

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

NICOLAS GOMES SILVA

DEPOSIÇÃO DE CALDA NA CULTURA DA SOJA EM FUNÇÃO DE PONTAS
DE PULVERIZAÇÃO E TAXAS DE APLICAÇÃO

UBERLÂNDIA – MG

2021

NICOLAS GOMES SILVA

**DEPOSIÇÃO DE CALDA NA CULTURA DA SOJA EM FUNÇÃO DE PONTAS
DE PULVERIZAÇÃO E TAXAS DE APLICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia para
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo A. R. da Cunha

UBERLÂNDIA – MG

2021

NICOLAS GOMES SILVA

**DEPOSIÇÃO DE CALDA NA CULTURA DA SOJA EM FUNÇÃO DE PONTAS
DE PULVERIZAÇÃO E TAXAS DE APLICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia para
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 27/05/2021

Eng. Agr. Msc. Matheus Gregorio Marques

Eng. Agr. Athos Gabriel Gonçalves Nascimento

Orientador: _____

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha

AGRADECIMENTO

Agradeço principalmente aos meus pais, pelo incentivo, amor e apoio incondicional.

Aos parceiros de trabalho (LAMEC), ao meu orientador, e todos que sempre estiveram dispostos a ajudar com esclarecimentos de dúvidas e apoio na pesquisa.

RESUMO

SILVA, Nicolas Gomes. **Deposição de calda na cultura da soja em função de pontas de pulverização e taxas de aplicação.** 2021. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

Hodiernamente, a soja representa a cultura de maior importância econômica para o Brasil. Na safra 2019/20, o país se tornou o maior produtor mundial do grão, com produção de 124,8 milhões de toneladas. Todo essa pujança é ameaçada por inúmeros fatores, incluindo pragas e doenças. A tecnologia de aplicação neste contexto apresenta-se como uma das alternativas para o sucesso das lavouras de soja no Brasil, combatendo os principais fatores biológicos que dificultam a sojicultura. Dentre os principais componentes da tecnologia de aplicação, tem-se as pontas de pulverização que são responsáveis pela fragmentação do líquido em gotas, distribuição das gotas e controle da vazão. A taxa de aplicação ou volume de calda é outro fator referente a tecnologia de aplicação ainda muito discutido, e depende do produto fitossanitário a ser utilizado e do alvo biológico da aplicação. Este trabalho teve como objetivo avaliar a deposição de calda em diferentes posições da cultura da soja em função de diferentes pontas de pulverização e taxas de aplicação. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. Utilizou-se a cultivar de soja NS6906 IPRO (Nidera Sementes) com uma densidade populacional de 350 mil plantas ha⁻¹. O ensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 5 repetições, sendo um total de 30 parcelas. Utilizou-se um esquema fatorial 3 x 2, sendo três pontas de pulverização (jato plano duplo - ST/D 110015, MagnoJet; jato plano inclinado - FC-3D 100015, Hypro e jato plano simples - XR 110015, Teejet) e duas taxas de aplicação (96 L ha⁻¹, com aplicação a 6 km h⁻¹ e 144 L ha⁻¹, com aplicação a 4 km h⁻¹). Adicionou-se à calda de pulverização um traçador para ser detectado por espectrofotometria. Também se avaliou o espectro de gotas por meio da análise de papéis hidrossensíveis. A ponta de jato plano duplo promoveu o maior DMV. A uniformidade do tamanho de gotas não foi influenciada pelo modelo da ponta de pulverização. No terço superior, pontas de jato plano inclinado e simples promoveram as maiores deposições de calda, independente da taxa de aplicação utilizada. No terço médio, houve interação entre pontas e taxas de aplicação.

