

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

OSMAR GABRIEL TRIGO MARQUES DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE GOTA NOS DEPÓSITOS DA
PULVERIZAÇÃO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS COM
GLIFOSATO**

Ilha Solteira
2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

OSMAR GABRIEL TRIGO MARQUES DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE GOTA NOS DEPÓSITOS DA
PULVERIZAÇÃO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS COM
GLIFOSATO**

Dissertação apresentada à Faculdade
de Engenharia de Ilha Solteira –
UNESP como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em
Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Prof. Dr. Evandro Pereira Prado
Orientador

Ilha Solteira
2020

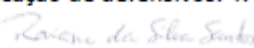
FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

O48i Oliveira, Osmar Gabriel Trigo Marques de.
Influência do tamanho de gota nos depósitos da pulverização e controle de plantas daninhas com glifosato / Osmar Gabriel Trigo Marques de Oliveira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2020
47 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2020

Orientador: Evandro Pereira Prado
Inclui bibliografia

1. Dose-Resposta. 2. Herbicida. 3. Tecnologia de aplicação de defensivos. 4. Uniformidade da pulverização.


Raiane da Silva Santos



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Influência do tamanho de gota nos depósitos da pulverização e no controle de plantas daninhas com glifosato

AUTOR: OSMAR GABRIEL TRIGO MARQUES DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: EVANDRO PEREIRA PRADO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área:
Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. EVANDRO PEREIRA PRADO
FCAT - UNESP / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof. Dr. PAULO RENATO MATOS LOPES
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof. Dr. DIEGO MIRANDA DE SOUZA
Departamento de Agronomia / Faculdades Gammon - ESAPP

Ilha Solteira, 29 de maio de 2020

DEDICO

A todos que de maneira direta ou indireta me apoiaram neste momento da minha carreira. Meus sinceros agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, arquiteto do universo, ter me conduzido até aqui;

Aos meus pais, Roberto Marques de Oliveira e Eda Cavalari Trigo Marques de Oliveira (em memória) pelo crédito a mim depositado.

Aos parentes e próximos que estiveram juntos nesta etapa da minha vida.

À minha querida esposa, Gilzabete Querino Oliveira, pela confiança depositada e ausência durante este período de estudos até a conclusão deste trabalho;

Ao meu filho Igor Querino Oliveira que por vezes solicitava a presença do pai, mas que no futuro saberá a significância destes momentos de ausência;

Ao meu orientador Prof. Dr. Evandro Pereira Prado, por aceitar este desafio e conduzir de forma magnífica este trabalho;

Ao Centro Paula Souza pelo apoio e parceria com a UNESP me proporcionou a possibilidade deste aperfeiçoamento pessoal e profissional.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS) e a Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) - UNESP e seus funcionários pela oportunidade e suporte para realização desse trabalho;

Aos membros da banca examinadora;

Aos companheiros (as) que cruzaram em meu caminho e hoje mais que amigos (as);

Aos Professores desta renomada instituição de ensino, pelo apoio e carinho.

“Que a fonte nunca seque” (Próprio autor)

RESUMO

Diversos fatores podem interferir no depósito da pulverização e controle de plantas daninhas com herbicidas, sendo o tamanho das gotas um dos mais importantes nesse processo. A verificação da deposição em função dos tamanhos de gotas: fina, média, grossa, muito grossa e extremamente grossa foi realizada pela pulverização do corante alimentício Azul Brilhante na concentração de $1,5 \text{ g L}^{-1}$. Os valores de deposição em mL g^{-1} de matéria seca da parte aérea (MSPA) foram submetidos a análises de variâncias e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott. Os dados de deposição foram ajustados às análises de regressão pelo modelo Logístico com intuito de determinar a uniformidade da pulverização. Para verificar a eficiência de controle foi pulverizado herbicida nas concentrações de 9D; 3D; D; 1/3D; 1/9D; 1/27D; 1/81D e 0D, sendo D, a dose comercial registrada para cada espécie. As avaliações foram constituídas pela porcentagem visual de fitotoxicidade e da MSPA. Com os dados foram elaboradas as curvas dose-resposta utilizando o modelo Log-logístico calculado por modelo estatístico não linear através do programa estatístico R. Os tratamentos foram comparados pelos valores de C50 (dose necessária para reduzir 50% da MSPA ou causar 50% de fitotoxicidade). O tamanho de gota não interferiu na deposição da calda em plantas de *Urochloa ruziziensis*, porém gotas maiores apresentaram menor uniformidade de distribuição. Em plantas de *Euphorbia heterophylla*. Pulverização do herbicida com gotas finas proporcionou maior fitotoxicidade visual e as gotas médias proporcionaram os menores valores de C50 na redução da MSPA. Nas plantas de *U. ruziziensis* a pulverização do herbicida glifosato com gotas grossas proporcionou maior fitotoxicidade visual e as gotas médias proporcionou o menor valor de C50 na redução da MSPA. A aplicação do herbicida com gotas extremamente grossas apresentou maiores valores de C50 aos 28 DAA tanto em *E. heterophylla* quanto em *U. ruziziensis*.

Palavras-chaves: Dose-resposta. Herbicida. Tecnologia de aplicação de defensivos. Uniformidade da pulverização.

ABSTRACT

Several factors can interfere in the spray deposit and control of weeds with herbicides, and the droplet size being one of the most important in this process. The deposition was checked according to the droplet sizes (fine, medium, coarse, very coarse and extremely coarse) spraying the Brilliant Blue dye. The deposition values in mL g⁻¹ of shoot dry matter (SDM) were subjected to analysis of variances and the means compared by the Scott-Knott test. The deposition data were adjusted to the regression analyzes by the Logistic model to determine the uniformity of the spraying. To check the control efficiency, herbicide was sprayed at concentrations of 9D; 3D; D; 1/3D; 1/9D; 1/27D; 1/81D and 0D of the label dose D for each weed species. The evaluations consisted of the visual percentage of phytotoxicity and SDM. The dose-response curves were drawn up using the Log-logistic model calculated using a non-linear statistical model using the statistical program R. The treatments were compared by C50 values (dose required to reduce 50% of SDM or provide 50% of phytotoxicity). The droplet size did not interfere with the spray deposition in *Urocloa ruzizensis* plants, however larger droplets showed less uniformity of distribution. In plants of *Euphorbia heterophylla* spraying the herbicide with fine droplets provided greater visual phytotoxicity and the medium droplets provided the lowest C50 values in the reduction of SDM. In *U. ruzizensis* plants, spraying the herbicide with coarse droplets provided greater visual phytotoxicity and medium droplets provided the lowest C50 value in reducing SDM. The application of the herbicide with extremely coarse droplets showed greater C50 values at 28 DAA in both *E. heterophylla* and *U. ruzizensis*.

Keyword: Dose-response. Herbicides. Pesticide application technology. Spray uniformity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Preparo do solo para enchimento dos vasos (a), vasos semeados com as plantas daninhas com camada de substrato (b) e planta daninhas de <i>E. heterophylla</i> no estágio em que foram realizadas as aplicações.....	24
Figura 2	- Momento da aplicação do herbicida glifosate mais corante Azul Brilhante.....	28
Figura 3	- Frequência acumulada dos depósitos da pulverização ($\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA) proporcionados por diferentes tamanhos de gotas em plantas de <i>E. heterophylla</i> , utilizando o modelo logístico.....	34
Figura 4	- Frequência acumulada dos depósitos da pulverização ($\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA) proporcionados por diferentes tamanhos de gotas em plantas de <i>U. ruziziensis</i> , utilizando o modelo logístico.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Descrição dos tratamentos utilizados na aplicação em <i>E. heterophylla</i> e <i>U. ruzizensis</i>	25
Tabela 2	- Condições meteorológicas no momento das aplicações dos experimentos de deposição e dose resposta.....	30
Tabela 3	- Dados de deposição do <i>E. heterophylla</i> em função da pulverização com diferentes tamanhos de gotas	31
Tabela 4	- Dados de deposição de <i>U. ruzizensis</i> em função da pulverização com diferentes tamanhos de gotas.....	32
Tabela 5	- Estimativas de parâmetros do modelo logístico, que descrevem a deposição de calda em plantas de <i>E. heterophylla</i> , quando submetidos à pulverização com diferentes tamanhos de gotas.....	32
Tabela 6	- Estimativas de parâmetros do modelo logístico, que descrevem a deposição de calda em plantas de <i>Urochloa ruzizensis</i> , quando submetidos à pulverização com diferentes tamanhos de gotas.....	35
Tabela 7	- Estimativa dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e redução da massa seca da parte aérea em plantas de <i>E. heterophylla</i> quando submetidas a aplicação do herbicida glifosato em diferentes tamanhos de gotas.....	37
Tabela 8	- Estimativa dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e redução da massa seca da parte aérea em plantas de <i>U. ruzizensis</i> quando submetidas a aplicação do herbicida glifosato em diferentes tamanhos de gotas.....	39

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AR	Amplitude Relativa
ANDEF	Associação Nacional de Defesa Vegetal
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DMN	Diâmetro Médio Numérico
DMV	Diâmetro Mediano Volumétrico
DV	Diâmetro Volumétrico
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organizações das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
MSPA	Massa Seca da Parte Aérea

