INFLUÊNCIA DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E ADJUVANTE NA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE FITOSSANITÁRIOS NA CULTURA DO FEIJOEIRO

Giovana Cunha¹, Carlos Alberto Alves de Oliveira², Thales Cassemiro Alves³, Leomar Paulo de Lima⁴, João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha⁵

¹Bacharel em Agronomia/Instituto Federal do Triângulo Mineiro-IFTM, Uberlândia-MG, Brasil. E-mail: giovanacunha296@gmail.com

²Professor Doutor/IFTM, Uberlândia-MG, Brasil.

³Doutor em Agronomia/Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Uberlândia-MG, Brasil.

⁴Doutor em Agronomia/IFTM, Uberlândia-MG, Brasil.

⁵Professor Doutor/UFU, Uberlândia-MG, Brasil.

Recebido em: 15/11/2020 – Aprovado em: 15/12/2020 – Publicado em: 30/12/2020
DOI: 10.18677/EnciBio_2020D16

RESUMO

O uso inadequado da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários pode causar sérios riscos de contaminação ambiental, além de prejudicar o manejo fitossanitário. A utilização de adjuvantes e pontas de pulverização adequadas pode ser uma alternativa eficiente para contornar essa situação. Diante disso, o objetivo do trabalho foi estudar a deposição de calda em folhas do dossel do feijoeiro (*P. vulgaris* L.) e as perdas para o solo proporcionada pela aplicação terrestre em diferentes condições operacionais. Objetivou-se também avaliar o espectro de gotas gerado no momento da pulverização. O ensaio de deposição foi realizado na Fazenda Experimental Sobradinho, com a cultivar BRS-FC402, em março de 2019. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições; em modelo fatorial 2x2 (duas pontas de pulverização, sendo jato plano e jato cônico cheio, e solução de pulverização com e sem um adjuvante multifuncional). Adicionou-se à calda o marcador Azul Brilhante para ser detectado por espectrofotometria. Adicionalmente, avaliou-se o espectro de gotas, através de papéis hidrossensíveis. Concluiu-se que o uso da ponta de jato plano, na ausência de adjuvante, resultou em maior deposição de calda, nas folhas da metade superior das plantas de feijão. A adição do adjuvante à calda de pulverização, de forma geral, melhorou a deposição do traçador na metade superior da cultura, além de aumentar o diâmetro da mediana volumétrica das gotas. As gotas formadas nas aplicações com a ponta de jato cônico mostraram-se mais sujeitas à deriva, especialmente quando não ocorreu a adição do adjuvante à calda de pulverização.

PALAVRAS-CHAVE: adjuvantes, *Phaseolus vulgaris* L., pontas de pulverização

EFFECT OF SPRAY NOZZLES AND ADJUVANT IN THE PESTICIDES APPLICATION TECHNOLOGY ON BEAN CROP

ABSTRACT

Improper use of the application of pesticides technology can cause serious risks of environmental contamination and harm the phytosanitary management. The use of adjuvants and spray nozzles have been efficient technical parameters, to overcome this situation. Therefore, the objective of the study was to spray deposition on bean leaves canopy (*Phaseolus vulgaris* L.) and losses to the ground provided by the terrestrial application under different operating conditions. The objective was also to evaluate the spectrum of droplets generated at the moment of spraying. The deposition test was conducted at the Experimental Farm Sobradinho, with BRS-FC402, in March 2019. The experiment was conducted in a randomized block design with five repetitions: factorial model 2x2 (two spray tips, flat fan and full cone, and spray solution with and without a multifunctional adjuvant). The Brilliant Blue marker was added to the spray liquid to be detected by spectrophotometry. In addition, it was evaluated the spectrum of droplets through water sensitive paper. It was concluded that the flat-fan nozzles, without the adjuvant, resulted in higher spray deposition on leaves in the upper half of the bean plants. The addition of the adjuvant to the spray solution, in general, improved deposition in the upper part of the canopy, in addition to increase the volumetric median diameter. The droplets formed in the applications with cone jet are more prone to drift, especially when there is no addition of the adjuvant to the spray solution.

KEYWORDS: adjuvants, *Phaseolus vulgaris* L., spray nozzles.

INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) ocupa posição de destaque no cenário agrícola brasileiro. O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de feijão-comum (COELHO, 2019). Este, por sua vez, é amplamente cultivado em todo o território brasileiro, em dois sistemas: solteiro ou consorciado a outras culturas, e distribuída em três safras ao longo do ano (LIMA et al., 2020). Esse grão típico amplamente consumido na culinária brasileira é considerado um dos mais importantes alimentos na dieta humana. Destaca-se por ser uma importante fonte de proteína, vitaminas do complexo B e sais minerais, ferro, cálcio e fósforo (COELHO, 2018; FRASCA et al., 2020).

Estima-se para a safra 2019/20 um crescimento na produção brasileira de grãos, em relação a 2018/19. O indicativo é de um volume total na ordem de 246,6 milhões de toneladas, sinalizando incremento de 19% em relação a temporada passada, dos quais, a soja (121,1 mil t), milho (70.9 mil t), arroz (10.5 mil t), trigo (5.2 mil t) e o feijão (3.280,2 mil t), sendo estes os principais responsáveis pelo incremento na produção de grãos (CONAB, 2019).

O feijoeiro-comum tem grande importância econômica e social na região central brasileira (FERNANDES et al., 2020). O Estado do Paraná se destaca como o segundo maior produtor de feijão-comum, sendo responsável pela produção estimada de 446,5 mil toneladas do grão na safra 2019/20, atrás apenas do Estado de Minas Gerais, com 547,9 mil toneladas (CONAB, 2019).