Palavras-chave: bicos de pulverização, *Glycine max*, tecnologia de aplicação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. CONCLUSÕES	16
REFERÊNCIAS	17

1. INTRODUÇÃO

A soja é a principal cultura do Brasil e apresenta grande importância econômica para o país. Na safra 2019/20, o Brasil se tornou o maior produtor mundial do grão, com produção de 124,8 milhões de toneladas, que foi impulsionada principalmente pelos ganhos em área cultivada, que representou cerca de 37 milhões de hectares com produtividade média de 3.379 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

Entretanto, toda essa produção é ameaçada por diversos fatores como as pragas e as doenças. Neste contexto, a tecnologia de aplicação desempenha um papel de grande importância, pela necessidade de realizar um controle destes fatores bióticos. Dentre os principais componentes da tecnologia de aplicação, tem-se as pontas de pulverização que são responsáveis pela fragmentação do líquido em gotas, distribuição das gotas e controle da vazão (NEGRISOLI, 2018).

A uniformidade de cobertura do alvo e a penetração no dossel estão intimamente relacionados a qualidade da pulverização, e são um dos principais fatores que interferem na eficácia de controle dos produtos fitossanitários. Existe um modelo de ponta para cada situação específica no campo, dependendo do alvo da aplicação e necessidade de cobertura na área, sendo considerados também o tamanho e densidade de gotas, assim como a classe e o modo de ação do produto fitossanitário, perdas por deriva e volume de calda utilizado (BOLLER; RAETANO, 2011).

Existe uma grande diversidade de modelos e marcas de pontas no mercado. As pontas de jato plano são as mais utilizadas em culturas anuais como a soja, uma vez que apresentam grande versatilidade e boa qualidade na pulverização (ANTUNIASSI, 2012). As pontas de jato plano duplo possuem dois orifícios de saída do jato de pulverização, voltados 30° para frente e 30° para trás em relação à vertical (BOLLER; RAETANO, 2011). As pontas de jato plano inclinado, possuem inclinação no jato de saída e devem ser instaladas na barra alternando a direção do jato (DURÃO, 2017).

A taxa de aplicação ou volume de calda é outro fator referente a tecnologia de aplicação ainda muito discutido, e depende do produto fitossanitário a ser utilizado e do alvo biológico da aplicação. Representa a quantidade em volume que será pulverizada por unidade de área (RAETANO, 2011).

Desta forma, é de extrema importância avaliar a deposição de calda ao longo do dossel da cultura da soja visando maior controle dos problemas fitossanitários. Por isso,

este trabalho teve como objetivo a avaliação da deposição de calda no dossel da cultura da soja em função de diferentes pontas de pulverização e taxas de aplicação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, situada no município de Uberlândia-MG. A área apresenta uma altitude de 842 metros, com coordenadas geográficas 18°53'23,46"S de latitude e 48°20'27,46"O de longitude. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como Aw, com estações bem definidas durante o ano, verão chuvoso e inverno seco (BECK et al., 2018).

Utilizou-se no experimento a cultivar de soja NS6906 IPRO (Nidera Sementes) com uma densidade populacional de 350 mil plantas ha⁻¹. Efetuou-se na semeadura a adubação na linha de cultivo, com formulado NPK 02-25-10 na dose de 320 kg ha⁻¹.

O ensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 5 repetições, sendo um total de 30 parcelas. Utilizou-se um esquema fatorial 3 x 2, sendo três pontas de pulverização (jato plano duplo - ST/D 110015, Magnojet; jato plano inclinado - FC-3D 100015, Hypro e jato plano simples - XR 110015, Teejet) e duas taxas de aplicação (96 L ha⁻¹, com aplicação a 6 km.h⁻¹ e 144 L ha⁻¹, com aplicação a 4 km h⁻¹).

A área total das parcelas possuía 13,5 m², correspondente a quatro linhas com 4,5 m de comprimento, estando as parcelas separadas lateralmente por duas linhas de soja. A aplicação foi realizada quando a cultura se encontrava no estágio fenológico reprodutivo R3, sendo realizada apenas nas quatro linhas centrais da parcela, utilizando as linhas da extremidade como bordadura.