LISTA DE SÍMBOLOS

cm - Centímetros

g - Grama

ha - Hectares

km - Quilômetros

L - Litros

m² - Metros Quadrados

mL - Mililitros

μL - Microlitro

μm - Micrómetro

% - Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	<i>Euphorbia heterophylla</i> (amendoim bravo ou leiteiro).....	16
2.2	<i>Urochloa ruziziensis</i> (capim braquiária).....	17
2.3	Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários	17
2.4	Bicos de Pulverização.....	20
2.5	Tamanho das gotas.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	Local.....	23
3.2	Preparo das amostras experimentais.....	23
3.3	Quantificação dos depósitos da pulverização em plantas de <i>E. heterophylla</i> e <i>U. ruziziensis</i>	24
3.3.1	Delineamento experimental.....	24
3.3.2	Quantificação dos depósitos da pulverização.....	25
3.3.3	Análises dos resultados.....	26
3.4	Curva dose resposta de <i>E. heterophylla</i> e <i>U. ruziziensis</i> ao herbicida glifosato aplicados com diferente tamanho de gotas.....	27
3.4.1	Delineamento experimental.....	27
3.4.2	Análise dos resultados.....	29
3.5	Condições meteorológicas no momento das aplicações.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Quantificação dos depósitos da pulverização em plantas de <i>U. ruziziensis</i> e <i>E. heterophylla</i>	31
4.2	Curva dose resposta de <i>U. ruziziensis</i> e <i>E. heterophylla</i> ao herbicida glifosato aplicados com diferente tamanho de gotas.....	36
5.	CONCLUSÃO.....	41
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Dentre os métodos de controle de plantas daninhas, com destaque para o sistema de semeadura direta, destacam-se o controle químico pela utilização de herbicidas sintéticos, uma vez que outros métodos como capina e cultivo são incompatíveis com a tecnologia utilizada no sistema.

Algumas espécies do gênero *Braquiaria*, como *B. brizantha* e *B. decumbens*, possuem grande adaptação edafoclimática e fácil disseminação devido à enorme quantidade de sementes produzidas e à dormência destas, facilitando a sua dispersão ao longo do tempo (SANTOS, 2007).

O principal método de controle das plantas daninhas é o químico, por meio da aplicação de herbicidas pré e pós-emergência em várias espécies. Segundo Cunha (2008) e Sugisawa *et al.* (2007), o controle de plantas daninhas por meio da utilização de herbicidas é uma prática de elevada importância para a obtenção de altos rendimentos na exploração agrícola, contudo, seu êxito está ligado à correta tecnologia de aplicação.

A planta daninha amendoim-bravo *Euphorbia heterophylla* conhecida popularmente como leiteiro é uma espécie bastante frequente em toda a agricultura brasileira. Essa planta possui extraordinária capacidade de reprodução e se desenvolvem com muita rapidez, razão pela qual tendem a sombrear as culturas anuais de desenvolvimento mais lento, competindo intensamente na absorção de nutrientes do solo (KISSMANN; GROTH, 1992).

A deposição das gotas de pulverização sobre o alvo a ser controlado é complexa e pode afetar a eficácia de produtos fitossanitários. A interação entre os parâmetros da aplicação como, por exemplo, tamanho das gotas produzidas pelo processo de pulverização, assim como a sua distribuição e cobertura sobre o alvo, são fatores pouco estudados e que podem ter influência no controle, dependendo do tipo de herbicida utilizado e das características morfológicas do alvo a ser tratado (RUAS *et al.*, 2011).

A escolha e o uso adequado das pontas de pulverização também constituem passo importante para a melhoria das condições de precisão e segurança na aplicação de defensivos agrícolas (WOMAC *et al.*, 1997) especialmente os herbicidas.

Existe vários relatos de fitotoxicidade provocada por herbicidas em outras áreas não alvo da aplicação gerando graves problemas econômicos e ambientais. Uma das formas de aumentar a deposição do ingrediente ativo sobre alvos biológicos é a seleção correta das pontas de pulverização. As pontas são os componentes mais significativos dos pulverizadores, afetando diretamente a eficiência do processo de aplicação de defensivos agrícolas (NUYTTENS, 2007).

Para reduzir as perdas de produtividade, conhecer o momento correto de aplicação é essencial, proporcionando assim uma cobertura suficiente do alvo e depositando a quantidade necessária do ingrediente ativo (i.a.) com segurança, para eliminar ou atenuar um problema evitando danos maiores (FERREIRA, 2009).

A quantidade de produto fitossanitário aplicado na área a ser tratada está sujeita as técnicas de aplicação, da propriedade físico-química do produto, arquitetura da planta e as condições ambientais no momento da aplicação (DUGA, 2015). Palladini (2000) frisou que nas pesquisas sobre tecnologias de aplicação de produtos fitossanitários, as avaliações dos depósitos de caldas são utilizadas como instrumentos para desenvolver e melhorar as técnicas de aplicação.

Se as gotas são pequenas, consegue-se uma maior uniformidade na distribuição de calda e na cobertura superficial, mas dependendo da umidade relativa do ar elas podem evaporar ou serem levadas com a corrente de ar. Já as gotas grandes, podem escorrer pela superfície da folha, até mesmo antes dela atingir o alvo (BAESSO *et al.*, 2014).

Estudos realizados sobre eficiência de aplicação mostram que perdas por deriva podem chegar até a 88% do total do produto aplicado (PERGHER, 1997; FARINHA, 2009; RODRIGUES *et al.*, 2010). Segundo Nascimento (2012), gotas menores que 100 micras (100 micrômetros) são as grandes responsáveis pela deriva, uma vez que estas podem ser carregadas pelo vento para fora da área do alvo. Bayer (2012), demonstrou que os baixos valores de Diâmetro Médio Numérico (DMN) estão intimamente relacionados à deriva, visto que dividindo o diâmetro de gotas de forma aritmética, esse parâmetro demonstra que foram geradas grandes quantidades de gotas finas, reiterando que quanto maior for o DMN das gotas geradas por bicos de pulverização, menores serão o percentual de gotas com tamanho de 100 micra, consequentemente menor será sua deriva.

O controle de plantas daninhas é uma prática importante para obtenção de altos rendimentos em qualquer exploração agrícola. Entretanto, alguns aspectos

técnicos relacionados à aplicação de herbicidas promovem e/ou mesmo garantem a eficiência de controle desejado, nas mais diferentes condições encontradas (MACIEL, 2013).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Euphorbia heterophylla* (amendoim bravo ou leiteiro)

Esta planta possui algumas características, como: anual, ereta, herbácea, leitosa, com caule glabro ou variavelmente pubescente, de 30 a 80 cm de altura, nativa do Continente Americano (LORENZI, 2000). O caule é simples ou ramificado, cilíndrico, de cor geralmente verde. É uma espécie de características variáveis, especialmente em relação ao formato de folhas; em virtude disso, designa-se heteropylla. Propaga-se por sementes, lançadas a distância pela abertura explosiva dos frutos. A capacidade germinativa dessas sementes pode se manter por alguns anos. Em profundidades de solo inferiores a 4 cm, as sementes germinam facilmente; entre 4 e 12 cm há uma diminuição gradual da germinação. A raiz principal é pivotante e as secundárias filamentosas. Produz látex que, na colheita de culturas infestadas, ocorre contaminação, permitindo a fixação de sujeira aos grãos colhidos (KISSMANN; GROTH, 1999).

No caso da leiteira, o uso continuado de herbicidas, com o mesmo mecanismo de ação, alterou a composição da população, havendo, hoje, predominância de biótipos resistentes aos principais herbicidas usados para seu controle (RIZZARDI, 2004).

Trata-se de uma das piores infestantes das culturas de soja, de trigo e de milho. Produz várias gerações em um único ano e germina escalonadamente por longo período, desde o início do desenvolvimento da cultura. No passado, esta planta foi selecionada pelas opções de controle químico existente para a sequencia soja-milho nos estados do sul do Brasil. Com o aparecimento de herbicidas altamente eficazes, as infestações foram temporariamente controladas em todo o País, mas após cinco a sete anos de uso ininterrupto do mesmo mecanismo de ação, ocorreu rápido desenvolvimento de populações resistentes, em áreas de cultivo de soja. Apresenta ampla variação morfológica e biótipos resistentes aos inibidores das enzimas ALS e PROTOX como, por exemplo, imazethapyr e lactofen, respectivamente (EMBRAPA, 2015).

Uma das principais plantas daninhas na cultura da soja no Estado do Paraná é o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*). Esta espécie está distribuída pela região tropical, sendo considerada uma importante planta daninha em mais de 28 países,

uma vez que causa sérios problemas a culturas anuais (BRIDGES *et al.*, 1992; WILLARD; GRIFFEN, 1993).

2.2 *Urochloa ruzizensis* (capim braquiária)

Segundo Lorenzi (2000), descreve as características da *Urochloa* como uma planta perene, ereta ou decumbente, entouceirada, rizomatosa, com enraizamento nos nós inferiores em contato com o solo; denso-pubescente, de coloração geral verde-escura, de 30-90 cm de altura, originária da África do Sul.

Esta planta foi introduzida como forrageira, sendo utilizada até hoje com esse objetivo. As plantas são bastante enfolhadas, o que contribui para o seu valor forrageiro. Entretanto, toda vez que uma área de pastagem é transformada em solo cultivado, torna-se uma séria planta daninha. Propaga-se por sementes e através de rizomas. As sementes podem ser viáveis por até oito anos no solo (KISSMANN; GROTH, 1997).

Apresentam dormência inicial de suas sementes; com isso, a germinação é muito irregular. Os rizomas são de dois tipos: curtos, duros e nodosos; alongados, duros e do tipo estolonífero. As folhas podem ser macias ou rígidas e bastante pilosas e o sistema radicular é do tipo filamentoso (BRIGHENTI, 2010).

