ponta.

Na ANAVA do número e diâmetro de gotas, ocorreu diferença estatística pelo teste Tukey a 5% (Tabela 12), tanto na parte superior da soja quanto na superfície do solo, mostrando diferença na quantidade produzida de gotas e na deposição destas gotas perante as pontas de pulverização e os volumes de calda. Esta significância já era esperada em função

das pontas de pulverização utilizadas possuírem diferenciação nas gotas produzidas. Quando utilizadas em combinação com diferentes volumes de calda, fica mais evidente a possibilidade de se utilizar uma combinação de ponta de pulverização adequada com uma taxa de aplicação que garanta atingir o alvo com sucesso sem oferecer alto risco de deriva e ou deficiência de cobertura.

Tabela 12. Resumo da ANAVA para o número e diâmetro de gotas em aplicação em pós-emergência

FV	GL	Número de Gotas sob a soja	Diâmetro de Gotas sob a soja	Número de Gotas na superfície do solo	Diâmetro de Gotas na superfície do solo
Taxa	3	24,70**	2,23**	8,12**	28,34**
Ponta	2	33,67**	88,04**	19,70**	2,68**
Taxa*Ponta	6	1,35**	1,57**	1,03**	8,23**
Erro	33	----	----	----	----
CV(%)	----	22,14	11	28,82	22,29

Obs.: ns,**, Não Significativo e Significativo a 5% pelo teste Tukey, respectivamente.

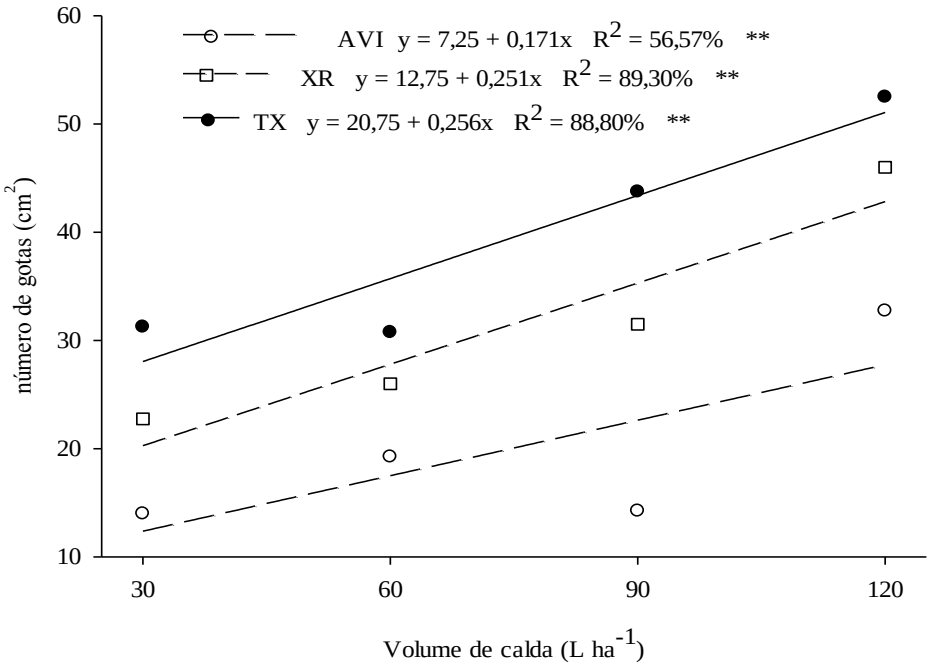
Ocorreu resultado significativo para o número de gotas por cm^2, o que pode ser verificado com os resultados obtidos pelo software Gotas (Tabela 13). No volume de calda de 120 L ha^{-1}, a ponta TX produziu maior quantidade de gotas que as pontas XR e AVI; a ponta de pulverização XR produziu maior quantidade de gotas, ocupando posição intermediária, inferior à ponta TX e superior à ponta AVI. Comportamento similar foi verificado nos volumes de calda 30 e 120 L ha^{-1}. No entanto, para o volume de calda de 60 L ha^{-1}, ambas as pontas TX e XR foram similares entre si.