A aplicação foi realizada com o auxílio de um pulverizador costal de pressão constante (CO₂), equipado com uma barra dotada de quatro pontas, espaçadas entre si por 0,5 m. A pulverização foi realizada com pressão de 200 kPa. As condições ambientais durante as aplicações foram monitoradas por um termo-higro-anemômetro digital (Kestrel® 4000).

Para avaliação da deposição nas folhas da cultura da soja, adicionou-se à calda de pulverização o traçador Azul Brilhante, na dose de 500 g ha⁻¹. Logo após a pulverização, foram coletadas ao acaso quarenta folhas em cada parcela, sendo vinte folhas do terço médio e vinte folhas do terço superior. Em seguida, as folhas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, armazenados em caixa de isopor e levados para posterior manipulação no laboratório. No laboratório, o traçador foi extraído das folhas adicionando-se 100 mL de água destilada em cada saco plástico, que foi agitado

por 2 minutos a 200 rpm em mesa giratória pendular. Em seguida, o líquido de cada amostra foi transferido para copos plásticos e mantido em repouso durante 24 horas ao abrigo da luz para ocorrer a decantação de algum resíduo. Posteriormente, o líquido das amostras foi levado para leitura em espectrofotômetro (Biospectro modelo SP-22). Para a leitura de absorvância de cada uma das amostras, foi utilizado filtro de comprimento de onda de 630 nm.

Após a extração do traçador, foi realizado a mensuração da área foliar das amostras de cada saco plástico empregando-se um medidor de área de bancada (LI-COR 3100C). Por meio da utilização de curvas de calibração, obtidas com soluções-padrão do marcador, os dados de absorvância foram transformados em concentração (mg L^{-1}). De posse da concentração inicial da calda e do volume de diluição das amostras, determinou-se a massa do corante retida nas folhas. O depósito total foi dividido pela área foliar de cada amostra, obtendo-se assim a quantidade em nanograma (ng) do corante por cm^2 de folha.

Também foram avaliadas características do espectro de gotas. A determinação do diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e da amplitude relativa foi realizada com uso de papel sensível à água (76 x 26 mm). Antes da aplicação, foi colocada em cada parcela uma haste metálica contendo dois papéis hidrossensíveis para representar os terços médio e superior. Posteriormente, o papel foi recolhido e acondicionado em envelopes, para evitar o contato do mesmo com a umidade do ar. No laboratório, os papéis foram digitalizados e analisados por meio de um leitor (DropScope, SprayX).

As análises estatísticas foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2019). Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de distribuição dos resíduos de Shapiro Wilk, e homogeneidade das variâncias através do teste de Bartlett. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes às análises de pressuposições da deposição foliar encontram-se na Tabela 1. Pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett ($P \geq 0,05$), os resíduos tiveram distribuição normal e as variâncias foram homogêneas.

Tabela 1. Resumo das análises de variância e pressuposições para amplitude relativa, diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e deposição de calda no terço médio e superior da soja em função da taxa de pulverização e a ponta de aplicação, Uberlândia – MG, 2020

Causa de Variação	Terço Médio					
	Amplitude Relativa		DMV		Deposição	
	F	P	F	P	F	P
Ponta de Pulverização	0,39746	0,67778	41,916	0,00000	0,5677	0,57428
Taxa de Aplicação	3,03428	0,09858	0,418	0,52621	0,9369	0,34274
Ponta x Taxa	0,3342	0,72026	2,813	0,08651	10,2913	0,00059
CV	24,08%		12,11%		28,44%	
Shapiro-Wilk	0,3226		0,0966		0,2051	
Bartlett	0,1551		0,0591		0,9879	
Causa de Variação	Terço Superior					
	Amplitude Relativa		DMV		Deposição	
	F	P	F	P	F	P
Ponta de Pulverização	2,34136	0,12479	30,1323	0,00000	6,2735	0,00643
Taxa de Aplicação	0,98239	0,33475	0,5461	0,46945	3,6113	0,06946
Ponta x Taxa	2,6129	0,10086	0,9609	0,40133	0,8197	0,45254
CV	12,98%		8,95%		17,09%	
Shapiro-Wilk	0,3202		0,6094		0,5279	
Bartlett	0,8992		0,4683		0,6781	

¹Valores em negrito indicam que os resíduos não podem ser considerados normais e/ou variâncias não foram homogêneas. F: valor de F calculado. P: Probabilidade.