Durante o ciclo produtivo, a deposição do ingrediente ativo dos produtos

fitossanitários no interior do dossel das culturas anuais é uma condição básica para o controle efetivo de pragas e doenças. No entanto, à medida que o ciclo da cultura progride, e atinge os vários estratos da planta de forma eficiente se torna um desafio cada vez maior (GRIESANG et al., 2018). O momento da aplicação é importante para a deposição dos produtos fitossanitários nos distintos alvos biológicos (BERGER-NETO et al., 2017).

Algumas tecnologias têm sido pesquisadas e incorporadas às pulverizações agrícolas, visando auxiliar na aplicação correta de produtos fitossanitários (FRANÇA et al., 2017). Dentre estas, tem-se ressaltado o uso de adjuvantes agrícolas (GITIRANA NETO et al., 2016). Esses produtos alteram as características físico-químicas da calda, principalmente a viscosidade e tensão superficial (TOTOLI et al., 2016; CUNHA et al., 2017). Isso modifica, por consequência, o espectro de gotas geradas na pulverização, aumentando o diâmetro das gotas e reduzindo a deriva.

Diversos estudos atestam que, para uma distribuição de forma homogênea da calda de pulverização, em culturas com dossel foliar denso, como é o caso das culturas da soja e do feijão em estádios vegetativos avançados, é necessário o uso de pontas hidráulicas que promovam gotas de menor tamanho, nas quais, a penetração e a cobertura dos alvos são essenciais para um bom manejo fitossanitário (GRIESANG et al., 2018). Contudo, essa afirmação deve ser feita com o devido cuidado em função do risco da deriva.

Dentre os distintos modelos de pontas que produzem espectro de gotas classificadas como finas, dependendo das condições climáticas, vários podem atender perfeitamente a demanda por penetração e cobertura do alvo. Porém, essas gotas tornam-se mais sujeitas às perdas, podendo evaporar ou serem carreadas pelo vento, ocasionando menor deposição (BUENO et al., 2016). Já as pontas que produzem gotas maiores, classificadas como grossas ou muito grossas, podem reduzir significativamente as perdas por deriva. No entanto, as mesmas resultam em penetração e cobertura deficitárias (FERGUSON et al., 2016). Ambos os casos podem comprometer o efeito biológico devido à falta de qualidade do depósito e cobertura (CUNHA et al., 2014; BERGER-NETO et al., 2017).

Segundo Carvalho (2014), no baixeiro do feijoeiro, a cobertura promovida pela ponta de jato plano simples (XP) foi maior em relação às demais pontas (jato cônico, jato cônico com indução de ar, jato plano com indução de ar e jato plano duplo), todas da marca Micron, sendo uma possível vantagem no controle das doenças na metade inferior do dossel da cultura. Carvalho (2014) observou também, que as pontas de jato cônico (HB) e plano plano simples (XP) proporcionaram maior cobertura nos distintos extratos da planta.-

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência na deposição de calda utilizando diferentes pontas de pulverização e adjuvante na tecnologia de aplicação no manejo fitossanitário na cultura do feijão (*P. vulgaris* L.) e as perdas para o solo proporcionada pela aplicação terrestre em diferentes condições operacionais. Objetivou-se também avaliar o espectro de gotas gerado no momento da pulverização, através do uso de diferentes pontas de pulverização, com e sem adjuvante, na cultura do feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Sobradinho, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), no Município de Uberlândia - MG, na região do Cerrado Mineiro. A área agrícola possui uma altitude de 660 metros, com coordenadas geográficas 18°45'53"S de latitude e 48°17'20"O de longitude. Segundo a classificação de Kppen e Geiger, o clima da região é do tipo Cwa. O solo apresenta topografia levemente ondulada, de textura argilosa e classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.

Implantou-se o experimento com a cultivar de feijão BRS FC402 do grupo carioca, semeado em linhas de cultivo espaçadas por 0,5 m e densidade populacional de 240.000 plantas ha⁻¹. Na semeadura, realizou-se uma adubação, localizada na linha de cultivo, do formulado NPK 04-14-08 na dose de 303 kg ha⁻¹, de acordo com a fertilidade pré-amostrada do solo e a exigência da cultura. Os demais tratos culturais foram o controle manual de plantas daninhas.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas, sendo que cada parcela foi constituída de 25 m², sendo cinco linhas de plantas com 5,0 m de comprimento cada. Como parcela útil foram consideradas as três linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 2, sendo o primeiro fator pontas hidráulicas de pulverização e o segundo presença ou ausência de um adjuvante multifuncional (TA-35, Inquima[®]). A taxa de aplicação utilizada foi de 100 L ha⁻¹. O quadro 1 descreve os tratamentos avaliados.

QUADRO 1- Descrição dos tratamentos avaliados na tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários no feijoeiro. Uberlândia, 2019.

Tratamento	Ponta de Pulverização	Adjuvante
1	JTT11002 (Jato plano defletor)	Presença
2	JTT11002 (Jato plano defletor)	Ausência
3	JFC80015 (Jato cônico cheio)	Presença
4	JFC80015 (Jato cônico cheio)	Ausência

Para a aplicação dos tratamentos, utilizou-se um pulverizador costal acionado por pressão constante (CO₂), com quatro pontas espaçadas entre si por 0,5 m. Com o objetivo de obter as vazões necessárias nos tratamentos (0,625 L min⁻¹), ajustes na pressão foram feitos para obter a taxa de aplicação desejada, variando de 197,95 a 335,91 kPa, nas pontas JFC80015 e JTT11002, respectivamente. Foi empregada uma velocidade de trabalho de 7,5 km h⁻¹ em todos os tratamentos, o que se mostrou compatível com a área do ensaio.