De acordo com o trabalho realizado, pode-se concluir que as matérias secas de todas as plantas daninhas testadas inibiram o desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus grandis*; a matéria seca de *A. conyzoides* e *B. decumbens* nas proporções máximas (3% p/p) reduziu, de forma mais acentuada, todas as variáveis estudadas nas plantas de eucalipto (SOUZA *et al.*, 2003).

Ainda, Souza (2006), destaca em outro trabalho que o crescimento das plantas de milho, arroz, trigo, soja, feijão, algodão e braquiária foi reduzido pela incorporação, ao solo de matéria seca de *B. decumbens* coletada na estação seca ou chuvosa; das sete culturas testadas, a própria *B. decumbens* apresentou maior sensibilidade aos efeitos de sua matéria seca.

2.3 *Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários*

Matuo (1990) definiu a Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários como o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta

colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de outras áreas.

A tecnologia de aplicação pode ser definida como a ciência moderna destinada a desenvolver tecnologias e procedimentos, visando de maneira técnica, segura, eficiente e cuidadosa a aplicação de produtos agroquímicos sobre um alvo biológico definido e indesejável, sem danos à espécie humana, animais e ao meio ambiente. (SANTOS, 2005).

Ainda segundo Santos (2005), esta tecnologia está fundamentada em dois princípios: a) pulverização que é um processo físico-mecânico de transformação de uma substância líquida em partículas ou gotas e b) aplicação que consiste na deposição de gotas sobre um alvo desejado, com tamanho e densidade adequada ao objetivo proposto.

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas tem por objetivo o controle de pragas, fitopatógenos e plantas daninhas que reduz a produtividade de grãos, frutas, flores, plantas ornamentais e hortaliças. O domínio dessa tecnologia é fundamental para assegurar a correta aplicação do ingrediente ativo sobre alvo, com segurança ambiental, social e humana, bem como a obtenção de resultados econômicos positivos. (EMBRAPA, 2006).

Cada vez mais se exige do produtor rural a utilização correta e criteriosa desses insumos. Entretanto, o que se observa, em muitas situações, é a falta de informação a respeito da tecnologia de aplicação. As aplicações podem, muitas vezes, produzir o efeito desejado, porém de forma ineficiente, porque não se utilizou a melhor técnica disponível ou o melhor equipamento de aplicação, que determinaria o emprego de menor quantidade de ingrediente ativo na obtenção dos mesmos resultados. Na prática, a dose de agrotóxico empregada é muito superior à requerida (FERNANDES, 1997).

O crescimento populacional na década de 60 foi um dos principais responsáveis do grande incentivo para a utilização de sementes híbridas, fertilizantes químicos, produtos fitossanitários e maquinários pesados, visando garantir um aumento de alimentos no meio rural. Contudo, mesmo com o aumento da população, a utilização das novidades tecnológicas não foi suficiente para sanar a questão da fome populacional (VIEIRA, 2019). Em virtude disto, o Brasil vem expandindo de forma eminente, seu mercado de defensivos químicos, sendo o país que mais utiliza produto fitossanitário (FAO, 2019), o que causa grandes

preocupações devido a exposições de trabalhadores, contaminação ambiental e impactos diversos no ecossistema, sendo a redução do seu uso um dos principais objetivos da tecnologia de aplicação.

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários abrange campos multidisciplinares dentro da agricultura, visto que se referem a insetos, patógenos, ácaros, plantas daninhas, e que se consideram aspectos da biologia, ecofisiologia, química, sociologia e da economia (FERREIRA *et al.*, 2007). Esse campo pode ser definido como o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidades necessárias, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas (ANDEF, 2010).

Alday e Barrufet (1992) mencionaram que o uso de tratamentos fitossanitários deve ser realizado de uma forma coerente, ordenada e não aproximada, indicando que a degradação ambiental continua e a contaminação dos produtos agrícolas pelos resíduos tóxicos tende para uma aplicação mais racional ao obter: redução nos custos de implementação, eliminação de resíduos em produtos vegetais, redução nas taxas de aplicação e redução da deriva do produto.

Schlosser (1998) complementou que para realizar uma boa aplicação de produto fitossanitário deve-se reunir o máximo de conhecimentos possível sobre os fatores: alvo, máquina, produtos fitossanitários e fatores climáticos.

As aplicações são realizadas através de pulverizadores hidráulicos, que vão desde os mais simples, até os mais sofisticados, como os autopropelidos com controladores eletrônicos. Em equipamentos assim, os bicos e as pontas são peças fundamentais, uma vez que interveem diretamente na qualidade e na segurança de aplicação (CALORE, 2013).

Dentro das peças formadoras dos bicos, as pontas de pulverização têm função imprescindível na aplicação, em virtude de ser a responsável pela formação e distribuição das gotas (CHRISTOFOLETTI, 1999). Porém diversos fatores podem interferir neste processo, o tamanho das gotas e o formato do jato de aplicação podem contribuir para obter o sucesso ou até mesmo o fracasso na aplicação de produtos fitossanitários.

Nos estudos que englobam tecnologia de aplicação, as avaliações de depósitos de calda são utilizadas como dispositivo para desenvolver novas técnicas de aplicação. Sendo assim, as avaliações de depósitos de calda em alvos naturais

ou artificiais é o método mais representativo para entender relacionados a pulverização de produtos fitossanitários (FERREIRA, 2003).

Elliot e Mann (1997) relataram que os testes envolvendo deposição em alvos biológicos são utilizados como pré-requisito para melhorar o posicionamento e a eficácia das pulverizações em campo. Os mesmos autores citam ainda, que modificar espaçamentos entre bicos, altura na barra de pulverização e orientação dos bicos pode acarretar menores depósitos de calda sobre a planta de trigo, quando utilizada ponta 8001F, como também a redução na dosagem de produtos fitossanitários para o controle do mosquito do trigo *Sitodiplosis mosellana*.

Boschini *et al.* (2008) avaliaram quatro tipos de pontas de pulverização (jato cônico vazio, jato plano, jato plano duplo e jato plano duplo com indução de ar) e três volumes de calda (100, 200 e 300 L ha⁻¹) para a cultura da soja, observando que a deposição obtida no terço superior da soja é significativamente maior que as obtidas nos terços mediano e inferior da soja, independente do volume e do tipo de ponta.

Deste modo, os alvos específicos como pragas, doenças ou plantas daninhas precisam ser alcançados pelos produtos fitossanitários, isso faz com que a contaminação do ambiente pelas substâncias tóxicas que são levadas para fora dos alvos, tem gerado duras críticas quanto ao uso de produtos fitossanitários (CALORE, 2013).

2.4 Bicos de pulverização

As doenças causadas por fungos, em geral, ocorrem inicialmente nas partes mais baixas da cultura e, dessa forma, as aplicações de fungicida precisam vencer a barreira imposta pela massa de folhas, com o objetivo de promover boa cobertura da planta (RAETANO, 2007). Para a aplicação de fungicidas na cultura da soja, pontas muito utilizadas são aquelas que produzem gotas finas. No entanto, em virtude de o seu espectro de gotas proporcionarem deriva, tem-se tentado utilizar pontas que produzam gotas maiores, como as de jato plano com pré-orifício e jato plano com indução de ar. Essas, no entanto, podem comprometer a cobertura das plantas, em razão de as gotas serem de maior tamanho. Consequentemente, poderá haver menor controle de doenças. De forma geral, gotas pequenas são facilmente transportadas pelo vento, porém propiciam maior cobertura do alvo, condição

desejada, sobretudo, quando da utilização de agrotóxicos protetores (CUNHA, 2006).

Christofolletti (1999) define o bico de pulverização como o conjunto de peças colocado no final do circuito hidráulico, através do qual a calda é emitida para fora da máquina. Esse conjunto é composto de várias partes, das quais a ponta de pulverização é a mais importante, regulando a vazão, o tamanho das gotas e a forma do jato emitido.

O ideal é que se consiga uma maior homogeneidade no tamanho das gotas, sendo que o bico de pulverização é o elemento que mais influencia na qualidade do tratamento desejado (BLANCA, 1999).

Autores como Cunha *et al.* (2008) e Juliatti *et al.* (2010), avaliando diferentes pontas de pulverização no controle de doenças na cultura da soja e do milho, respectivamente, verificaram que o uso de pontas com indução de ar tem efeito similar no controle de doenças, na produtividade da cultura e na massa de 1.000 grãos, quando comparado ao uso de pontas que produzem gotas finas ou médias. Também Knewitz *et al.* (2002), em uma série de experimentos conduzidos durante três anos, concluíram que o uso de pontas com indução de ar não diminuiu a eficácia biológica em aplicações visando ao controle das principais pragas e doenças da macieira.

Griesang *et al.* (2017) investigando o quanto os modelos de bicos e adjuvantes reduzem a deriva de pulverização, observaram que o modelo de ponta de pulverização de indução de ar apresentou a maior influência na mitigação da deriva de gotículas, em mais de 70%, e quando combinado ao uso de adjuvantes a redução da deriva atingiu 80%.

Segundo Scramin *et al.* (2002), não foi observada diferença significativa pelo teste de Tukey entre os bicos testados. Entretanto, considerando a deposição média (aproximadamente 225 mg L⁻¹) obtida na região apical verificou-se que o resíduo foi de apenas 45% da dose esperada. Da mesma forma, houve deposição de 18% na região mediana e apenas 7% da dose esperada na região basal. Esses resultados corroboram os encontrados para culturas de porte rasteiro como a do feijão e tomate.

