

Caracterização das gotas com utilização de adjuvante com ponta de baixa vazão

Thiago Alberto Trentin ^{1*}; Evandro Luiz Nogarolli¹; Eloir José Assmann¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}trentin_thiago@hotmail.com

Resumo: A tecnologia de aplicação de produtos agroquímicos, assim como, a metodologia e a otimização da pulverização deve estar fundamentada no tripé que abrange a qualidade do produto, além do modo e o momento correto da aplicação. Objetivou-se, através do presente trabalho comparar a eficiência da ponta de baixa vazão na aplicação com e sem o uso de adjuvantes em três diferentes doses. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2019/2020 em lavoura comercial no município de Santa Tereza do Oeste, estado do Paraná. O experimento foi conduzido na cultura da soja com cultivar de porte baixo, semeada na segunda quinzena de outubro de 2019. O delineamento experimental foi em blocos ao caso (DBC) em arranjo fatorial 3x2, sendo três volumes de calda (40; 60 e 80 L ha⁻¹) com e sem adjuvante. A ponta utilizada foi cone vazio (Magno Jet). Os parâmetros avaliados foram cobertura, percentagem, densidade de gotas, amplitude e coeficiente de dispersão. Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA e as médias avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. De acordo com os resultados obtidos e nas condições que este experimento foi conduzido, conclui-se que os diferentes volumes de caldas e pontas de cone vazio influenciaram significativamente os parâmetros cobertura, densidade e dispersão de gotas.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, eficiência de aplicação, uniformidade de deposição.

Droplet characterization using low flow tip adjuvant

Abstract: The technology of application of agrochemical products, as well as the methodology and the optimization of the spraying must be based on the tripod that covers the quality of the product, in addition to the correct mode and timing of the application. The objective of this study was to compare the efficiency of the low flow tip in the application with and without the use of adjuvants in three different doses. The experiment was carried out in the agricultural year 2019/2020 in a commercial field in the municipality of Santa Tereza do Oeste, state of Paraná. The experiment was carried out on soybean with a small cultivar, sown in the second half of October 2019. The experimental design was in blocks to the case (DBC) in a 3x2 factorial arrangement, with three volumes of syrup (40; 60 and 80 L ha⁻¹) with and without adjuvant. The tip used was an empty cone (Magno Jet). The parameters evaluated were coverage, percentage, droplet density, amplitude and dispersion coefficient. The data were submitted to ANOVA analysis of variance and the averages evaluated by the Tukey test at 5% probability. According to the results obtained and under the conditions that this experiment was conducted, it was concluded that the different volumes of syrups and empty cone tips significantly influenced the parameters cover, density and dispersion of drops.

Keywords: Application technology, application efficiency, uniformity of deposition.

Introdução

A pulverização é, sem dúvida, a operação que mais acontece no campo. No Brasil em especial pela utilização do solo com diversos cultivos anuais. Entre todos os componentes que formam o pulverizador, chama atenção especial a qualidade das pontas, que pelo processo de pulverização sofrem desgastes que podem ocasionar perdas financeiras significativas para o produtor, além de possíveis danos ao meio ambiente.

Desta maneira, no que se refere à tecnologia de aplicação de produtos agroquímicos, a metodologia e a otimização da pulverização deve estar fundamentada no tripé que abrange a qualidade do produto, o modo e o momento correto da aplicação. Outros fatores também se configuram como importantes para a qualidade do resultado final da aplicação, tais como o clima, o hospedeiro, o alvo biológico, o ingrediente ativo e a forma de preparação do agroquímico (MATTHEWS, 2008).