A aplicação dos tratamentos ocorreu aos 60 dias após a emergência da cultura (DAE), quando se encontrava em estágio reprodutivo R7, formação das primeiras vagens. As condições meteorológicas durante as aplicações foram monitoradas por meio de um termo-higro-anemômetro digital (Destrele® 4000, Minneapolis, MN, USA). A temperatura durante as aplicações variou de 25,3 a 31,1 °C; a umidade relativa variou de 63 a 75,6%; e a velocidade do vento, entre 3 e 6 km h⁻¹.

Análise do espectro de gotas e da deposição

Adicionalmente, avaliou-se o espectro de gotas pulverizadas pelas pontas empregadas, através de papéis hidrossensíveis com dimensões de 76 x 26 mm (Syngenta, Basel, Suíça). Antes da pulverização, foram afixados dois papéis hidrossensíveis em hastes com presilhas, por parcela experimental, em duas alturas: metade superior (50 cm) e inferior (15 cm), respectivamente, em posição horizontal e voltados para cima. Em laboratório, os papéis foram digitalizados com um *scanner* (resolução espacial de 1200 dpi não interpolados, com cores em 24 bits) e analisados no software DropScope®, versão 2016.1124.1, específico para essa finalidade. Determinou-se o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a amplitude relativa (AR), porcentagem do volume de gotas com diâmetro inferior a 100 μm ($D_v < 100$), área de cobertura (%) e densidade de gotas (número de gotas cm^{-2}).

Para avaliar a deposição de calda nas plantas de feijão e perdas para o solo, adicionou-se à calda de aplicação o marcador Azul Brilhante (Duas Rodas, Jaraguá do Sul, Brasil) na dose de 400 g ha^{-1} , fixo para todos os tratamentos, o qual foi detectado por absorvância em espectrofotometria.

Para a avaliação da deposição, coletaram-se dez folhas em dois pontos (metade superior e inferior), nas duas linhas centrais que formavam as ruas, da parcela útil, sendo amostradas de forma casualizada. Nesses pontos, as folhas foram coletadas da seguinte forma: na parte superior, escolheram-se os trifólios superiores. Já em relação à parte inferior, recolheram-se aqueles trifólios posicionados entre 15 a 20 cm. A fim de verificar as perdas de calda para o solo na unidade experimental, colocou-se no chão, sob a copa das plantas de feijão, um conjunto de placas de Petri compostas por capa e fundo. O fundo do conjunto, com 149,57 cm^2 , e a capa, com 169,72 cm^2 , foram dispostos de forma aleatória na área útil das parcelas. Após a passagem da barra de pulverização, foram recolhidas e acondicionadas em sacos plásticos, armazenadas em caixa térmicas para posterior quantificação do marcador.

As análises laboratoriais de deposição foram feitas no Laboratório de Mecanização Agrícola (LAMEC), pertencente à Universidade Federal de Uberlândia – UFU, na cidade de Uberlândia, MG. Para isso, foram adicionados 100 e 20 mL de água destilada aos sacos plásticos contendo as folhas e as placas de Petri, respectivamente. Os sacos e as placas foram, então, lavados e agitados por 30 segundos, para máxima extração possível do marcador presente nas amostras. Em seguida, o líquido foi retirado e depositado em copos plásticos, os quais foram acondicionados em local refrigerado provido de isolamento luminoso por 24 horas, para posterior leitura de absorvância no espectrofotômetro.

Utilizou-se um espectrofotômetro com lâmpada de tungstênio-halogênio (Biospectro, SP22, Curitiba-PR, Brasil) para realizar as leituras. A quantificação da coloração foi feita por absorvância em 630 nm. A área das folhas do feijão foi medida com um medidor de bancada (LI-COR, 3100C Area Meter, Lincoln-NE, USA). Com o uso de curvas de calibração, obtidas por meio de 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 marcador retida nas folhas de feijão e nas placas de Petri, coletadas nas parcelas. O depósito total foi dividido pela área foliar e a área das placas de cada amostra, obtendo-se assim a quantidade em nanograma (g) do corante por cm^2 .

Análises estatísticas

Os dados de deposição e espectro de gotas foram primeiramente submetidos aos testes de normalidade de distribuição dos resíduos e homogeneidade das variâncias pelos testes de Shapiro Wilk, Levene, respectivamente, a 0,01 de significância, utilizando o programa SPSS, versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Posteriormente, procedeu-se o teste de F por meio da análise de variância. Quando foram observadas, pelo teste F ($P < 0,05$), diferenças no efeito dos tratamentos, utilizou-se o teste de Tukey, a 0,05 de significância, para a comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a deposição de calda, a interação entre os fatores pontas de pulverização e adjuvante foi significativo nas folhas da metade superior, indicando dependência entre estes. Observa-se que, em geral, na ponta JTT11002 foram obtidos os maiores depósitos de calda (Tabela 1), contudo não houve diferença com a adição do adjuvante à calda de pulverização, na metade superior. A adição do adjuvante à calda de pulverização proporcionou um incremento superior a três vezes no depósito, quando se utilizou a ponta JFC 80015, na metade superior do dossel das plantas de feijão. Não houve interação entre os fatores em estudo para a metade inferior (Tabela 1).

TABELA 1- Deposição do marcador azul brilhante no dossel do feijoeiro, em g cm^{-2} , no estágio fenológico de R7, em função de pontas de pulverização e solução de pulverização com e sem adjuvante, na metade superior e inferior. Uberlândia, 2019.