Quando se verifica o número de gotas em função do volume de calda, observa-se um aumento à medida que se incrementa a taxa de aplicação (Figura 4). Os papéis locados no dossel superior das plantas possuem probabilidade maior de serem atingidos pelas gotas pulverizadas, visto que a distância que as gotas precisam percorrer para atingir a parte inferior do dossel é maior. É importante salientar que, no presente trabalho, os cartões de papéis sensíveis dispostos na região superior estavam na posição horizontal, enquanto os inferiores estavam posicionados inclinados em relação à superfície do terreno, seguindo a arquitetura das plantas. Essa configuração também pode ter contribuído para a maior cobertura no dossel superior, decorrente da simulação da arquitetura foliar das plantas.

Tabela 13. Média de número de gotas por cm^2 dos cartões sensíveis colocado sob a cultura da soja em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em pós-emergência

Ponta de Pulverização	Volume de Calda				
	30 L ha^{-1}	60 L ha^{-1}	90 L ha^{-1}	120 L ha^{-1}	Média
AVI	14,00 b	19,25 a	14,25 c	32,75 b	20,06
XR	22,75 ab	26,00 a	31,50 b	46,00 a	31,56
TX	31,25 a	30,75 a	43,50 a	52,50 a	39,50
Média	22,67	25,33	29,75	43,75	

As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Obs: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio).



** significativo a 5% pelo teste F.

Figura 4. Comportamento do número de gotas/cm^2 sob a soja em pós-emergência em função das taxas de aplicação com a utilização de três pontas de pulverização: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio).

Teoricamente, quanto maior a quantidade de gotas produzidas, maior é o percentual de cobertura sobre o alvo, em função do maior número de gotas geradas. Porém, também é maior o risco de evaporação e deriva para fora do alvo, fato devido ao menor tamanho das gotas produzidas. Isso torna, portanto, o tamanho de gota um importante fator a ser considerado em

aplicações de produtos fitossanitários, uma vez que se objetiva alcançar o dossel da cultura de forma relativamente uniforme. O volume de aplicação é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso da aplicação (Santos, 2007). Sua definição depende das características do alvo a ser atingido, do tamanho das gotas, da cobertura necessária, entre outros fatores. O volume de aplicação influencia também na capacidade operacional, pois quanto maior o volume de aplicação, maior será o número de paradas para reabastecimento do pulverizador e menor a área tratada por unidade de tempo pelo mesmo equipamento.

Para o diâmetro de gotas no dossel superior da cultura da soja, ocorreu diferença significativa quando se compararam as pontas de pulverização (Tabela 14). Para volume de calda, não ocorreu diferença significativa, não diferenciando o diâmetro de gotas em função das diferentes taxas utilizadas. É possível verificar a diferença entre as pontas em relação ao tamanho das gotas produzidas. A ponta AVI conferiu maior média de diâmetro de gota de 335 μm, e quando comparado na tabela de risco de deriva (Anexo 3), verifica-se a grande capacidade de produção de gotas grossas, com baixo risco de deriva. Porém, esse tamanho de gota dificulta a penetração no dossel da cultura da soja.

Tabela 14. Diâmetro médio de gotas em μm dos cartões sensíveis colocado sob a cultura da soja em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em pós-emergência

Ponta de Pulverização	Taxa de Aplicação				
	30 L ha^{-1}	60 L ha^{-1}	90 L ha^{-1}	120 L ha^{-1}	Média
AVI	343	312	366	319	335 a
XR	287	268	246	228	257 b
TX	180	213	193	182	192 c
Média	270	264	268	243	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Obs: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio).

Para a ponta XR, que obteve o valor médio de 257 μm, verifica-se pela tabela no anexo 3 que está em uma condição média para risco de deriva e uma boa penetração no dossel da soja, sendo uma das pontas mais utilizadas neste tipo de aplicação. Para a ponta TX, o valor médio obtido foi de 192 μm, e quando se compara no anexo 3 de risco de deriva, verifica-se que se enquadra no requisito de gota fina com alta penetração no dossel da soja da parte mais baixa da planta, porém apresenta alto risco de deriva.

Na tabela 15, verificam-se os resultados da quantidade de gotas por cm^2 obtidas nos cartões sensíveis colocados sobre o solo, onde ocorreu diferença significativa para volume de calda e para pontas de pulverização. O volume de calda de 30 L ha^{-1} conferiu o menor valor de quantidade de gotas por cm^2. Quando se utilizou a ponta AVI, não ocorreu deposição sobre o solo para o mesmo volume de calda. Na medida em que se aumentou o volume de calda, a quantidade de gotas por cm^2 se manteve estável com média de 3,43 de gota por cm^2 (Tabela 15).