De acordo com Baesso *et al.* (2014), ressaltam que a qualidade de uma aplicação de produtos agroquímicos é analisada pela deposição, cobertura, deriva e eficácia do controle desejado. No entanto, vários fatores interferem no processo e no tamanho das gotas utilizadas, sendo estes de fundamental importância na garantia da eficiência ou no fracasso da aplicação. Os autores enfatizam que quando as gotas são pequenas consegue-se uma maior cobertura superficial e desta maneira há uma melhor uniformidade de distribuição da calda. No entanto, pode ocorrer a evaporação quando há baixa umidade relativa do ar, ou ainda as gotas podem ser levadas pela corrente de ar. No caso de gotas grandes serem depositadas, estas podem escorrer da superfície da folha, antes mesmo do produto ser absorvido pelo alvo pretendido.

Desta forma, o objetivo da tecnologia de aplicação de agrotóxicos é depositar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo desejado, buscando sempre a máxima eficiência e econômica possível, afetando ao mínimo o meio ambiente (MATTHEWS, 2002). Assim, observa-se que pulverizações, com pontas e volumes de calda inadequados, podem ser grandes causadores de perdas no rendimento da cultura da soja (EMBRAPA, 2004).

No entanto, durante a realização de controle químico de pragas, doenças e plantas daninhas na maioria das vezes é dada grande importância ao produto fitossanitário e quase nenhuma atenção a técnica de aplicação. Desta maneira, uma das consequências que se observam é a perda da eficácia, ou até mesmo o fracasso total do tratamento por meio do uso de superdosagens ou até subdosagens, que muitas vezes causam a perda da produção e causam danos tanto ao meio ambiente quanto a saúde humana (CUNHA; RUAS, 2006).

De acordo com Scherma *et al.* (2009), um dos exemplos clássicos da grande necessidade da eficiência da aplicação de produtos agroquímicos está demonstrado no

controle químico da ferrugem asiática da soja (*Glycine max* L. Merrill), que tem como agente causal o fungo *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow Sydow. Bueno *et al.* (2011) enfatizam em seu estudo a necessidade e importância do controle da ferrugem, pois esta pode causar enormes prejuízos na produtividade desejada pelo produtor. Assim neste processo, frequentemente é dado ênfase no produto a ser utilizado no controle e pouca na forma de deposição.

Segundo Tormen *et al.* (2012), para que haja o sucesso do controle químico da ferrugem asiática é fundamental que a deposição do produto seja feita de maneira precisa, utilizando-se de tecnologia de aplicação. Entretanto, os autores ressaltam que atualmente a quantidade de princípio ativo que atinge os alvos é muito menor do que a aplicada. Os autores observam ainda que o transporte do ingrediente ativo para o interior do dossel das plantas é o princípio básico para que haja um controle eficiente tanto de pragas quanto das doenças. Principalmente, a medida que se avança o ciclo da cultura, para que desta forma se atinja as camadas inferiores do dossel sendo um dos maiores desafios da tecnologia de aplicação. Assim na ferrugem asiática a penetração das gotas no dossel da soja é fundamental nas folhas baixas.

As pontas de pulverização se configuram como um dos itens imprescindíveis na eficiência da pulverização de agroquímicos (SIDAHMED, 1998).

No entanto, é necessário que se considere também na aplicação correta dos agroquímicos o uso dos adjuvantes. Segundo Hess (1997), os óleos emulsionáveis utilizados como adjuvantes contêm 80 a 98% de óleo não-fitotóxico e 2 a 20% de surfactante e, nessa formulação, podem aumentar a absorção de herbicidas lipofílicos, comparados com a utilização do surfactante sozinho.

Objetivou-se, através do presente trabalho comparar a eficiência da ponta de baixa vazão na aplicação com e sem o uso de adjuvantes em três diferentes doses.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2019/2020, em lavoura comercial situada no município de Santa Tereza do Oeste, estado do Paraná, com altitude média de 690 metros, latitude -24593784 e longitude 53404213. A temperatura média do município é de 22°C, com picos de -01°C a 43°C. A umidade relativa do ar tem índice médio de 68% e a precipitação média anual é de 121 mm (IAPAR, 2019).

O experimento foi conduzido na cultura da soja, cuja semeadura ocorreu na segunda quinzena de outubro de 2019, no espaçamento de 0,45 m e densidade de 14 plantas por metro.