Metade Superior g cm^{-2}			Metade Inferior g cm^{-2}			
¹ Adjuvante	¹ Pontas hidráulicas		¹ Adjuvante	¹ Pontas hidráulicas		Médias
	JTT11002	JFC80015		JTT11002	JFC80015	
Presente	1.275,34aA	1.302,76aA	Presente	567,97	345,39	456,68A
Ausente	1.162,08aA	414,59bB	Ausente	406,41	451,05	428,71A
Médias	-	-		487,20a	398,20a	
DMS Ponta	285,24		DMS Ponta	166,91		
DMS Adj.	285,24		DMS Adj.	166,91		
CV (%)	19,93		CV (%)	38,69		
F Pontas	15,12*		F Pontas	1,35 ^{ns}		
F Adjuvante	29,25*		F Adjuvante	0,13 ^{ns}		
F Ponta x Adj.	17,52*		F Ponta x Adj.	3,04 ^{ns}		

¹Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. DMS ponta: Diferença mínima para pontas. DMS Adjuvante: Diferença mínima para adjuvante. CV: coeficiente de variação. Significância em * = 0,05. ^{ns}Não-significativo. F_{Pontas}, F_{Adjuvante}, F_{Ponta x Adjuvante}: Valor de F para Ponta, Adjuvante e interação entre ambos os fatores, respectivamente.

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em culturas anuais que apresentam dossel denso, como soja e feijão, requer uma distribuição uniforme, bem como boa penetração das gotas sobre o mesmo, para o controle efetivo de pragas e doenças (GRIESANG et al., 2018). Silva (2017) observou que a ponta AD 03 (Anti-deriva, jato plano) proporcionou os maiores depósitos de calda, nos distintos extratos da planta de feijão, em relação às pontas hidráulicas DDC 04 (Disco difusor, jato cone vazio e ST 025 – Super turbo, jato plano), respectivamente. Os resultados obtidos no presente

estudo vão de encontro aos do referido autor. Contudo, Carvalho (2014), ao analisar o emprego de diferentes pontas de pulverização, observou que a ponta XP (jato plano simples), foi o modelo de ponta que apresentou os menores valores de deposição, nos estratos superior e médio. Esses resultados, não obstante, são contrários aqueles obtidos no presente estudo.

Segundo Silva (2017), o emprego de diferentes pontas de pulverização (ST 025; AD03 e DDC04), na aplicação de fungicidas no feijoeiro, não influenciou na densidade de gotas no terço inferior. Esses resultados são contrários aos obtidos no presente estudo. Houve uma redução significativa na deposição da calda, na metade inferior, no dossel da cultura ao pulverizar na fase de crescimento reprodutivo (R7). Junto com o fechamento do dossel, nenhuma das pontas de pulverização proporcionou melhorias na penetração das gotas, mesmo com o uso do adjuvante. Villalba et al. (2009), estudando a deposição de calda em pulverização terrestre com várias pontas em cultivares de soja, no estágio R1, também não encontraram bom desempenho em relação à deposição de calda na parte basal, com a utilização de gotas finas em ponta de jato cônico (TX6), corroborando os dados aqui relatados.

A interação entre os fatores pontas de pulverização e adjuvante foi significativa na metade inferior da copa do feijoeiro para a densidade de gotas, indicando dependência entre estes. Observou-se que, em geral, com a ponta JFC 80015 foram obtidas as maiores densidade de gotas (Tabela 2), contudo a adição do adjuvante à calda de pulverização proporcionou uma redução de 50%, na densidade de gotas, na metade inferior, o que possivelmente esteja relacionada a alteração do diâmetro das gotas. Não houve interação entre os fatores em estudo para a metade superior, observou-se que a JFC80015 proporcionou um desempenho superior em relação a JTT11002 (Tabela 2).

TABELA 2- Densidade de gotas (gotas cm⁻²), no estágio fenológico de R7, em plantas de feijão, em função de pontas de pulverização e solução de pulverização com e sem adjuvante, na metade superior e inferior. Uberlândia, 2019.

Metade Superior				Metade Inferior			
Número de gotas cm ⁻²				Número de gotas cm ⁻²			
¹ Adjuvante	¹ Pontas hidráulicas		Médias		¹ Adjuvante	¹ Pontas hidráulicas	
	JTT11002	JFC80015				JTT11002	JFC80015
Presente	128,06	374,86	251,5 a		Presente	45,68bA	132,32aB
Ausente	141,24	365,35	253,3 a		Ausente	60,13bA	260,42aA
Médias	134,6 B	370,1 A				-	-
DMS Ponta	49,81				DMS Ponta	61,58	
DMS Adj.	49,81				DMS Adj.	61,58	
CV (%)	20,26				CV (%)	35,85	
F Pontas	106,06*				F Pontas	51,52*	
F Adjuvante	0,01 ^{ns}				F Adjuvante	12,71*	
F Ponta x Adj.	0,25 ^{ns}				F Ponta x Adj.	8,08*	

¹Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. DMS ponta: Diferença mínima para pontas. DMS Adjuvante: Diferença mínima para adjuvante. CV: coeficiente de variação. *Significância em = 0,05. ^{ns}Não-significativo. F_{Pontas}, F_{Adjuvante}, F_{Ponta x Adjuvante}: Valor de F para Ponta, Adjuvante e interação entre ambos os fatores, respectivamente.

Os resultados de densidade de gotas observados no presente estudo são consolidados por Matthews et al. (2016), que destacam, em aplicações com gotas grossas, a redução da densidade de gotas. Com a ponta JTT11002, ocorreu redução significativa da densidade de gotas em comparação a JFC80015. Tomen et al. (2012), testando diferentes pontas de pulverização na aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem asiática, na cultura da soja, obtiveram menores densidade de gotas nos terços mediano e inferior do dossel. Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com esses autores.

Uma explicação para a redução da densidade de gotas se deve ao rápido desenvolvimento vegetativo das plantas, no fechamento das entrelinhas. Com isso tem-se uma menor circulação de ar e maior umidade, criando assim, um ambiente favorável ao desenvolvimento de doenças, bem como prejudica a penetração e a cobertura das gotas.