Para as pontas XR e TX, os resultados de quantidade de gotas por cm^2 foram os mesmos, porém superior à ponta AVI, e é possível verificar a capacidade de penetração no dossel da cultura da soja. A sobreposição das folhas existentes no caminho das gotas e também a maior distância percorrida, além da maior possibilidade de perda por evaporação ou deriva das gotas menores, em condições ambientais adversas, implicam menor número de gotas chegando ao alvo e irregularidade no volume depositado.

TABELA 15. Média de número de gotas por cm^2 dos cartões sensíveis colocado sobre o solo em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em pós-emergência

Ponta de Pulverização	Volume de Calda				
	30 L ha^{-1}	60 L ha^{-1}	90 L ha^{-1}	120 L ha^{-1}	Média
AVI	0	4,75	4,50	4,50	3,43 b
XR	7,50	10,50	13,00	19,25	12,56 a
TX	6,75	9,75	9,25	16,50	10,56 a
Média	4,86	8,33	8,91	13,41	

As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Obs: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio).

Na tabela 16, verificam-se os resultados do diâmetro de gotas (em μm) na parte inferior da cultura da soja (sobre o solo). Ocorreu diferença significativa quando se compararam as pontas de pulverização. Para o volume de calda, não ocorreu diferença significativa, não diferenciando o diâmetro de gotas em função das diferentes taxas utilizadas. Porém, é possível verificar a diferença entre as pontas, evidenciando a distinção do tamanho das gotas produzidas (Tabela 16). A ponta AVI apresentou maior média de diâmetro de gotas (281 μm). Quando comparado na tabela de risco de deriva (Anexo 3), verifica-se um nível médio de tamanho de gota, com médio risco de deriva, porém esse tamanho de gota dificulta a

penetração no dossel da cultura da soja. Para a ponta XR e para a ponta TX, o valor médio obtido de tamanho de gota não diferiu significativamente. Quando comparado na tabela de risco de deriva, verifica-se que se enquadra no requisito de gota fina com alta penetração no dossel da soja da parte mais baixa da planta, porém apresenta alto risco de deriva.

Tabela 16. Diâmetro médio de gotas (em μm) dos cartões sensíveis colocado na superfície do solo em função das três pontas de pulverização e quatro taxas de aplicação em pós-emergência

Ponta de Pulverização	Volume de Calda				
	30 L ha^{-1}	60 L ha^{-1}	90 L ha^{-1}	120 L ha^{-1}	Média
AVI	0	286	264	294	281 a
XR	184	246	212	248	222 b
TX	169	200	194	198	190 b
Média	176	244	223	247	

As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Obs. AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar), XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano), TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio).

Os produtos sistêmicos translocam-se na planta via xilema (movimento ascendente), ou seja, a translocação ocorre das partes inferiores para as partes superiores, seguindo o fluxo da transpiração. Esse é mais um fator que indica a importância em se atingir as partes mais baixas da planta, uma vez que as gotas que atingem as folhas mais expostas na parte superior do dossel não serão responsáveis pelo controle de doenças no baixeiro. As folhas localizadas no terço inferior das plantas representam o alvo mais difícil de se atingir em pulverizações (ROMÁN et al., 2007).

4. CONCLUSÃO

- À medida que se aumenta o volume de calda, eleva-se o número de gotas/cm^2;
- O volume de calda de 30 L ha^{-1} apresenta menor controle de plantas daninhas, independente da ponta de pulverização;

- A ponta AVI110 apresenta menor risco de deriva e produz gotas de grande diâmetro e em quantidade menor;
- As pontas XR110 e TX110 conferem maior quantidade de gotas e com maior capacidade de penetração no dossel da cultura, mas com maior risco de deriva.

5. REFERÊNCIAS

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAÚJO, J.B.M.; GRASSI, N. Observações sobre o período em que as plantas daninhas competem com a soja *(Glycine max).***O Biológico**, São Paulo, v.39, p.31-35, 1973.

Blanco, H. G., D.A. Oliveira & J. B. M. Araújo. 1978. **Período crítico de competição de uma comunidade natural de mato em soja** (Glycine max (L.) Merrill). p. 151-157. In Seminário Nacional de Pesquisa da Soja, PR. Embrapa/CNPSo.

CHAIM, A.; CAMARGO NETO, J.; PESSOA, M. C. P. Y. **Uso do programa computacional Gotas para avaliação da deposição de pulverização aérea sob diferentes condições climáticas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 18p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39).