O delineamento experimental usado foi em blocos ao caso (DBC) em arranjo fatorial 3x2, sendo três volumes de calda com e sem adjuvante, conforme exposto na tabela 1. Sendo assim, seis tratamentos com dois blocos, totalizando 48 parcelas de 2,0 m x 3,5 m, com área experimental de 252 m².

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos, com os produtos aplicados e respectivas vazões.

Tratamentos	Produto Aplicado	Vazão (L ha ⁻¹)
T1	Adjuvante a 0,1%	40
T2	Adjuvante a 0,1%	60
T3	Adjuvante a 0,1%	80
T4	Água	40
T5	Água	60
T6	Água	80

Fonte: o autor (2019).

A aplicação foi realizada no período da manhã com temperatura média de 24°C, umidade relativa média do ar de 58% e velocidade do vento de 8 a 12 km h⁻¹, apresentando boas condições para aplicação. A aplicação foi realizada manualmente através de pulverizador costal de CO₂, nas vazões apresentadas na tabela 1, utilizando pontas de pulverização de baixa vazão e cone vazio (modelo *Magno Jet*). O distanciamento entre as pontas foi de 0,50 m utilizando quatro pontas na barra, levando uma faixa de 2 x 4 m cada parcela com pressão bar de 2,5 e angulação de 60°.

Os parâmetros foram avaliados em três linhas centrais em cada parcela através de papel hidrossensível, fixado em suportes posicionando o papel a 50 cm de altura, em 3 amostragens por repetição.

Os parâmetros avaliados foram cobertura (percentagem), densidade (gotas cm²⁻¹), amplitude e coeficiente de dispersão avaliados através do sistema DropScan® (LEON SISTEMAS DIGITAIS, 2019).

O DropScan® é uma ferramenta portátil que auxilia na análise de aplicação de produtos, através da leitura de papéis hidrossensíveis, detectando gotas acima de 35 micrômetros, podendo apresentar uma taxa de erro de ±3%. A ferramenta apresenta os resultados em 20 segundos. (LEON SISTEMAS DIGITAIS, 2019).

Os resultados obtidos nesse experimento foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas no teste de Tukey com 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2010).

Resultados e Discussão

O teste de Shapiro-Wilk apresentou normalidade para todos os parâmetros avaliados.

De acordo com os resultados indicados na tabela 2, observa-se que houve diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey para o parâmetro cobertura (%), quando avaliados os diferentes tratamentos.

Tabela 2 – Resultados do parâmetro cobertura (expressos em %) nos diferentes tratamentos quando combinados em diferentes vazões.

Produto Aplicado	Vazão (L ha ⁻¹)		
	40	60	80
Adjuvante	6,37 bA	6,00 bA	7,50 bA
Água	16,87 aB	12,00 aB	21,75 aA
F	*		
CV (%)	46,14		
dms (coluna)	5,4699		
dms (linha)	6,5874		

F*: significativo a 5% pelo teste de Tukey; CV: coeficiente de variação; dms: diferença mínima significativa. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% de significância.

Independente da utilização do adjuvante em diferentes vazões, os resultados indicaram que não houve variabilidade no percentual de cobertura. Entretanto, quando utilizado apenas a água, a cobertura foi maior na vazão de 80 L ha⁻¹. Para todas as vazões estudadas, os resultados quando utilizado água apresentaram maior percentual de cobertura (Tabela 2).

Estes resultados divergem dos resultados observados no trabalho realizado por Silva *et al.* (2019), com o objetivo de avaliar as variáveis pontas de pulverização e adjuvantes na deposição de fungicida em papéis hidrossensíveis posicionados nos terços médio e inferior da cultura da soja. Os autores observaram que as deposições de gotas nos papéis tiveram interação significativa entre os adjuvantes testados e as pontas de pulverização.