Segundo Drescher (2012), os valores de densidade de gotas devem variar conforme o tipo de produto a ser aplicado. Os valores indicados para fungicidas sistêmicos são de 30 a 40 gotas cm^{-2} . Entretanto, segundo Cunha et al. (2014), ao analisarem distintos ensaios envolvendo pontas de pulverização e aplicação de fungicidas no manejo da ferrugem asiática da soja, no estrato basal do dossel da cultura, local crítico para o controle, o ideal é que se tenha pelo menos 60 gotas cm^{-2} . No presente estudo, a densidade de gotas foi alcançada nos distintos estratos (superior e inferior), contudo o uso do adjuvante, na ponta JTT11002, refletiu em menor densidade, o que pode ser explicado pelo maior DMV, pode compensar a cobertura final obtida.

Em relação à área de cobertura, a interação entre os fatores pontas de pulverização e adjuvante foi significativa na metade inferior da copa do feijoeiro, indicando dependência entre estes. Observou-se que, em geral, com a ponta JFC 80015 foram obtidas as maiores coberturas (Tabela 3), contudo a adição do adjuvante à calda de pulverização proporcionou redução na cobertura, na metade inferior. Não houve interação entre os fatores em estudo para a metade superior, observou-se que a ponta JFC80015 proporcionou aumento de 50% na cobertura em relação a ponta JTT11002, o uso do adjuvante não proporcionou melhorias na cobertura (Tabela 3).

TABELA 3- Área de cobertura (%), no estágio fenológico de R7, em plantas de feijão, em função de pontas de pulverização e solução de pulverização com e sem adjuvante, na metade superior e inferior. Uberlândia, 2019.

Metade Superior				Metade Inferior			
Área de cobertura (%)				Área de cobertura (%)			
¹ Adjuvante	¹ Pontas hidráulicas		Médias	¹ Adjuvante	¹ Pontas hidráulicas		
	JTT11002	JFC80015			JTT11002	JFC80015	
Presente	15,86	29,56	22,7 A	Presente	6,65 bA	16,26 aB	
Ausente	14,87	28,74	21,8 A	Ausente	8,54 bA	23,57 aA	
Médias	15,37 b	29,15 a					
DMS Ponta	2,61			DMS Ponta	4,42		
DMS Adj.	2,61			DMS Adj.	4,42		
CV (%)	12,05			CV (%)	23,31		
F Pontas	131,99*			F Pontas	73,86*		

F Adjuvante	0,57 ^{ns}		F Adjuvante	10,30*
F Ponta x Adj.	0,01 ^{ns}		F Ponta x Adj.	3,71*

¹Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. DMS ponta: Diferença mínima para pontas. DMS Adjuvante: Diferença mínima para adjuvante. CV: coeficiente de variação. Significância em = 0,05. ^{ns}Não-significativo. F_{Ponta}, F_{Adjuvante}, F_{Ponta x Adjuvante}: Valor de F para Ponta, Adjuvante e interação entre ambos os fatores, respectivamente.

Os resultados obtidos no presente estudo são contrários aos reportados por Carvalho (2014) e Silva (2017). Ambos, ao estudarem a cobertura promovida por diferentes pontas de pulverização, não observaram diferenças significativas na região basal do dossel do feijoeiro. Cunha et al. (2006), estudando a deposição promovida por distintas pontas de pulverização na cultura da soja, verificaram maior cobertura das camadas inferiores do dossel vegetativo quando utilizaram pontas que produzem gotas de tamanho menor. As pulverizações de produtos fitossanitários devem superar as barreiras impostas pela massa foliar para atingir o alvo, bem como promover cobertura adequada no dossel da cultura.

A adição de adjuvantes no tanque de pulverização pode otimizar a aplicação de produtos fitossanitários, visto que estes podem melhorar principalmente a aderência e o espalhamento das gotas no alvo, uma vez que reduz a tensão superficial da solução e consequentemente o ângulo de contato das gotas com as superfícies, aumentando a cobertura (PRADO et al., 2015). No entanto, a adição do adjuvante a calda de pulverização não trouxe grandes benefícios pois observou-se que as maiores coberturas foram obtidas sem a adição do mesmo, no presente estudo.

Para a variável resposta diâmetro da mediana volumétrica – DMV, nos estratos superior e inferior, não houve interação entre os fatores ponta de pulverização e adjuvante (Tabela 4). A utilização da ponta JTT11002 promoveu os maiores DMV, nos distintos estratos. A adição do adjuvante proporcionou aumento no DMV.

TABELA 4- Diâmetro da mediana volumétrica, no estágio fenológico de R7, em plantas de feijão, em função de pontas de pulverização e solução de pulverização com e sem adjuvante, na metade superior e inferior. Uberlândia, 2019.

Metade Superior				Metade Inferior			
DMV - µm				DMV - µm			
¹ Adjuvante	¹ Pontas hidráulicas		Médias	¹ Adjuvante	¹ Pontas hidráulicas		Médias
	JTT11002	JFC80015			JTT11002	JFC80015	
Presente	383,02	268,77	325,9A	Presente	391,08	248,42	319,7A
Ausente	290,29	229,55	259,9B	Ausente	328,75	225,69	277,2B
Médias	336,65 a	249,16 b		Médias	359,92 a	237,06 b	
DMS Ponta	37,52			DMS Ponta	38,64		
DMS Adj.	37,52			DMS Adj.	38,64		
CV (%)	13,15			CV (%)	13,29		
F Pontas	25,80*			F Pontas	47,99*		
F Adjuvante	14,68*			F Adjuvante	5,75*		
F Ponta x Adj.	2,41 ^{ns}			F Ponta x Adj.	1,25 ^{ns}		

¹Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. DMS ponta: Diferença mínima para pontas. DMS Adjuvante: Diferença mínima para adjuvante. CV: coeficiente de variação. Significância em = 0,05. ^{ns}Não-significativo. F_{Ponta}, F_{Adjuvante}, F_{Ponta x Adjuvante}: Valor de F para Ponta, Adjuvante e interação entre ambos os fatores, respectivamente.