CHEMALE, V. M.; FLECK, N. G. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em competição com *Euphorbia heterophylla* L. sob três densidades e dois períodos de ocorrência. **Planta Daninha**, n. 5, p. 36-45, 1982.

Deuber, R. 1992**. Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Funep, Jaboticabal. 431 p.
KNAKE, E. L. Weed control for soybean in the nineties. In: COPPING, L. G., GREEN, N. B., REES, R. T. (Ed.). **Pest managment in soybean**. SCI, 1992. p. 360-367.

FRANS, R. *et al*. 1986. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, D. (Ed.). Research Methods in Weed Science. 3.ed., Champaign: Southern Weed Science Society. 37p.

Murphy, T. R. & B. J. Gosset. 1984. **Control of cowpea (*Vigna unguiculata*) in soybean (*Glycine max*) with acifluorfen**. Weed Sci.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, n. 11, p. 16-27, 1985.

ROMAN, E. S.; BECKIE, H; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M. A.; WOLF, T. M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação.** Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, 2007. 160p.

Santos, J. M. F. 1986. **Aplicação correta no tempo certo**. Sinal Verde. CNDA, p. 3 - 7.

SANTOS, R.O. **Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes**. 2007. 49f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola - Máquinas e Automação Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, MG.

ANEXOS

Anexo1. Escala utilizada para a avaliação visual de controle de plantas de plantas daninhas, adaptado de Frans et al., 1986

Percentual	Descrição das categorias	Descrição detalhada de controle
0	Sem efeito	Sem controle
10		Controle muito pobre
20	Efeito leve	Controle pobre
30		Controle de pobre a deficiente
40		Controle deficiente
50	Efeito moderado	Controle deficiente a moderado
60		Controle moderado
70		Controle algo inferior ao satisfatório
80	Efeito severo	Controle de satisfatório a bom
90		Controle muito bom a excelente
100	Efeito total	Destruição completa

Anexo 2. Pontas de pulverização e pressões utilizadas na dessecação e em pós-emergência

Ponta de pulverização	Pressão utilizada /PSI	Taxa utilizada L ha^{-1}
AVI 110 01 Teejet	40	30
AVI 110 02 Teejet	40	60 e 90
AVI 110 03 Teejet	40	120
XR 110 01 Teejet	40	30
XR 110 02 Teejet	40	60 e 90
XR 110 03 Teejet	40	120
TX 110 01 Teejet	40	30
TX 110 02 Teejet	40	60 e 90
TX 110 03 Teejet	40	120

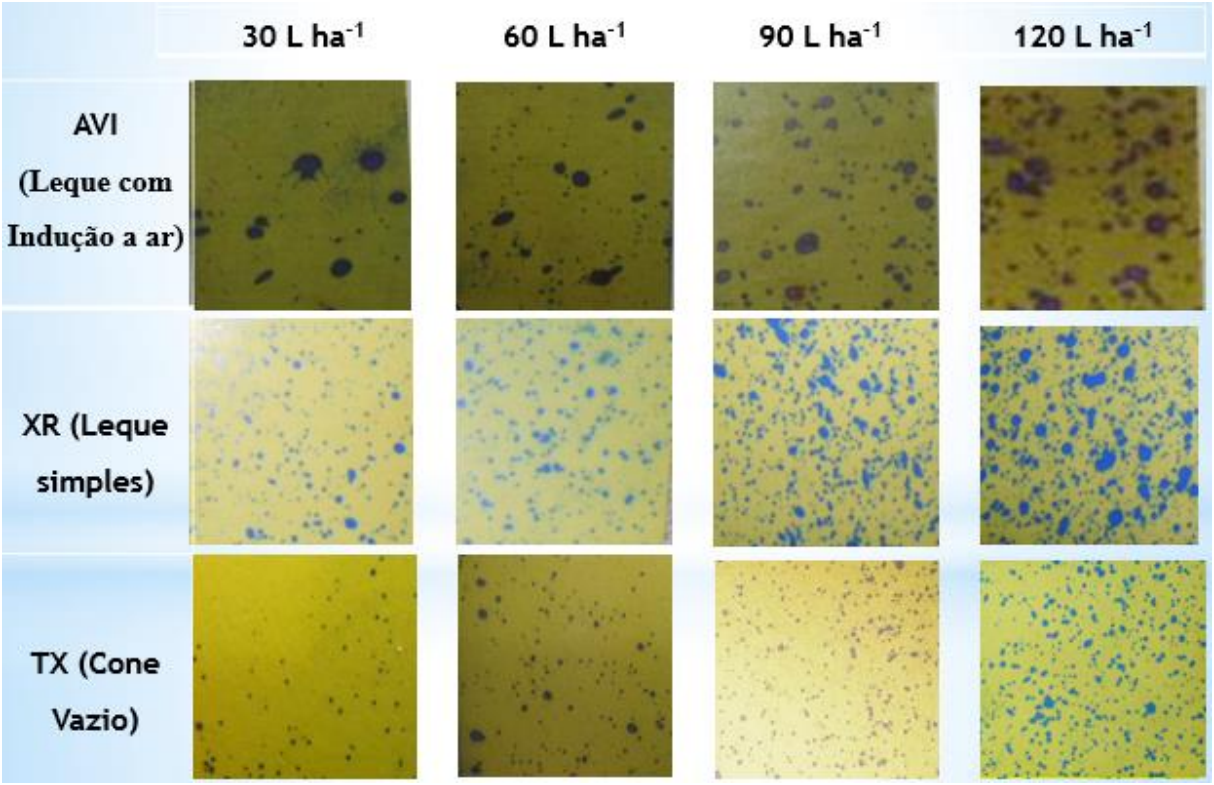
Obs: AVI (Pontas de Pulverização de Jato Plano com Indução de Ar);
XR (Pontas de Pulverização de Jato Plano);
TX (Pontas de Pulverização de Jato Cônico Vazio).