Por outro lado, os resultados obtidos neste estudo são semelhantes aos resultados encontrados por Gaion; Lasmar; Ferreira (2015), que avaliando o efeito da adição de adjuvantes à calda de pulverização sobre a tensão superficial, o ângulo de contato, depósito e retenção de calda de fungicida em plantas de citros sob condições artificiais de chuva, os autores observaram que a adição de adjuvantes a calda de pulverização diminuiu a tensão superficial do adjuvante, no entanto esses resultados não foram significativos diante dos tratamentos avaliados, exceto quando comparados a testemunha (água).

Neste sentido Maciel *et al.* (2011) enfatizam a importância de se usar o adjuvante no tanque com produtos agroquímicos, pois este reduz a tensão superficial das gotas pulverizadas, contribuindo para a absorção do ingrediente ativo aplicado. Os autores

ressaltam ainda a necessidade de se usar pontas de pulverização adequadas aos produtos usados pois desta maneira é possível obter sucesso na chegada das gotas nas plantas de soja principalmente nas folhas do terço inferior.

Resultados semelhantes à percentagem de densidade foram observados quando avaliado a densidade (gotas cm²), como indicado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados de densidade (expressos em gotas cm²) nos diferentes tratamentos quando combinados em diferentes vazões.

Produto Aplicado	Vazão (L ha ⁻¹)		
	40	60	80
Adjuvante	45,37 bA	34,50 bA	39,75 bA
Água	66,25 aB	59,50 aB	85,00 aA
F	*		
CV	31,85		
dms (coluna)	17,6954		
dms (linha)	21,3105		

F*: significativo a 5% pelo teste de Tukey; CV: coeficiente de variação; dms: diferença mínima significativa. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% de significância.

A quantidade de gotas por cm² foi maior quando foi utilizado água, na vazão de 80 L ha⁻¹.

Os resultados obtidos neste trabalho vão de encontro aos observados por Braun *et al.* (2014), avaliando a qualidade da aplicação com volume de aplicação de 60 e 170 l ha⁻¹, puderam observar em seus resultados que o volume de 170 l ha⁻¹ teve os melhores resultados na quantidade de gotas por cm², sendo mais eficiente também para cobertura e uniformidade de deposição de produtos. Neste sentido Costa *et al.* (2011) ressaltam que a eficiência de um tratamento fitossanitário não está apenas relacionada com a quantidade de produto ativo que é depositado no alvo em questão, mas está também relacionado a uniformidade da distribuição do produto agroquímico sobre a superfície do alvo.

Os resultados do presente estudo divergem dos resultados obtidos no trabalho realizado por Almeida (2014), que com o objetivo de avaliar a influência das classes de gotas e volumes de aplicação de agroquímicos (50, 100, 150 e 200 L ha⁻¹) no controle de plantas daninhas, observou em seus resultados que comparando a densidade de gotas entre os volumes, ocorreu um incremento de 133 e 94 gotas por cm², conforme se aumentou o volume de calda. O autor enfatizou que ocorreu uma maior densidade de gotas independente da ação do adjuvante, que pode ser explicada pela deriva que ocorreu em maiores volumes de vazão.

De acordo com os resultados indicados para a avaliação da amplitude de dispersão, representado pela variação de tamanho de gotas, observou-se que não houve diferença significativa nas diferentes vazões, independente da ação do adjuvante.

Tabela 4 – Resultados do parâmetro amplitude de dispersão nos diferentes tratamentos quando combinados em diferentes vazões.

Produto Aplicado	Vazão (L ha ⁻¹)		
	40	60	80
Adjuvante	0,82aB	0,99aB	0,79aB
Água	1,08aB	0,83aB	0,93aB
F	n.s		
CV	38,61		
dms (coluna)	0,3544		
dms (linha)	0,4268		

F n.s: significativo a 5% pelo teste de Tukey; CV: coeficiente de variação; dms: diferença mínima significativa.