A ponta de pulverização JFC80015, em geral, apresentou menores DMV, independente do estrato do dossel. Esse resultado corrobora com os obtidos por Carvalho (2014) e Silva (2017). No entanto, os resultados obtidos no presente estudo são contrários aos reportados por Madureira et al. (2015).

A presença do adjuvante junto à calda de pulverização, para a variável resposta DMV, com o uso das pontas de pulverização JTT e JFC, proporcionou um incremento de 25,4% e 15,4 %, na metade superior e inferior do dossel do feijoeiro, respectivamente, em comparação a não adição do mesmo na calda de pulverização.

Mota e Antuniassi (2013) também observaram que o uso de adjuvantes elevou o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), durante a pulverização. Entretanto, Cunha et al. (2010), avaliando o tamanho de gotas com a adição de adjuvantes à calda de pulverização, constataram redução no tamanho das gotas pulverizadas, o que demonstra que o efeito dos produtos depende de cada formulação, não devendo ser generalizado, pois os mesmos alteram as propriedades físicas das caldas.

Para Sasaki et al. (2013), em locais onde as condições são adversas às aplicações de produtos fitossanitários, gotas de tamanho reduzido têm maior tendência a sofrer evaporação, além do risco de deriva. Porém, gotas com menores DMV possibilitam maior dispersão sobre a superfície foliar, aumentando a densidade de gotas depositadas no alvo (SASAKI et al., 2013). Para a variável resposta amplitude relativa - AR, nos estratos superior e inferior, não houve interação entre os fatores ponta de pulverização e adjuvante adicionado a calda de pulverização (Tabela 5).

TABELA 5- Amplitude relativa da pulverização, no estágio fenológico de R7, em plantas de feijão, em função de pontas de pulverização e solução de pulverização com e sem adjuvante, na metade superior e inferior. Uberlândia, 2019.

Metade Superior					Metade Inferior			
Amplitude Relativa					Amplitude Relativa			
1Adjuvante	1Pontas hidráulicas		Médias		1Adjuvante	1Pontas hidráulicas		Médias
	JTT11002	JFC80015				JTT11002	JFC80015	
Presente	1,08	1,18	1,13A		Presente	1,11	1,1	1,10 A
Ausente	0,95	1,18	1,06A		Ausente	0,83	0,97	0,89 A
Médias	1,01 a	1,18 b			Médias	0,97 a	1,03 a	
DMS Ponta	0,13				DMS Ponta	0,27		
DMS Adj.	0,13				DMS Adj.	0,27		
CV (%)	11,96				CV (%)	27,96		
F Pontas	8,08*				F Pontas	0,28 ^{ns}		
F Adjuvante	1,30 ^{ns}				F Adjuvante	2,61 ^{ns}		
F Ponta x Adj.	1,46 ^{ns}				F Ponta x Adj.	0,37 ^{ns}		

¹Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. DMS ponta: Diferença mínima para pontas. DMS Adjuvante: Diferença mínima para adjuvante. CV: coeficiente de variação. *Significância em = 0,05. ^{ns}Não-significativo. F_{Ponta}, F_{Adjuvante}, F_{Ponta x Adjuvante}: Valor de F para Ponta, Adjuvante e interação entre ambos os fatores, respectivamente.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com os reportados por Carvalho (2014), e divergem dos resultados reportados por Silva (2017), no estrato superior. Contudo, na região basal, os resultados vão ao encontro dos referidos autores. Nas aplicações de produtos fitossanitários, o ideal é que o espectro de gotas seja o

mais homogêneo possível, ou seja, que se produzam gotas aproximadamente do mesmo tamanho para o fim desejado. Quanto mais próximo de zero for o parâmetro AR, mais homogêneo é o espectro, maiores as chances de atingir o alvo e reduzir perdas para o ambiente (SASAKI et al., 2015). Porém este valor não é observado nas pontas comerciais devido às mesmas produzirem gotas de tamanhos variados (SASAKI et al., 2016). Neste contexto, é preciso conhecer as características técnicas das pontas, visando à sua correta seleção e, com isso, aplicações eficientes e seguras ambientalmente (CUNHA et al., 2010).

Não houve interação entre os fatores em estudo, para a metade superior e inferior do dossel do feijoeiro, quanto a percentagem do volume em gotas com diâmetro inferior a 100 µm (Tabela 6). Este parâmetro permite que se estime o potencial de deriva da aplicação. Assim, notou-se que a ponta JFC80015 de jato cônico está relativamente mais sujeita à deriva. A adição do adjuvante à calda de pulverização possibilitou uma aplicação mais segura.

TABELA 6- Potencial de deriva (percentagem do volume em gotas com diâmetro inferior a 100 µm), no estágio fenológico de R7, em plantas de feijão, em função de pontas de pulverização e solução de pulverização com e sem adjuvante, na metade superior e inferior. Uberlândia, 2019.

Metade Superior				Metade Inferior			
Gotas < 100 µm (%)				Gotas < 100 µm (%)			
1Adjuvante	1Pontas hidráulicas		Médias	1Adjuvante	1Pontas hidráulicas		Médias
	JTT11002	JFC80015			JTT11002	JFC80015	
Presente	0,95	1,62	1,29 A	Presente	0,66	1,07	0,86 B
Ausente	0,86	4,05	2,45 A	Ausente	1,69	3,75	2,72 A
Médias	0,91 b	2,83 a		Médias	1,17 b	2,41 a	
DMS Ponta	1,63			DMS Ponta	1,24		
DMS Adj.	1,63			DMS Adj.	1,24		
CV (%)	89,27			CV (%)	71,09		
F Pontas	6,63*			F Pontas	4,71*		
F Adjuvante	2,45 ^{ns}			F Adjuvante	10,58*		
F Ponta x Adj.	2,84 ^{ns}			F Ponta x Adj.	2,10 ^{ns}		

¹Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. DMS ponta: Diferença mínima para pontas. DMS Adjuvante: Diferença mínima para adjuvante. CV: coeficiente de variação. *Significância em = 0,05. ^{ns}Não-significativo. F Ponta, F Adjuvante, F Ponta x Adjuvante: Valor de F para Ponta, Adjuvante e interação entre ambos os fatores, respectivamente.