2.5 *Tamanho das gotas*

Cunha *et al.* (2016) apontaram que a ponta de jato cônico vazio, que gerou gotas de menor tamanho e mais uniformes, resultou em maior deposição de calda, tanto nas folhas superiores quanto nas folhas inferiores das plantas de soja, em comparação com a ponta de jato cônico vazio com indução de ar.

Para a aplicação de fungicidas na cultura da soja, pontas muito utilizadas são aquelas que produzem gotas finas. No entanto, em virtude de o seu espectro de gotas propiciarem a deriva, tem-se tentado utilizar pontas que produzam gotas maiores, como as de jato plano com pré-orifício e jato plano com indução de ar. Essas, no entanto, podem comprometer a cobertura das plantas, em razão de as gotas serem de maior tamanho. Consequentemente, poderá haver menor controle de doenças. De forma geral, gotas pequenas são facilmente transportadas pelo vento, porém propiciam maior cobertura do alvo, condição desejada, sobretudo, quando da utilização de agrotóxicos protetores (CUNHA *et al.*, 2006).

Segundo Cunha *et al.* (2008) não houve influência dos tipos de ponta de pulverização (jato plano defletor duplo, jato plano duplo com pré-orifício, jato cônico vazio com indução de ar e jato cônico vazio padrão) e dos volumes de calda (150 e 200 L ha⁻¹) no controle da ferrugem e na produtividade da cultura da soja.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

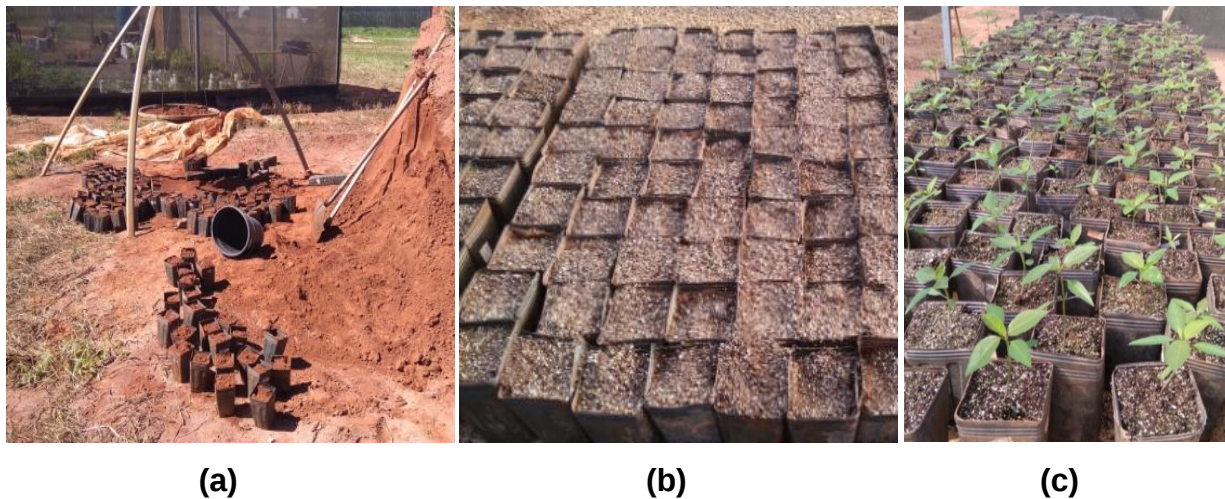
Foram conduzidos dois experimentos na casa de vegetação da área experimental da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - FCAT/Campus de Dracena entre os meses de abril a outubro de 2019.

3.2 Preparo das amostras experimentais

Foram semeadas sementes de amendoim bravo *E. heterophylla* e de capim braquiária *U. ruziziensis* em vasos de 0,8 L colocado terra de barranco peneirado (Figura 1a) até faltar aproximadamente 4 cm para completar o recipiente, em seguida completados com o produto substrato Carolina soil até faltar 0,5 cm, depositado as sementes de plantas daninhas e completados com substrato até a capacidade do vaso (Figura 1b). Após a semeadura das plantas daninhas foram realizadas irrigações diárias via aspersão duas vezes ao dia.

Após emergência das plântulas foi realizado o desbaste do excesso, mantendo uma planta por vaso do amendoim bravo e duas no capim braquiaria. Foram realizadas irrigações diárias por aspersão conforme necessidade das plantas. Suplementação com 2 gramas por vaso do fertilizante mineral (04 14 08) foi realizada quando as plantas apresentavam sintomas de deficiência nutricional, caso este que se deu apenas no capim brachiaria. As espécies foram submetidas aos tratamentos quando estavam com 4 a 5 folhas (amendoim-bravo) (Figura 1c) e 2 a 3 perfilhos (capim braquiária).

Figura 1 – Preparo do solo para enchimento dos vasos (a), vasos semeados com as plantas daninhas com camada de substrato (b) e planta daninhas de *E. heterophylla* no estágio em que foram realizadas as aplicações (c).



Fonte: Próprio autor

3.3 Quantificação dos depósitos da pulverização em plantas de *E. heterophylla* e *U. ruziziensis*

3.3.1 Delineamento experimental

O experimento foi realizado no delineamento experimental inteiramente casualizado com 5 tratamentos (gota fina, média, grossa, muito grossa e extremamente grossa) e 40 repetições, sendo cada repetição constituída por um vaso. As características dos tratamentos estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados na aplicação em *E. heterophylla* e *U. ruziziensis*.

Tratamento	Modelo	Ângulo/vazão	Pressão (bar)	Taxa de aplicação	Tamanho de gota *
T1	XR	11002	2,1	165 L ha ⁻¹	F
T2	XR	8002	1,9	165 L ha ⁻¹	M
T3	TT	11002	2,2	165 L ha ⁻¹	G
T4	AIXR	11002	2,0	165 L ha ⁻¹	MG
T5	TTI	11002	1,0	165 L ha ⁻¹	EG

Nota: * Descrições fornecidas pelo fabricante de acordo com a norma ASAE S572. F: fina; M: média; G: grossa; MG; muito grossa; EG: extremamente grossa.

Fonte: Próprio autor.

As pulverizações foram realizadas através do pulverizador costal Herbicat® pressurizado por CO₂ equipado com 4 bicos espaçados em 0,5 m. A aplicação foi realizada na velocidade de 5 km h⁻¹ sendo marcado 10 metros no chão e com velocidade constante percorreu em uma velocidade de aproximadamente de 7,2 segundos e mantidas a uma altura entre 0,5 ou 0,75 m (dependendo do modelo da ponta) em relação ao topo das plantas aplicando um volume de aproximadamente 165 L ha⁻¹.

Os depósitos da pulverização foram determinados pela aplicação do corante alimentício Azul Brilhante na concentração de 1,5 g L⁻¹ em mistura com o herbicida glifosato (Roundup DI) na dose de 2,5 L ha⁻¹. A aplicação em conjunto com o herbicida foi realizada em função das modificações físico-químico da calda de pulverização as quais poderiam influenciar na deposição do produto.

3.3.2 Quantificação dos depósitos da pulverização

Após a aplicação dos tratamentos as plantas foram cortadas rente ao solo por tesouras e acondicionadas em sacos plásticos e em seguida lavadas com 100 mL de água deionizada para remoção do corante. A solução contendo o corante foi alocada em potes plásticos (50 mL). Após a lavagem, as plantas foram secadas, colocadas em sacos de papel etiquetados e levadas a uma estufa de circulação e renovação de ar, para secagem. Após 72 horas, a 65 °C, as plantas foram pesadas, determinando-se a massa seca da parte aérea (MSPA) em balança analítica.

A quantidade do corante depositada nas plantas foi quantificada em espectrofotômetro (Bioespectro modelo SP 220) com comprimento de onda de 630 nm (SCUDELER *et al.*, 2004). Com as concentrações prévias já conhecidas do corante de 15; 7,5; 3,75; 1,875; 0,9375; 0,4688 e 0,2343 mg L⁻¹ foi determinado a equação de reta linear que permitiu transformar os valores de absorbância em concentração do corante (mg L⁻¹).

De posse dos valores de concentração do corante na calda, concentração do corante (planta/coletores) e volume de diluição da amostra foi possível estabelecer o volume capturado pelo alvo através da equação (1):

$$V1=(C2 \times V2)/C1 \dots \dots \dots (1)$$

Em que:

C1 = concentração inicial na calda de aplicação (mg L⁻¹);

V1 = volume retido pelo alvo (mL);

C2 = concentração detectada no espectrofotômetro (mg L⁻¹);

V2 = volume de diluição da amostra (mL).

3.3.3 Análises dos resultados

O volume retido em cada planta em mL foi dividido pela sua respectiva MSPA obtendo-se assim a quantidade em µL g⁻¹ de MSPA. Os dados de deposição, para ambos os experimentos, foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativo, suas médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para verificar a uniformidade de distribuição dos depósitos da pulverização, os X_i dados amostrais de cada tratamento foram padronizados, ordenados, e a partir deles calculados a $\int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{x^2}{2}\right)}$ os quais foram tomados por x'_i para X'_i observações. Os dados foram então utilizados para ajuste da regressão logística conforme equação 2:

$$Y = \frac{a}{1+e^{b-cx}} \dots \dots \dots (2)$$

Para representar a frequência acumulada dos depósitos da pulverização nas plantas de amendoim-bravo adotou-se o valor de aproximadamente 1 para o parâmetro “a” do modelo, que representa a assíntota máxima da curva. De forma geral, o deslocamento da curva ao longo do eixo x é representado pelo módulo do

parâmetro “b”, e a inclinação ou concavidade da curva em relação à frequência acumulada, pelo parâmetro “c”. A precisão do ajuste dos dados do modelo logístico foi avaliada por meio dos coeficientes de determinação (R^2).