Estes resultados são semelhantes ao observados por Araújo *et al.*, (2019), que avaliando a qualidade de calda na aplicação utilizando um adjuvante na cultura do arroz, observaram que não houve diferença significativa para amplitude relativa nos diferentes tratamentos testados. Os autores enfatizaram ainda que quanto maior o valor da amplitude relativa, maior será a diferença entre o tamanho das gotas pulverizadas, desta maneira, em um espectro de gotas homogêneo o valor de amplitude relativa apresentará tendência a zero. Viana *et al.* (2010) ressaltam que a amplitude relativa (AR) com diâmetros menores que 100 µm se configuram como um dos principais parâmetros para determinação da população de gotas.

O coeficiente de dispersão expressa a uniformidade de um conjunto de gotas, resultado da relação entre o diâmetro mediano volumétrico (DMV) e o diâmetro mediano numérico (DMN) (EMBRAPA, 2009), que de acordo com os resultados obtidos nesse experimento indicou que houve diferença apenas quando avaliado na vazão de 60 L ha⁻¹ apresentando uma melhor uniformidade quando utilizado apenas água (Tabela 5).

Os resultados obtidos no coeficiente de dispersão demonstraram que as menores médias para a variável foram observadas nos tratamentos de diferentes vazões utilizando adjuvantes, e vão de encontro ao que Cunha e Peres (2010), enfatizaram em seu trabalho com o objetivo de avaliar o controle químico de ferrugem asiática na soja com diferentes pontas de pulverização, volumes e adição de adjuvantes a calda. Os autores observaram nos seus resultados que o comportamento em relação à qualidade da aplicação dos produtos agroquímicos teve variação principalmente em razão da ponta empregada no estudo. Os autores ressaltaram que o uso de adjuvantes a caldas de agroquímicos atuam de diferentes

maneiras entre si, atuando na promoção de melhora no molhamento, assim como na aderência, no espalhamento, na dispersão da calda e na redução de espuma.

Tabela 5 – Resultados do parâmetro coeficiente de dispersão nos diferentes tratamentos quando combinados em diferentes vazões.

Produto Aplicado	Vazão (L ha ⁻¹)		
	40	60	80
Adjuvante	1,71 aB	1,43 Ab	1,64 aB
Água	1,72 aB	1,90 aB	1,84 aB
F	*		
CV	15,72		
dms (coluna)	0,2712		
dms (linha)	0,3266		

F*: significativo a 5% pelo teste de Tukey; CV: coeficiente de variação; dms: diferença mínima significativa. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de significância.

Neste sentido, os resultados obtidos para o coeficiente de dispersão podem ser explicados pelos bicos utilizados neste estudo e vão de encontro ao observado por Gitirana Neto *et al.* (2015) que observaram que houve uma menor deposição de agroquímicos nas folhas superiores, devido a serem alvos mais distantes do ponto de lançamento das gotas, ao contrário do terço inferior, que tem maior exposição aos bicos do equipamento.

O trabalho realizado por Silva, Cunha e Nomelini (2014), analisando a deposição de calda pulverizada na folhagem do cafeeiro e a perda para o solo, proporcionada pela aplicação com diferentes taxas e pontas de pulverização, puderam observar que utilizando pontas com indução de ar, foi semelhante à do uso de pontas tipo jato cônico vazio no controle de diversas pragas da macieira, com volume de calda entre 300 e 600 L ha⁻¹.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos e nas condições que este experimento foi conduzido, conclui-se que os diferentes volumes de caldas e pontas de cone vazio influenciaram significativamente os parâmetros cobertura, densidade e dispersão de gotas nos tratamentos com adjuvantes comparados a testemunha.

Referências

ALMEIDA, D. P. **Tecnologia de aplicação de herbicidas na dessecação de coberturas vegetais**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Goiás – UFG, Jataí. 2014. 53f.

ARAÚJO, R. F. A.; CARMO, E. G.; PELEGRIN, J. H. B., MACHADO, T. M. Aplicação de defensivo agrícola com adjuvante a base de óleo vegetal de algodão. In: IX Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação. **Anais...** Campo Grande. 2019.

BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; RUAS, R. A. A.; BAESSO, R. C. E. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 780-785, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461000003>.

BRAUN, M.; PINTO, T. C.; BIER, V. A.; MAGGI, M. F. Comparação de pulverização de baixa (60 L h^{-1}) com alta vazão (170 L ha^{-1}) em pulverização de barras. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 3, n. 3, p. 11-22, 2014.

BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Estudo do espectro de gotas produzidas nas pulverizações aérea e terrestre na cultura da batata. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 54, n. 3, p. 225-234, 2011.

COSTA, A. C. P.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; PEREIRA, M. R. R.; SILVA, J. I. C. Desempenho de pontas de pulverização na deposição de gotas de pulverização na cultura do amendoim. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. Suplp, p. 1745–1758, 2011.

CUNHA, J. P. A. R.; PERES, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010.

CUNHA, J. P. A. R.; RUAS, R. A. A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1, p.61-66, 2006.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Aspectos fundamentais sobre a tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Londrina: Embrapa Soja, 2009.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

FERREIRA, D. F. Sistema de análises estatísticas - Sisvar 5.6. **Lavras: Universidade Federal de Lavras**, 2011.

GAION, L. A.; LASMAR, O.; FERREIRA, M. C. Efeito da adição de adjuvantes à calda com fungicida em plantas de citros sob chuva artificial. **Citrus Research & Technology**, v. 36, n. 2, p. 59-67, 2015.

GITIRANA NETO, J.; CUNHA, J. P. A. R.; ALMEIDA, V. V.; ALVES, G. S. Spray deposition on coffee leaves from airblast sprayers with and without electrostatic charge. **Biosci. J.**, v. 31, n. 5, p. 1296-1303, 2015.

HESS, F. D. Adjuvants. In: Herbicide Action Course, West Lafayette. **West Lafayette: Purdue University**, p.38-61, 1997.

IAPAR – INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANÁ. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina (PR): Instituto Agrônômico do Paraná, 2019. 210 p. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/AtlasClimaticoPR.pdf> Acesso em: 26 out. 2019.

LEON SISTEMAS INTEGRADOS. **DropScan**. 2019. Disponível em: <<http://www.dropscan.com.br/index.html>>. Acesso em: 06 jun. 2020.

MACIEL, C. D. G.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. Eficiência e qualidade da aplicação de misturas em tanque com adjuvantes na dessecação de corda-de-violão. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.4, p.704-715, 2011.

MATTHEWS, G. A. Development in application technology. **Environmentalist**, Paris, v. 28, n. 1, p. 19-24, 2008.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. **Plant pathologist's pocketbook**. London: CAB. p.345-353, 2002.

SCHERMA, H.; CHRISTIANO, R. S. C.; ESKER, P. D.; DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V. Quantitative review of fungicide efficacy trials for managing soybean rust in Brazil. **Crop Protection**, London, v. 28, n. 9, p. 774-782, 2009.

SIDAHMED, M. M. Analytical comparison of force and energy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles. **Transactions of the ASAE**, v. 41, n. 3, p. 531-536, 1998.

SILVA, A. A. P.; TORELLI, R. G.; CARVALHO, M. G.; MACIEL, C. D. G.; MEERT, L.; GLUCHAK, J. P. Análise da deposição de gotas em papéis hidrossensíveis na cultura da soja com adjuvantes e pontas de pulverização. In: IX Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação. **Anais...** Campo Grande. 2019.

SILVA, J. E. R.; CUNHA, J. P. A. R.; NOMELINI, Q. S. S. Deposição de calda em folhas de cafeeiro e perdas para o solo com diferentes taxas de aplicação e pontas de pulverização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 12, p. 1302-1306, 2014.

TORMEN, N. R.; SILVA, F. D. L.; DEBORTOLI, M. P.; UEBEL, J. D.; FÁVERA, D. D.; BALARDIN, R. S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 802-808, jul. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662012000700015>.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L. Volumetric distribution and droplet spectrum by low drift spray nozzles. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.