O risco de deriva durante uma aplicação de produtos fitossanitários está intimamente relacionado ao tamanho das gotas, em razão de sua massa. Gotas de tamanho reduzido são mais propensas ao araste pelo vento, bem como à evaporação (HILZ; VERMEER, 2013). Assim, quanto menor essa porcentagem, menor será o potencial de deriva durante uma aplicação. A ponta JTT11002, por proporcionar DMV superior, em comparação a JFC80015, também forneceu menor volume de gotas finas. Dessa forma, essa ponta, aliada ao uso do adjuvante, atende melhor aos critérios de boas práticas agrícolas, para a produção de gotas de maior diâmetro e, portanto, mais seguras visando redução de perdas por deriva.

As perdas de calda para o solo foram estudadas pela deposição nas placas de

Petri localizadas sobre o solo, sob a área de projeção da cultura. Observou-se que não houve interação entre os fatores ponta de pulverização e adjuvante adicionado a calda de pulverização (Tabela 7).

O DMV proporcionado pela ponta JFC80015 ficou abaixo de 250 μm (Tabela 4). Assim, de forma geral, tem-se uma menor propensão ao escorrimento de gotas, o que em geral ocorre com gotas grossas. Czacyk et al., (2012) afirmam que gotas grossas podem escorrer das folhas ou outros alvos.

TABELA 7- Deposição do marcador em placas de Petri, em g cm^{-2} , no estágio fenológico de R7, em função de pontas de pulverização e solução de pulverização com e sem adjuvante. Uberlândia, 2019.

Perda para o solo g cm^{-2}			
¹ Adjuvante	¹ Pontas hidráulicas		Médias
	JTT11002	JFC80015	
Presente	1.454,9	315,8	885,38 a
Ausente	927,2	959,5	943,40 a
Médias	1.191,12 A	637,67 A	
DMS Ponta	917,34		
DMS Adj.	917,34		
CV (%)	102		
F Pontas	1,73 ^{ns}		
F Adjuvante	0,19 ^{ns}		
F Ponta x Adj.	1,94 ^{ns}		

¹Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e, maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. DMS ponta: Diferença mínima para pontas. DMS Adjuvante: Diferença mínima para adjuvante. CV: coeficiente de variação. Significância em = 0,05. ^{ns}Não-significativo. F_{Pontas}, F_{Adjuvante}, F_{Ponta x Adjuvante}: Valor de F para Ponta, Adjuvante e interação entre ambos os fatores, respectivamente.

A deposição de calda nas placas de Petri, independentemente da ponta de pulverização empregada, foi semelhante. Embora tenha se verificado diferença de DMV entre os tratamentos, estas não foram suficientes para interferir nas perdas para o solo.

A aplicação de produtos fitossanitários não se restringe somente a pulverização e aplicação do produto, e sim, a interação e conhecimento da influência de diversos fatores, como a escolha do produto, formulações, adjuvantes, pontas de pulverização, distintos alvos biológicos, equipamentos de pulverização, cultura e meio ambiente (SASAKI et al., 2016a; ANTUNIASSI et al., 2017; ASSUNÇÃO et al., 2019).

A eficiência da aplicação é determinada pela adequada deposição e distribuição do produto fitossanitário no alvo determinado. Dessa forma, um dos fatores determinantes é a escolha de pontas de pulverização, somada ao momento de aplicação mais oportuno, na tomada de decisões mais assertivas para o manejo de pragas e doenças nas culturas agrícolas (CUNHA et al., 2016).

CONCLUSÕES

A ponta de jato plano JTT11002, que gerou gotas de maior DMV e mais uniformes, promoveu, na ausência do adjuvante, maior deposição de traçador, nas folhas da metade superior do feijoeiro, em comparação com a ponta de jato cônico cheio JFC80015.

A adição do adjuvante à calda de pulverização, de forma geral, melhorou a

deposição de traçador na metade superior da cultura. Ele proporcionou também um aumento no DMV e, de forma geral, redução na percentagem do volume composto por gotas menores que 100 µm, medidos com papel hidrossensível.

As gotas formadas nas aplicações com pontas de jato cônico cheio mostraram-se mais sujeitas à deriva do que as produzidas com pontas de jato plano, especialmente quando não ocorreu a adição do adjuvante à calda de pulverização.

REFERÊNCIAS

ANTUNIASI, U. R.; CARVALHO, F. K.; MOTA, A. A. B.; CHECHETTO, R. G. Tecnologia de Aplicação: Definição e Princípios Básicos. In: ANTUNIASI, U. R.; CARVALHO, F. K.; MOTA, A. A. B.; CHECHETTO, R. G. **Entendendo a Tecnologia de Aplicação**. 1. ed. Botucatu: FEPAF, 2017. p. 9-11.