3.4 Curva dose resposta de *E. heterophylla* e *U. ruziziensis* ao herbicida glifosato aplicados com diferente tamanho de gotas.

3.4.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado, arranjos em esquema fatorial 5 x 8 sendo a pulverização de herbicida com 5 tamanhos de gotas (fina, média, grossa, muito grossa e extremamente grossa) e oito concentrações do herbicida, totalizando 40 tratamentos repetidos 4 vezes (cada parcela foi representada por um vaso) para o amendoim-bravo e capim braquiaria.

Sendo D a dose do herbicida glifosato (Roundup Original DI) produzida pela empresa Monsanto para o controle tanto para *E. heterophylla* como para o *U. ruziziensis* ($2,5 \text{ L ha}^{-1}$) os níveis foram: 9D (nove vezes a dose); 3D (três vezes a dose); D (dose); $1/3D$ (dose dividido por três); $1/9D$ (dose dividido por nove); $1/27D$ (dose dividido por vinte e sete); $1/81D$ (dose dividido por oitenta e um) e 0 D (sem herbicida). A pulverização foi realizada com o mesmo equipamento e mesma calibração do experimento de deposição (Figura 2). A única diferença da pulverização descrita foi a utilização da barra composta por 2 bicos de pulverização espaçados de 0,5 m.

Figura 2 – Momento da aplicação do herbicida glifosato com adição de corante Azul Brilhante



Fonte: Próprio autor

Após a aplicação, os vasos foram acondicionados em casa de vegetação e irrigados diariamente para manter a umidade do substrato próxima à capacidade de campo.

Aos 7, 14 e 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) do herbicida glifosato foram realizadas avaliações visuais do percentual de fitotoxicidade, baseada no vigor, clorose, necrose e morte da planta, comparada com a testemunha (aplicação somente com água). Foi atribuída a nota usando uma escala variando de 0% quando não existir efeito fitotóxico do herbicida, ou seja, as plantas tratadas apresentam-se características semelhantes à testemunha e 100% quando as plantas estiverem completamente mortas.

Após a avaliação aos 28 DAA as plantas (amendoim-bravo e capim braquiária) foram coletadas por corte efetuado com tesoura, próximo ao colo das plantas, identificadas, colocadas em saco de papel e transportadas para câmara de circulação de ar forçado, regulada a 65 °C por 72 horas para determinação dos valores de MSPA através de balança analítica.

Os dados de MSPA foram corrigidos para valores percentuais de redução comparado com o tratamento onde não houve aplicação de herbicida de acordo com a equação (3):

$$PR = [(MC - T)/MC] * 100 \dots\dots\dots(3)$$

Onde:

PR: porcentagem de redução da MSPA;

MC: valor médio de MSPA das cinco parcelas (vaso com duas plantas) não tratadas com herbicida;

T: MSPA individual das plantas que receberam aplicação do herbicida.

3.4.2 Análise dos resultados

Os dados de fitotoxicidade visual e MSPA foram analisados através da aplicação do teste F sobre a análise da variância, com o objetivo de detectar a significância da interação fatorial. Quando significativos, os níveis do fator doses do herbicida foram analisados com o emprego da regressão não linear do tipo log-logístico, segundo o modelo proposto por Seefeldt *et al.* (1995):

$$Y = \frac{D-C}{1+\exp \{b[\log(X)-\log(C50)]\}} + C \dots \dots \dots (4)$$

Em que:

Y = resposta da planta;

X = dose do herbicida;

D = limite superior da curva;

C = limite inferior da curva;

b = declividade da curva;

C50 = dose necessária para reduzir 50% da MSPA seca ou proporcionar 50% de fitotoxicidade visual em relação à testemunha.

As análises das curvas de dose-resposta e os valores de C50 foram determinados utilizando o pacote *drc* no software R (Ritz e Streibig, 2012). Foi utilizado o teste *lack-of-fit* para verificar se houve bom ajuste da curva utilizando o modelo de quatro parâmetros sendo aceito quando o valor de P for $\geq 0,05$. Os valores de C50 foram comparados pelo intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

3.5 Condições meteorológicas no momento das aplicações

Durante as aplicações dos experimentos foram registrados os dados meteorológicos: temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento (Tabela 2). Esses valores foram mensurados pela estação experimental climatológica automática Campbell Scientific Datalogger CR10X posicionada aproximadamente 300 metros do local onde foram realizadas as aplicações dos experimentos.

Tabela 2 - Condições meteorológicas no momento das aplicações dos experimentos de deposição e dose resposta.

Dados meteorológicos	DE	DU	DRE	DRU
Temperatura (°C)	20±3	27±3	23±2	28±2
Umidade Relativa (%)	48±5	60±5	50±5	40±5
Vento* (km h ⁻¹)	4	5	3	3
Data aplicação	30/09/19	10/05/19	26/06/19	29/07/19

Nota: *Velocidade máxima do vento mensurado na estação climática (fora da estufa).

DE: Deposição em *E. heterophylla*

DU: Deposição em *U. ruzizensis*

DRE: Dose resposta em *E. heterophylla*

DRU: Dose resposta em *U. ruzizensis*

Fonte: Próprio autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Quantificação dos depósitos da pulverização em plantas de *U. ruziziensis* e *E. heterophylla*

De acordo com a Tabela 3, foram verificados os maiores valores de deposições nas plantas de *E. heterophylla* nas pulverizações com gotas grossas e extremamente grossas, diferindo significativamente ($F= 8,04$; $P< 0,001$; CV: 29,9%) dos tratamentos com gotas finas e grossas. Os depósitos da pulverização para as gotas finas e grossas não difeririam significativamente entre si (Tabela 3).

O tratamento com gotas médias não foi apresentado, pois foi verificado valor de deposição muito discrepante dos demais tratamentos. Acredita-se que durante a execução do experimento houve algum erro de metodologia e, dessa forma, optou-se por não apresentar esse valor.

Tabela 3. Dados de deposição do *E. heterophylla* em função da pulverização com diferentes tamanhos de gotas.

Tamanho de gota	Deposição ($\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA)
fina	60,0 A
média	-
grossa	65,9 A
muito grossa	95,8 B
extremamente grossa	96,8 B

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Próprio autor.

Costa *et al.* (2011) observaram maiores valores de deposição em plantas de amendoim Cultivar Runner IAC 886 nos estádios V1 e R2 quando a pulverização foi realizada com gotas muito grossas comparadas com gotas finas e médias. Esses resultados corroboram com os obtidos nessa pesquisa em que gotas maiores proporcionaram maiores valores de deposição comparada com gotas de menor diâmetro.

Não foi verificada diferença significativa ($F= 0,85$; $P< 0,492$; CV: 30,7%) entre os tamanhos de gotas para os depósitos da pulverização nas plantas de *U. ruziziensis* (Tabela 4). Resultados semelhantes a essa pesquisa foram reportados por Rodrigues-Costa *et al.* (2012) onde não foram observadas diferenças

significativas na deposição em plantas de *Brachiaria plantaginea* no estágio de 3-5 perfilhos quando pulverizadas por diferentes pontas de pulverização e tamanho de gotas nos volumes de 150 e 200 L ha⁻¹.

Tabela 4. Dados de deposição de *U. ruziziensis* em função da pulverização com diferentes tamanhos de gotas.

Tamanho de gota	Deposição ($\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA)
fina	152,5 A
média	154,9 A
grossa	146,7 A
muito grossa	162,3 A
extremamente grossa	163,6 A

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade.
Fonte: Próprio autor

A Tabela 5 descreve as estimativas dos parâmetros do modelo Logístico nas plantas de *E. heterophylla*. Com exceção das gotas extremamente grossas todas as demais apresentaram coeficiente de uniformidade superior a 0,91 evidenciando bom ajuste da curva aos dados (Tabela 5).

Tabela 5 – Estimativas de parâmetros do modelo logístico, que descrevem a deposição de calda em plantas de *E. heterophylla*, quando submetidos à pulverização com diferentes tamanhos de gotas.

Parâmetros	Tamanho de gota				
	Fina	Média	Grossa	Muito grossa	Extremamente grossa
A	1,01	-	1,01	1,01	1,01
B	2,25	-	2,16	2,99	2,89
C	0,037	-	0,032	0,031	0,029
R ²	0,93	-	0,91	0,96	0,88

Fonte: Próprio autor.

Maior uniformidade de distribuição dos depósitos da pulverização foi observada na pulverização com gotas finas, evidenciado pelo maior valor obtido do parâmetro “c” (0,037) seguido das gotas grossas (0,032), muito grossa (0,031) e extremamente grossa (0,029) (Tabela 5 e Figura 3).