De acordo com a Tabela 2, a maior deposição de calda para a taxa de aplicação de 96 L ha⁻¹ no terço médio, foi obtida utilizando a ponta de jato duplo, alcançando o valor de 4,65 ng.cm⁻². Por outro lado, para a taxa de aplicação de 144 L ha⁻¹, a maior deposição foi obtida com a ponta de jato inclinado, obtendo valor de 4,64 ng.cm⁻². Em relação ao

terço superior, não houve interação entre as pontas de pulverização e as taxas de aplicação. As pontas de jato inclinado e simples proporcionaram as maiores deposições de calda, independente da taxa de aplicação utilizada.

Tabela 2. Deposição de calda nos terços superior e médio da cultura da soja, em $\mu\text{g cm}^{-2}$, em função da ponta de pulverização e taxa de aplicação, Uberlândia – MG, 2020

Ponta de Pulverização	Terço Médio		Terço Superior		
	Taxa de Aplicação		Taxa de Aplicação		
	96 L ha ⁻¹	144 L ha ⁻¹	96 L ha ⁻¹	144 L ha ⁻¹	Média
Jato Duplo	4,65 Aa	2,89 Bb	8,33	8,13	8,23 B
Jato Inclinado	2,15 Bb	4,64 Aa	10,74	9,56	10,16 A
Jato Simples	3,68 ABa	4,06 ABa	11,79	9,7	10,74 A
Média	-	-	10,29 a	9,13 a	-

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Cunha et al. (2011), avaliando a aplicação de fungicidas em soja, também verificaram que não existe uma relação direta entre a taxa de aplicação e a deposição do produto no alvo, e fatores como arquitetura de planta, área foliar e características da pulverização influenciam no processo de retenção de calda pelo alvo.

Resultados distintos foram encontrados por Derksen e Sanderson (1996) que, ao avaliarem a influência da taxa de aplicação na deposição foliar de produtos fitossanitários, verificaram melhor cobertura e menores variações de deposição ao longo do dossel com o uso de maiores taxas.

Um dos principais fatores a serem considerados para se ter uma boa aplicação é o alvo. A deposição nas plantas pode ser influenciada por inúmeros fatores, como cerosidade e pilosidade das folhas que alteram o espalhamento foliar. Sendo assim, estudos para caracterizar os alvos para melhor adequação da tecnologia de aplicação devem ser realizados (LANDIM, 2018).

Berger-Neto et al. (2017) observaram que o aumento da taxa de aplicação proporciona maior deposição nos terços superior, médio e inferior, mas que esta alteração não traz melhorias no controle de *Phakopsora pachyrhizi*. Em outro estudo, Prado et al. (2015) não observaram diferença na deposição de calda nos diferentes terços, com taxas de 60, 110 e 160 L ha⁻¹ na cultura da soja.

Landim (2018) avaliou a deposição de calda no terço superior e médio da cultura da soja promovida pela aplicação do fungicida azoxistrobina+benzovindiflupir em diferentes taxas de aplicação associadas ou não a adjuvantes, e concluiu que o aumento da taxa de aplicação e o uso de óleo mineral proporcionaram maiores depósitos nos terços superior e médio e no terço superior, respectivamente.