Anexo.3 Classificação de diâmetro de gota em função, recomendação e risco de deriva

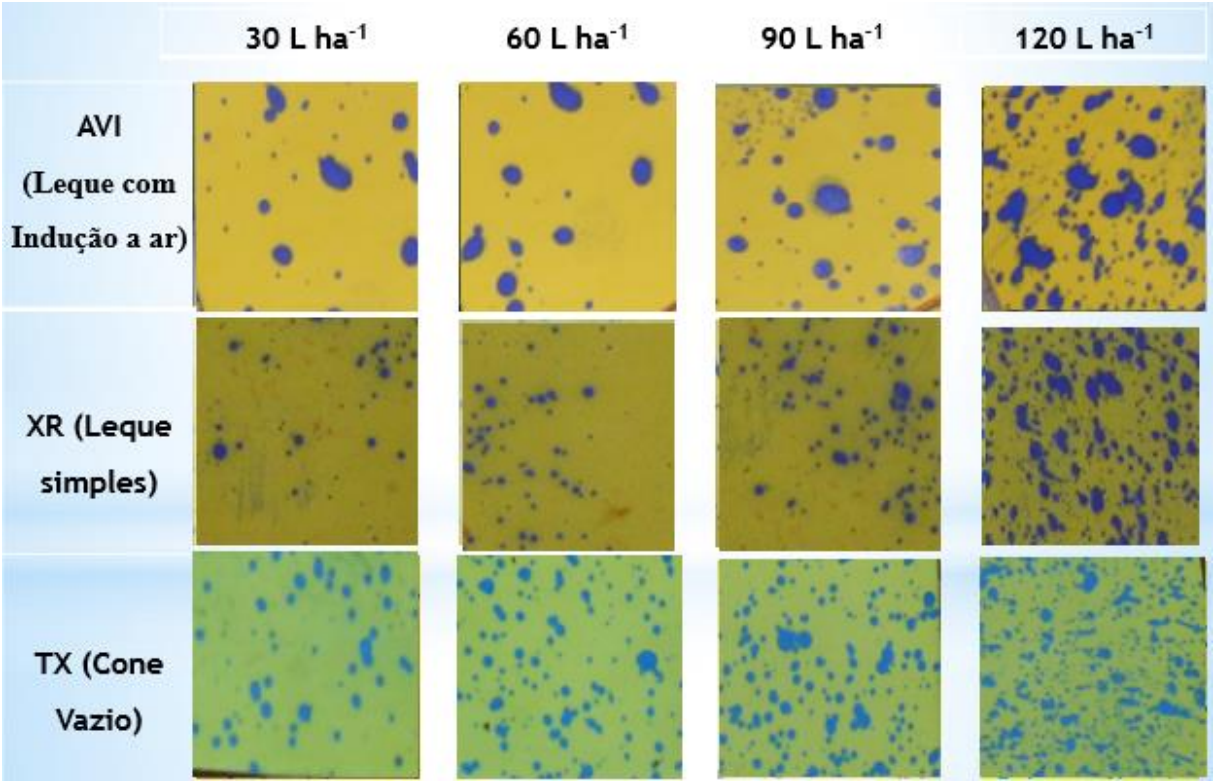
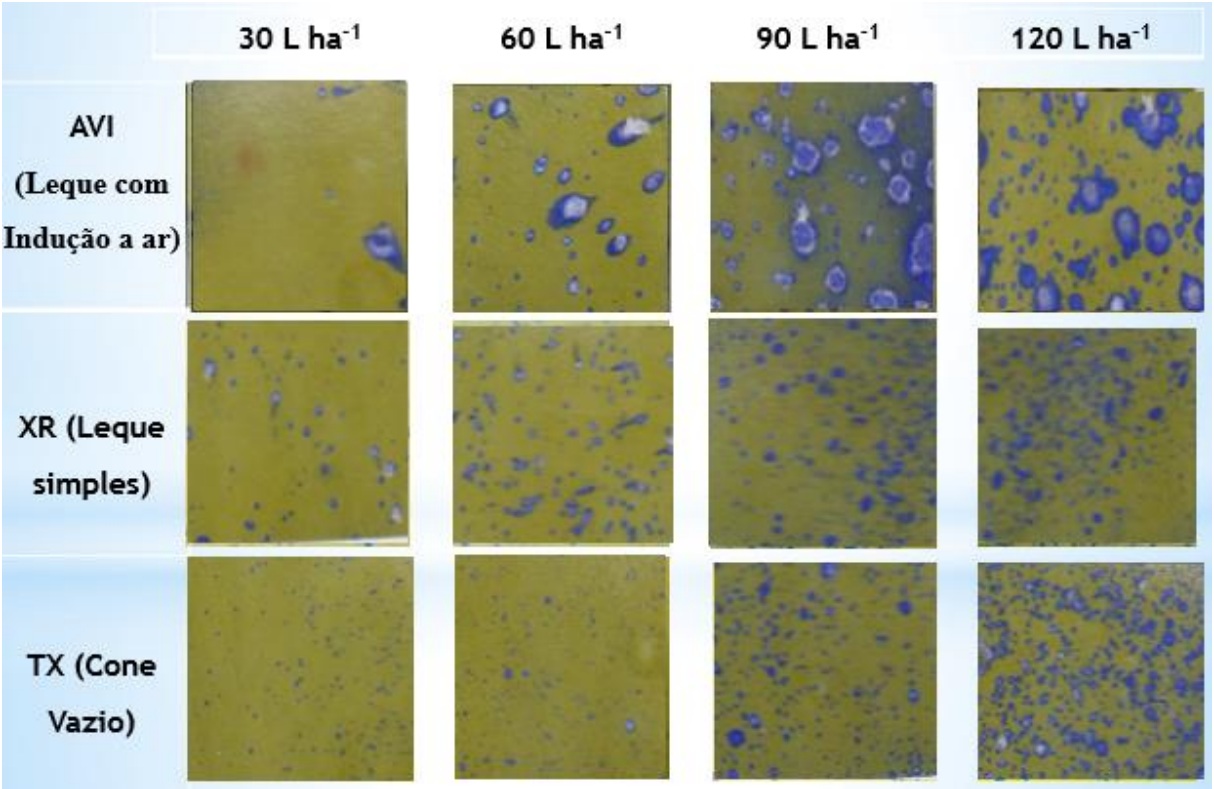
Diâmetro de gota (micrômetro)	Classificação das gotas	Uso recomendado	Cobertura	Risco de deriva
< 25	**Aerossol fino**	Áreas fechadas	Excelente	Alto
26-50	**Aerossol grosso**	Áreas fechadas	Excelente	Alto
51-100	**Neblina**	Áreas fechadas	Excelente	Alto
101-200	**Fina**	Inseticidas / fungicidas	Boa	Alto
201-300	**Média**	Maioria das aplicações	Média	Médio
>300	**Grossa**	Herbicidas	Ruim	Baixo
> 400	**Muito grossa**	Herbicidas	Ruim	Baixo

Fonte: Adaptado por Matthews (1992).

Anexo 4. Imagens de cartões sensíveis (cartões sobre o solo na dessecação)



Anexo 5. Imagens de cartões sensíveis (cartões sobre a soja em pós-emergência)



Anexo 6. Imagens de cartões sensíveis (cartões sobre o solo em pós-emergência)