Em termos práticos, quanto maior o valor do parâmetro “c” maior será a inclinação da curva (mais próximas da vertical) e menor será a frequência dos

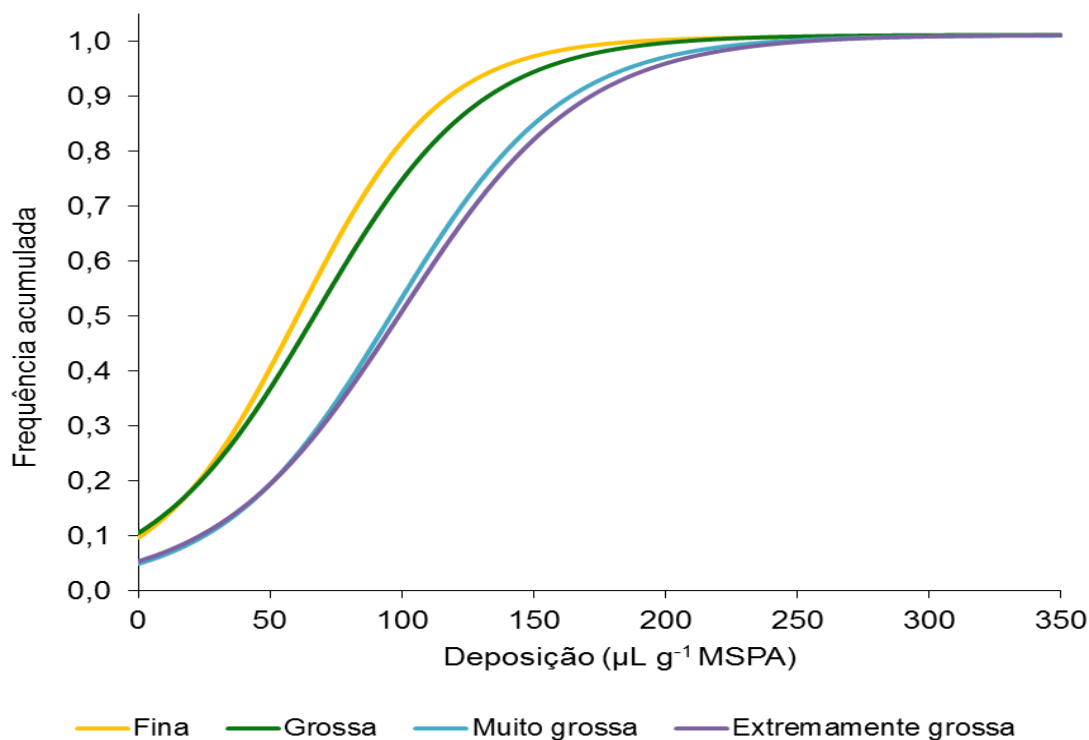
valores extremos, ou seja, menor amplitude entre o menor e o maior volume depositado nas plantas. Verifica-se que o aumento do tamanho da gota proporcionou, embora de forma amena, redução da uniformidade de deposição nas plantas de *E. heterophylla* (Figura 3).

Uma boa uniformidade de distribuição da calda de herbicida nas plantas daninhas é de fundamental importância para maior efetividade de controle. Quanto maior a uniformidade da distribuição da deposição nas plantas, maior será o efeito fitotóxico do herbicida na população de plantas a serem controladas.

Deposição desuniforme implica em plantas que recebem menor e maior quantidade de deposição. Menor quantidade de herbicida depositado nas plantas pode resultar em controle insatisfatório ou falhas de controle e, em contrapartida, quantidade acima da dose desejada, acarretará desperdício do defensivo aplicado e consequentemente contaminação do ambiente.

A Figura 3 está apresentada a frequência acumulada da deposição nas plantas de *E. heterophylla* em função da pulverização por diferente tamanho de gotas. Verifica-se pela Figura 3 que a inclinação das curvas no tratamento com gotas finas apresenta-se levemente mais acentuada (maior valor do parâmetro “c”) comparada com as demais curvas.

Figura 3. Frequência acumulada da deposição da pulverização ($\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA) proporcionada por diferentes tamanhos de gotas em plantas de *E. heterophylla*, utilizando o modelo logístico.



Fonte: Próprio autor.

Embora as curvas geradas pelos tratamentos com gotas finas e médias proporcionarem melhor distribuição de deposição, esses tratamentos proporcionaram menores valores de deposição da calda. Isso fica evidenciado pelas curvas com gotas finas e médias estarem posicionadas a esquerda das curvas com gotas muito grossa e extremamente grossas (Figura 3).

As estimativas dos parâmetros do modelo Logístico nas plantas de *U. ruziziensis* estão descritas na Tabela 6. Com exceção das gotas finas que apresentou coeficiente de uniformidade de 0,86, todos os demais tratamentos apresentaram coeficiente superior a 0,92 evidenciando bom ajuste da curva aos dados (Tabela 6 e Figura 4).

Tabela 6 – Estimativas de parâmetros do modelo logístico, que descrevem a deposição de calda em plantas de *Urochloa ruziziensis*, quando submetidos à pulverização com diferentes tamanhos de gotas.

Parâmetros	Tamanho de gotas				
	Fina	Média	Grossa	Muito grossa	Extremamente grossa
A	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01
B	5,88	5,54	5,23	5,02	5,17
C	0,038	0,036	0,035	0,031	0,031
R ²	0,86	0,94	0,92	0,94	0,94

Fonte: Próprio autor.

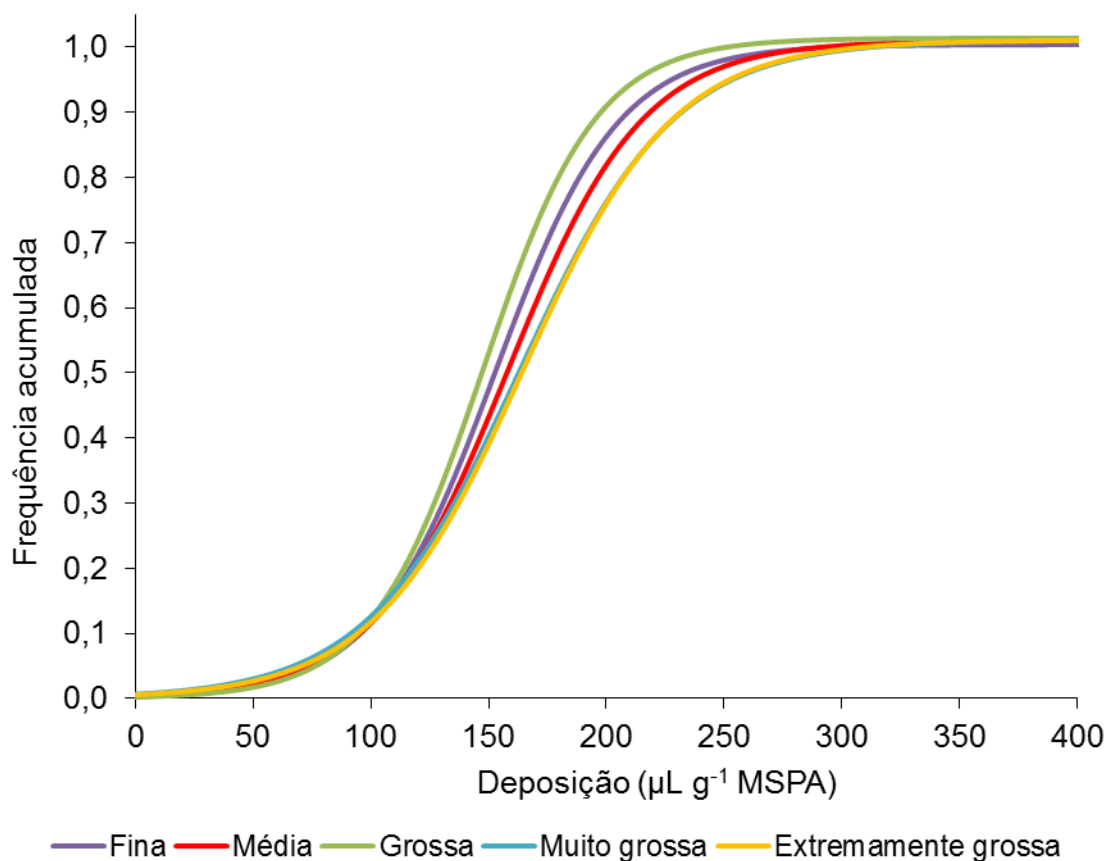
Comportamento similar ao ocorrido na uniformidade de deposição ocorrido nas plantas de *E. heterophylla* foi verificado para as plantas de *U. ruziziensis*. Os maiores valores do parâmetro “c” foram observados para os tratamentos com gotas finas (0,038) seguidas das médias (0,036), grossas (0,035), muito grossa e extremamente grossa (0,031) (Tabela 6).

Assim como verificado nessa pesquisa, Costa *et al.* (2008) também observaram menor uniformidade e maior deposição da calda em plantas de *Braquiaria brizantha* quando pulverizadas com pontas de indução de ar proporcionando gotas extremamente grossas.

A uniformidade da deposição da calda de pulverização destaca-se como fator importante no desempenho de defensivos agrícolas, principalmente quando a pulverização é feita por produtos de ação de contato, que exigem maior área de cobertura do alvo (COSTA *et al.*, 2012).

A Figura 4 está apresentada a frequência acumulada da deposição nas plantas de *U. ruziziensis* em função da pulverização por diferente tamanho de gotas. Verifica-se na Figura 4 comportamento similar entre os diferentes tamanhos de gotas destacando as maiores inclinação das curvas pelos tratamentos onde a pulverização foram realizadas com os menores tamanho de gotas.

Figura 4. Frequência acumulada dos depósitos da pulverização ($\mu\text{L g}^{-1}$ MSPA) proporcionados por diferentes tamanhos de gotas em plantas de *U. ruziziensis*, utilizando o modelo logístico.



Fonte: Próprio autor.