Na Tabela 3, tem-se o índice relativo à homogeneidade do tamanho das gotas formadas pelas pontas de pulverização, dado pela amplitude relativa (SPAN). Este fator tem grande importância na tecnologia de aplicação, sendo que quanto menor o valor, mais homogêneo é o espectro de gotas. Espectro de gotas homogêneo tem valor de amplitude relativa tendendo a zero. Independente da ponta utilizada e da taxa de aplicação, não houve interação entre os fatores e alteração na uniformidade do tamanho das gotas, mas vale ressaltar que os valores encontrados demonstram um espectro de gotas uniforme.

Tabela 3. Amplitude relativa (SPAN) do espectro de gotas, nos terços superior e médio da cultura da soja, em função da ponta de pulverização e taxa de aplicação, Uberlândia – MG, 2020

Pontas de pulverização	Terço Médio			Terço Superior		
	Taxa de Aplicação			Taxa de Aplicação		
	96 L ha ⁻¹	144 L ha ⁻¹	Média	96 L ha ⁻¹	144 L ha ⁻¹	Média
Jato duplo	0,79	0,90	0,84	0,96	1,17	1,06
Jato inclinado	0,73	0,97	0,85	1,00	1,08	1,04
Jato simples	0,88	0,97	0,93	1,24	1,13	1,18
Média	0,80	0,95		1,07	1,12	

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em estudo realizado por Baio et al. (2015), os autores demonstraram que o comportamento da amplitude relativa sofre influência não só das pontas empregadas, mas também da interação com adjuvantes. No entanto, no presente trabalho o efeito das pontas não foi verificado.

Analisando-se os dados do DMV (Tabela 4), verifica-se que não houve interação entre pontas utilizadas e taxa de aplicação, mas o efeito das pontas foi significativo. O efeito da alteração dos valores do DMV verificado com o uso do papel sensível, que é um método prático para analisar a qualidade da aplicação, pode sofrer distorções,

principalmente devido a coalescência de gotas, formando manchas e distorcendo a estimativa de tamanho de gotas (FRITZ et al., 2009). Neste sentido, deve ser analisado com cautela.

Pode-se observar que as pontas de jato plano simples e jato plano inclinado geraram gotas de DMV semelhantes, enquanto a ponta de jato plano duplo gerou gotas de tamanho maior. Gotas de menor diâmetro possuem menor massa e estão mais sujeitas à ação do vento, pois o tamanho da gota influencia diretamente sua velocidade terminal, o conhecimento dessa relação é importante para prevenir o risco de deriva (LANDIM, 2018).

Tabela 4. Diâmetro da mediana volumétrica (DMV, μm), nos terços superior e médio da cultura da soja, em função da ponta de pulverização e taxa de aplicação, Uberlândia – MG, 2020

Pontas de pulverização	Terço Médio			Terço Superior		
	Taxa de Aplicação			Taxa de Aplicação		
	96 L/ha	144 L/ha	Média	96 L/ha	144 L/ha	Média
Jato duplo	322,97	375,01	348,99A	307,26	330,23	318,76A
Jato inclinado	230,31	212,85	221,58B	244,01	252,63	248,32B
Jato simples	227,11	217,88	222,50B	236,63	226,63	231,63B
Média	260,13 a	268,58 a		262,64a	269,83a	

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Entretanto, obtêm-se maior porcentagem de cobertura do alvo com um menor tamanho de gota. Cunha (2008) com o objetivo de determinar a distância horizontal teórica percorrida por gotas de tamanho conhecido, submetidas a diferentes alturas de lançamento e velocidades do vento, observou que nas condições avaliadas, a maior distância horizontal estimada possível de ser percorrida, que foi de 38,3 m, ocorreu para gotas de 40 μm .

De acordo com as condições locais de aplicação, é preciso conhecer o espectro das gotas pulverizadas, de forma a adequar o seu tamanho, garantindo, ao mesmo tempo, eficácia biológica e segurança ambiental. Vários pesquisadores consideram que gotas menores que 100 μm são facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (MURPHY et al., 2000; SUMNER, 1997; WOLF,

2000). De acordo com Zhu et al. (1994), gotas com diâmetro acima de 500 μm têm pouco problema de deriva e gotas abaixo de 50 μm , em geral, evaporam antes de atingir o solo.

4. CONCLUSÃO

A ponta de jato plano duplo promoveu o maior DMV. A uniformidade do tamanho de gotas não foi influenciada pelo modelo da ponta de pulverização.

No terço superior, pontas de jato plano inclinado e simples promoveram as maiores deposições de calda, independente da taxa de aplicação utilizada. No terço médio, houve interação entre pontas e taxas de aplicação.

REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U.R. Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. In: TOMQUELSKI, G.V. et al. (Eds.). **Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012**. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. Cap. 16, p. 113-139, 2012.
- BAIO, F. H. R.; GABRIEL, R. R. F.; CAMOLESE, H. da S. Alteração das propriedades físico-químicas na aplicação contendo adjuvantes. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, [S.I], v. 9, n. 2, 2015. p. 151-161.
- BECK, H. E. et al. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, n. 180214, p. 1–12, 2018.
- BERGER-NETO, A.; JACCOUD-FILHO, D. S.; WUTZKI, C. R.; TULLIO, H. E.; PIERRE, M. L. C.; MANFRON, F.; JUSTINO, A. Effect of spray droplet size, spray volume and fungicide on the control of white mold in soybeans. **Crop Protection**, v. 92, 2017. p. 190- 197. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.10.016>
- BOLLER, W.; RAETANO, C.G. Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulagens e calibração de pulverizadores de barras. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de Aplicação para Culturas Anuais**.1 ed. Passo fundo: Aldeia Norte, 2011. 51-65
- CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v.7 – safra 2019/20 – n.12 – décimo segundo levantamento, setembro 2020. Brasília: Conab, 2020, 68 p.3
- CUNHA, J. P. A. R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1616-1621, set./out., 2008.
- CUNHA, J. P. A. R.; FARNESE, A. C.; OLIVET, J. J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 343-351. 2011.
- DERKSEN, R. C.; SANDERSON, J. P. Volume, speed and distribution technique effects on poinsettia foliar deposit. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 39, n. 1, p. 5-9. 1996.
- FRITZ, B. K.; PARKER, J. D.; LÓPEZ JUNIOR, J. D.; HOFFMAN, W. C.; SCHLEIDER, P. Deposition and droplet sizing characterization of a laboratory spray table. **ASABE - Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, MI, v. 25, n. 2, 2009. p. 175-180.

DURÃO, C.F.; BOLLER, W. Spray nozzles performance in fungicides applications for Asian soybean rust control. **Engenharia Agrícola**, v.37, n.4, p. 709-716, 2017.

LANDIM, Thiago Nunes. **Adjuvantes e taxas de aplicação na pulverização de fungicida na cultura da soja**. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

MURPHY, S. D.; MILLER, P. C. H.; PARKIN, C. S. The effect of boom section and nozzle configuration on the risk of spray drift. **Journal of Agricultural Engineering Resource**, London, v. 75, p. 127-137, 2000.

NEGRISOLI, M. M. **Otimização da pulverização e controle de *Phakopsora pachyrhizi* na cultura da soja**. 103f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2018.

PRADO, E. P.; RAETANO, C. G.; DAL POGETTO, M. H. F. A.; COSTA, S. I. A.; CHRITOVAM, R. S. Taxa de aplicação de surfactante siliconado na deposição da 40 pulverização e controle da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, 2015. p. 514-527.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2019.

SUMNER, P. E. **Reducing spray drift**. Georgia: University of Georgia, 1997. 11 p.

WOLF, R. E. **Strategies to reduce spray drift**. Kansas: Kansas State University, 2000. 4 p. (Application Technology Series).

ZHU, H.; REICHARD, D. L.; FOX, R. D.; BRAZEE, R. D.; OZKAN, H. E. Simulation of drift of discrete sizes of water droplets from field sprayers. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 37, n. 5, p. 1401-1407, 1994.