4.2 Curva dose resposta de *U. ruziziensis* e *E. heterophylla* ao herbicida glifosato aplicados com diferente tamanho de gotas

De acordo com o teste lack-of-fit, ao nível de 95% de probabilidade, não foi significativo para as curvas de redução da MSPA e porcentagem visual de fitotoxicidade para *E. heterophylla* (Tabela 7) e *U. ruziziensis*, exceto na avaliação visual aos 7 DAA, (Tabela 8) apresentando valores de $P > 0,05$ indicando que o modelo proposto se ajustou de forma satisfatória (Ritz e Streibig, 2012).

Na Tabela 7 são apresentadas as estimativas dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e redução da MSPA

em plantas de *E. heterophylla* quando submetidas a aplicação do herbicida glifosato em diferentes tamanhos de gotas.

Tabela 7. Estimativa dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e redução da massa seca da parte aérea em plantas de *E. heterophylla* quando submetidas a aplicação do herbicida glifosato em diferentes tamanhos de gotas.

DAA	Parâmetros	Tamanho de gotas				
		Fina	Média	Grossa	Muito grossa	Extremamente grossa
7	Fitotoxicidade visual (%)					
	B	-2,5	-1,4	-2,5	-1,8	-12,6
	C	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
	D	56,5	56,5	56,5	56,5	56,5
	C50	612	784	777	1134	1069
	P	0,8560				
14	B	-4,2	-3,1	-3,1	-3,4	-6,5
	C	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	D	92,3	92,3	92,3	92,3	92,3
	C50	500	764	656	747	969
	P	0,9008				
21	B	-3,1	-2,6	-2,3	-1,8	-2,8
	C	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	D	101,2	101,2	101,2	101,2	101,2
	C50	430	520	516	662	618
	P	0,8466				
28	B	-3,8	-1,7	-1,6	-2,5	-2,5
	C	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
	D	101,9	101,9	101,9	101,9	101,9
	C50	444	539	612	558	737
	P	0,8854				
28	Redução da MSPA (%)					
	B	-0,5	-0,5	-0,7	-0,6	-1,2
	C	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	D	91,7	91,7	91,7	91,7	91,7
	C50	49	38	58	107	225
	P	0,9941				

Nota: C50: dose do equivalente ácido de glifosato necessária para proporcionar 50% de fitotoxicidade visual ou reduzir 50% da massa seca da parte aérea. DAA: Dias após aplicação. MSPA: massa seca da parte aérea
Fonte: Próprio autor.

As gotas muito grossa e extremamente grossas foram as que proporcionaram os maiores valores de C50 para fitotoxicidade visual nas plantas de *E. heterophylla* em todos os períodos avaliados. O mesmo foi observado para redução da MSPA

onde os maiores valores de *C50* foram observados quando a pulverização de glifosato foi realizada por gotas extremamente grossa (Tabela 7).

No geral, os valores de *C50* tanto para fitotoxicidade visual quanto na redução da MSPA foram maiores quando o tamanho de gotas foi aumentando. Para a redução da MSPA verifica-se um aumento de quase 6 vezes no valor de *C50* quando comparado o tratamento com gotas médias (38 g.e.a. ha⁻¹) com o tratamento com gotas extremamente grossa (225 g.e.a. ha⁻¹) (Tabela 7).

Fica evidente que a fitotoxicidade do herbicida glifosato nas plantas de *E. heterophylla* pode ser comprometida pela pulverização com gotas muito grossa e extremamente grossa por essa classe de gotas terem proporcionados maiores valores de deposição (Tabela 3), acreditava-se que esse aumento de deposição refletisse em maior fitotoxicidade do herbicida.

Provavelmente os maiores valores de fitotoxicidade proporcionado pelas gotas menores devem estar relacionados com a melhor uniformidade de distribuição nas plantas (Tabela 5) e com a melhoria na cobertura proporcionada por essas gotas. De acordo com Baesso et. al. (2015) gotas finas tendem a ter uma distribuição mais uniforme de calda na cobertura vegetal, porém aumentam as chances de evaporação ou serem levadas pelas correntes de ar com maior facilidade.

Pelo fato das gotas finas possuírem características de maior potencial de deriva (STAINIER *et al.*, 2006) há a possibilidade de trabalhar com gotas mais grossas na bordadura da área a ser tratada, especialmente quando são vizinhas de áreas cultivadas susceptíveis, e gotas menores no interior do talhão, que ocorrendo deriva, os efeitos adversos de contaminação podem ser minimizados. Vale ressaltar que as condições meteorológicas no momento da aplicação devem sempre ser levadas em consideração na escolha do tamanho de gota a ser pulverizada.

Menores valores de *C50* foram encontrados nas pulverizações realizadas com gotas grossas, proporcionando menores valores de *C50* nas plantas de *U. ruziziensis* em todos os períodos avaliados (7, 14, 21, 28 DAA). Já para a redução da MSPA os menores valores de *C50* foram observados para a pulverização realizada com gotas médias (73 g e.a. ha⁻¹) e grossas (94 g e.a. ha⁻¹). Os maiores valores de *C50* foram observados nos tratamentos com gotas finas e extremamente grossas (Tabela 8).

Tabela 8. Estimativa dos parâmetros obtidos da regressão log-logística que descrevem a fitotoxicidade visual e redução da massa seca da parte aérea em plantas de *U. ruziziensis* quando submetidas a aplicação do herbicida glifosato em diferentes tamanhos de gotas.

		Tamanho de gotas				
DAA	Parâmetros	Fina	Média	Grossa	Muito grossa	Extremamente grossa
Fitotoxicidade visual (%)						
7	B	-4,8	-3,7	-1,3	-3,6	-5,1
	C	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
	D	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5
	C50	367	318	167	287	309
	P	0,0003				
14	B	-2,7	-2,2	-1,5	-3,2	-7,8
	C	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
	D	95,3	95,3	95,3	95,3	95,3
	C50	275	228	108	219	272
	P	0,0534				
21	B	-1,9	-2,0	-4,3	-3,9	-6,9
	C	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
	D	95	95	95	95	95
	C50	196	177	75	157	252
	P	1,0000				
28	B	-1,9	-2,4	-5,0	-2,8	-3,3
	C	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
	D	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6
	C50	166	143	68	144	215
	P	1,0000				
Redução da MSPA (%)						
28	B	-3,3	-2,9	-6,8	-1,3	-1,5
	C	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
	D	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
	C50	158	73	94	155	149
	P	0,8912				

Nota: C50: dose do equivalente ácido de glifosato necessária para proporcionar 50% de fitotoxicidade visual ou reduzir 50% da massa seca da parte aérea. DAA: Dias após aplicação. MSPA: massa seca da parte aérea
Fonte: Próprio autor.

Resultados semelhantes a essa pesquisa foram reportados por Ferguson *et al.* (2019), os quais observaram maiores redução da massa seca da planta daninha *Chloris spp* quando a pulverização foi realizada com gotas grossas quando comparadas com a pulverização com gotas finas, médias e extremamente grossas.

Ferguson *et al.* (2018) reportaram maior eficácia de controle de plantas daninhas de um amplo grupo de modo de ação de herbicidas quando pulverizações

foram realizadas com gotas grossas além dessas gotas reduzirem o potencial de deriva comparado com pulverizações de gotas finas.

5 CONCLUSÃO

Pelos dados obtidos nessa pesquisa conclui-se:

Gotas muito grossas e extremamente grossas proporcionaram os maiores valores de deposição e menor uniformidade de distribuição em plantas de *E. heterophylla*.

O tamanho de gota não interferiu na deposição da calda em plantas de *U. ruziensis*, porém as gotas maiores apresentaram menor uniformidade de distribuição.

Pulverização do herbicida com gotas finas proporcionaram os menores valores fitotoxidade visual aos 28 DAA e as gotas médias proporcionaram menores valores de C50 na redução da MSPA das plantas de *E. heterophylla*.

Pulverização do herbicida com gotas médias proporcionaram os menores valores fitotoxidade visual aos 28 DAA e as gotas médias proporcionaram menores valores de C50 na redução da MSPA das plantas de *U. ruziensis*.

A aplicação do herbicida com gotas extremamente grossas apresentou os maiores valores de C50 na fitotoxidade visual aos 28 DAA e também na redução da MSPA nas plantas de *E. heterophylla*.

A aplicação do herbicida com gotas extremamente grossas apresentou os maiores valores de C50 na fitotoxidade visual aos 28 DAA e na redução da MSPA, os maiores valores foram proporcionados com gotas finas nas plantas de *U. ruziensis*.

REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F.S. *et al.*, Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 705-716, 2010.
- ALDAY, I. Y.; BARRUFET, J. M. Situación actual de la aplicación de fitosanitarios. **Maquinas y Tractores Agrícolas**. Espana. Dic. N. 12 .1992.
- ALMEIDA, D. P., TIMOSSI P. C., LIMA S. F., SILVA U. R., REIS E. F. Condições atmosféricas e volumes de aplicação na dessecação de *Urochloa ruziziensis* e vegetação espontânea. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 245-251, dez. 2014.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL – ANDEF. **Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/Leitura%20-%20Manual%20Tecnologia%20de%20Aplicacao.pdf>
- BAESSO, R. C. E. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 61, Suplemento, p. 780-785, 2014.
- BALAN, M.G. *et al.* Pulverização em alvos artificiais: avaliação com o software contagotas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p.916- 919, 2005.
- BAYER, T.; *et al.* Aplicação aérea de fungicidas na cultura do arroz irrigado com diferentes bicos de pulverização. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2185-2191, 2012.
- BLANCA, A. L. **Maquinaria agrícola**: constitución, funcionamiento, regulación y cuidados. 3. ed. Madrid: Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação, 1999. 361 p.
- BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; JÚNIOR, E. K. M.; GUIMARÃES, V. F. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Scientiarum**, Maringá v. 30, n. 2, p. 171-175, 2008.
- BRIDGES, D. C. *et al.* Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) interference with peanut (*Arachis hypogaea*). **Weed Technol.**, v. 40, p. 37-42, 1992.
- BRIGHENTI, M. A. Manual de identificação e manejo de plantas daninhas em cultivos de cana de açúcar. [S. l.]: EMBRAPA, 2010.
- BUENO, M. R.; CUNHA J. P. A. R.; NAVES, M. G.; TAVARES, R. M. Deposição de calda e controle de plantas daninhas empregando pulverizador de barra convencional e com barra auxiliar, em volumes de calda reduzidos. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 447-454, 2014.

CALORE, R. A. **Volumes de aplicação, pontas de pulverização e adjuvantes no controle de *Enneothrips flavens* moulton, 1941 (thysanoptera: thrypidae) na cultura do amendoim.** 2013. 82 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de ciências Agrárias e Veterinária - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

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

COSTA, R. *et al.* Desempenho de pontas de pulverização na deposição de gotas de pulverização na cultura do amendoim. **Seminário: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, supl. 1, p. 1745-1758, 2011.

COSTA, N. V. *et al.* Deposição de glyphosate com diferentes pontas de pulverização na dessecação de plantas de *Panicum maximum*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s. l.], v.11, n.1, p.96-107, 2012.

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

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e de volume de calda. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, 2006.

CUNHA, J.P. *et al.*, Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n.6, p. 761-768, nov/dez, 2016

DUGA, A.T.; *et al.* Numerical analysis of the effects of wind and sprayer type on spray distribution in different orchard training systems. **Boundary-Layer Meteorology**, Dordrecht, 157, n. 3, p. 1-19, 2015.

ELLIOT, R. H.; MANN, L. W. Control of wheat midge, *Sitodiplosis mosellana* (Gbhin), at lower chemical rates with small capacity sprayer nozzles. **Crop Protection**, Guildford, v. 16, n. 3, p. 235- 242. 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas.** [S. l.]: Embrapa, 2006

FARINHA, J. V.; MARTINS D.; COSTA, N. V.; DOMINGOS, V. D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estágio R1. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1738-1744, 2009.

FERNANDES, H. C. **Aplicação de defensivos agrícolas:** teoria da gota. Engenharia na Agricultura. p.1-14, 1997. (Caderno Didático, 24).

FERGUSON, J. Connor *et al.* Effect of spray droplet size on herbicide efficacy on four winter annual grasses. **Crop Protection**, Guildford, v. 112, p. 118-124, 2018.

FERGUSON, J. Connor *et al.* Droplet-Size Effects on Control of *Chloris* spp. with Six POST Herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 33, n. 1, p. 153-158, 2019.

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

FERREIRA, M. C.; COSTA, G. M.; SILVA, A. R.; TAGLIARI, S. R. A. Fatores qualitativos da ponta de energia hidráulica ADGA 110015 para pulverização agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 471–478, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162007000300016>. Acesso em: 17. Dez. 2019.

FERREIRA, M.C.; OLIVEIRA, J.R.G.D.; PIETRO, I.R.P.S.D. Distribuição da calda herbicida por pontas de pulverização agrícola utilizadas em áreas de reflorestamento com eucalipto. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 267-276, 2009.

GEBHARDT M. R.; WEBBER C. L.; BOUSE L. F. Comparison of a rotary atomizer to a fan nozzle for herbicide application. **Transaction American Society. Agriculture Engineering**, [s. l.], v. 28, p. 382-385, 1986.

GRIESANG, F.; DECARO, R. A.; SANTOS, C. A.; SANTOS, E. S.; ROQUE, N. H. D. L.; FERREIRA, M. C. How much do adjuvante and nozzles models reduce the spraying drift? Drift in agricultura spraying. **American Journal of plant Sciencies**, Irvine, v. 8, n. 11, p. 2785-2794, 2017.

HOLM, L. *et al.* **World weeds: natural histories and distributions**. New York: Wiley, 1997. 1129 p.

KARAM, D. *et al.* Estudo da interferência das plantas daninhas com a cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos** [...] Londrina: SBCPD, 1993. p. 32-33.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas. 2. ed. São Paulo: **BASF**, 1999. t. 2. 978 p.

LIU - SHUHUA R. *et al.* Efficacy of glyphosate on *Pupulus tremuloides* as affected by droplet size and spray volume. **New Zealand Journal of Forestry**, Rotorua, v. 26, p. 1- 2, 276-287, 1996.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 349 p.

MACIEL, C. F. S. **Perdas de agrotóxicos por evaporação em função das condições psicrométricas do ar**. 2013. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

MATUO, T. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

MERRITT C. R. The influence of form of deposit on the phytotoxicity of MCPA, paraquat and glyphosate applied as individual drops. **Annals Applied Biology**, v. 101, p. 527-532, 1982.

MESCHEDE, D.K *et al.*, Período crítico de interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja sob baixa densidade de semeadura. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.20, n.3, p.381-387, 2002

NASCIMENTO, A. B. *et al.* Deposição de glifosato e utilização de adjuvante para diferentes pontas de pulverização e horário de aplicação. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 105-110, mai/ago. 2012.

NUYTENS, D. *et al.* Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. **Biosystems Engineering**, London, v. 97, n. 03, p. 333-345, 2007.

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

PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. **Crop Protection**, Guildford, v. 16, n. 1, p. 25-33, 1997.

PRASAD, R.; BERESFORD; CADOGAN, L. **Influence of Droplet Size and Density on Phytotoxicity of Three Herbicides**. Weed Science Society of America, Cambridge University Press are collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access to Weed Technology, 1992.

RAETANO, C.G. Assistência de ar e outros métodos de aplicação a baixo volume em culturas de baixo fuste: a soja como modelo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, p. 105-6, 2007.

RAMBAKUDZIBGA, A. Effect of spray volume and additives on the activity of glyphosate on purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). **Zimbabwe Journal of Agricultural Research**, v. 27, p. 113-121, 1989.

RITZ, C.; STREIBIG, J.C. **Dose response curves and other nonlinear curves in Weed Science and Ecotoxicology with the add-on package drc in R**. URL www.biossay.dk, 2012.

RIZZARDI, M. A. Interferência de populações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea ramosissima* isoladas ou em misturas sobre a cultura de soja. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 29-34, 2004.

RODRIGUES, A. C. P.; *et. al.*, V. D. Variáveis qualitativas da pulverização em feijão, *Bidens pilosa* e *Brachiaria plantaginea*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 698-707, 2010.

RODRIGUES-COSTA, A. C. P. *et al.* Aspectos quantitativos da deposição de gotas de pulverização em plantas de amendoim e *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n.1, p.201-209, 2012.

RUAS, R. A. Estimativa de parâmetros técnicos da tecnologia de aplicação do glyphosate no controle de *Brachiaria decumbens*. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n.3, p. 299-304, 2011

SANTOS, M.V *et al.* (2007). – **Efeito** do glifosato sobre a ferrugem da soja - **Revista Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 149-155, 2007

SCHLOSSER, J. L. Administração de máquinas agrícolas. Santa Maria: **Núcleo de Ensaio de Máquinas Agrícolas, Centro de Ciências Rurais**, UFSM, 1998. 100 p. (Série Técnica Modulo, 6).

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

SOUZA, L.S. *et al.*, Efeito alelopático de capim braquiária (*Braquiária decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2006

SOUZA, L.S. *et al.*, Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Braquiária decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, n.3, p. 343-354, 2003

SOUZA, R.T.; VELINI, E.D.; PALLADINI, L.A. Aspectos metodológicos para análise de depósitos de pulverizações pela determinação dos depósitos pontuais. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 195-202, 2007.

SCRAMIN, S. *ET AL.*, **Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 12, jan./dez. 2002

STAINIER, C. *et al.* Droplet size spectra and drift effect of two phenmedipham formulations and four adjuvants mixtures. **Crop protection**, Guildford, v. 25, n. 12, p. 1238-1243, 2006.

TOFOLI, G. R. Efeito do tamanho do alvo e condições operacionais sobre a uniformidade de deposição de pulverizadores em pré-emergência. 2001. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) – **Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista**, Botucatu, 2001.

VENTURELLI, L.; TESOURO, O.; MASIÁ, G.; FUICA, A. Cobertura y respuesta biológica del glyphosate ante la utilización de distintas pastillas de pulverización. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais** [...].João Pessoa: [s. n.], 2006. p. 67-68.

VIEIRA, M. G. M.; IZA, O. B.; KORZ, C.; FISCHER, J. Agricultura sustentável: favorecendo ambientes saudáveis e o empoderamento feminino. **Edição Popular**, Uberlândia, v. 18, n. 2, p. 4-25, 2019.

VOLL, E. *et al.* Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 17-24, 2002.

WILLARD, T. S.; GRIFFEN, J. L. Growth and response of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) following foliar herbicide application. **Weed Technol.**, Champaign, v. 7, p. 190-195, 1993.

WOMAC, A. R.; GOODWIN, J. C.; HART, W. E. **Comprehensive evaluation of droplet spectra from drift reduction nozzles**. Saint Joseph: ASAE, 1997. 47 p.