ASSUNÇÃO, H. H. T.; CAMPOS, S. F. B.; SOUSA, L. A.; LEMES, E. M.; ZANDONADI, C. H. S.; CUNHA, J. P. A. R. Adjuvants plus phytosanitary products and the effects on the physical-chemical properties of the spray liquids. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 6, p. 1878-1885, 2019. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/46994/27473> DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n6a2019-46994>

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, p. 190-197, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219416303015?via%3Dihub> DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.10.016>

BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; SANTANA, D. G. Drift curves from spray applications on common bean Crop. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 6, p. 621-632, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v40n6/1981-1829-cagro-40-06-00621.pdf> DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542016406016716716>

CARVALHO, L. R. **Influência de pontas e estandes no espectro e deposição de calda de pulverização na cultura de feijoeiro**. 2014. 88f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás, 2014. Disponível em: <http://www.bdt.d.ueg.br/HYPERLINK> "<http://www.bdt.d.ueg.br/tede/handle/tede/201>" HYPERLINK "<http://www.bdt.d.ueg.br/tede/handle/tede/201>"tede HYPERLINK "<http://www.bdt.d.ueg.br/tede/handle/tede/201/>" HYPERLINK "<http://www.bdt.d.ueg.br/tede/handle/tede/201>"handle HYPERLINK "<http://www.bdt.d.ueg.br/tede/handle/tede/201/>" HYPERLINK "<http://www.bdt.d.ueg.br/tede/handle/tede/201>"tede HYPERLINK "<http://www.bdt.d.ueg.br/tede/handle/tede/201/>"201

COELHO, J. D. Produção de grãos – feijão, milho e soja, **Caderno Setorial ETENE**, v. 4, n. 81, p. 1-11, maio. 2019. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/5014256/81_Graos.pdf/b4faa20e-6855-fdf6-1629-741afb0748f

COELHO, J. D. Produção de grãos – feijão, milho e soja, **Caderno Setorial ETENE**, v. 3, n. 51, p. 1-14, nov. 2018. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4141162/51_graos.pdf/42dd9e02-f9fe-10fc-69ff-314f3c89faf8

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra: Grãos. Safra 2019/20**. Terceiro Levantamento. CONAB, Brasília, DF, v. 7, n. 3, dez. 2019. 106p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 04 ago. 2020.

CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S.; MARQUES, R. S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 261-270, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v48n2/1806-6690-rca-48-02-0261.pdf> DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170030>.

CUNHA, J. P. A.; MARQUES, R. S.; ALVES, G. S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Ceres**, v. 63, n. 6, p. 761-768, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000500023&lng=en&nrm=iso HYPERLINK
"http://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000500023&lng=en&nrm=iso"pid=S0100-83582010000500023 HYPERLINK
"http://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000500023&lng=en&nrm=iso" HYPERLINK
"http://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000500023&lng=en&nrm=iso"lng=en HYPERLINK
"http://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000500023&lng=en&nrm=iso" HYPERLINK
"http://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000500023&lng=en&nrm=iso"nrm=iso DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201663060003>

CUNHA, J. P. A. R.; JULIATTI, F. C.; REIS, E. F. Tecnologia de aplicação de fungicida no controle da Ferrugem Asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em Minas Gerais e Goiás. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, p. 950-957, 2014.

CUNHA, J.P.A.R.; BUENO, M.R.; FERREIRA, M.C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, v.28, p.1153-1158, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000500023&lng=en&nrm=iso DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000500023>.

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. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v36n5/a03v36n5.pdf> DOI: 10.1590/S0103-84782006000500003.

CZACZYK, Z.; KRUGER, G.; HEWITT, A. Droplet size classification of air induction flat fan nozzles. **Journal of Plant Protection Research**, v.52, p.415-420, 2012.

DRESCHER, M.; Piloto Agrícola: Manual Teórico. São Paulo: Bianchi, 2012.

FERNANDES, C. F.; VIEIRA JUNIOR, J. R.; AGUIAR, P. N.; SOUZA, M. F.; FREIRE, T. C.; FONSECA, A. S.; ALVES, R. C.. Atividade peroxidásica em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Aporé na presença de ácido salicílico e *Thanatephorus cucumeris*. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.1, p.72-79, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1121337/1/document10.pdf> DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.001.000>

FERGUSON, J. C.; HEWITT, A. J.; O'DONNELL, C. C. Pressure, droplet size classification, and nozzle arrangement effects on coverage and droplet number density using air-inclusion dual fan nozzles for pesticide applications. **Crop Protection**, v. 89, p. 231-238. 2016. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/](https://www.sciencedirect.com/https://www.sciencedirect.com/%20science/article/abs/pii/S0261219416301909) HYPERLINK "https://www.sciencedirect.com/%20science/article/abs/pii/S0261219416301909" science HYPERLINK "https://www.sciencedirect.com/%20science/article/abs/pii/S0261219416301909"/ HYPERLINK "https://www.sciencedirect.com/%20science/article/abs/pii/S0261219416301909" article HYPERLINK "https://www.sciencedirect.com/%20science/article/abs/pii/S0261219416301909"/ HYPERLINK "https://www.sciencedirect.com/%20science/article/abs/pii/S0261219416301909" abs HYPERLINK "https://www.sciencedirect.com/%20science/article/abs/pii/S0261219416301909"/ HYPERLINK "https://www.sciencedirect.com/%20science/article/abs/pii/S0261219416301909" pii HYPERLINK "https://www.sciencedirect.com/%20science/article/abs/pii/S0261219416301909"/S0261219416301909 DOI:10.1016/j.cropro.2016.07.03

FRANÇA, J. A. L.; CUNHA, J. P. A. R.; ANTUNIASSI, U. R. Spectrum, velocity and drift of droplets sprayed by nozzles with and without air induction and mineral oil. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 3, p. 502-509, maio/jun. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/eagri/v37n3/1809-4430-eagri-37-03-0502.pdf> DOI:<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v37n3p502-509/201>

FRASCA, L. L. M.; NASCENTE, A. S.; LANNA, A. C.; CARVALHO, M. C. S.; COSTA, G. G. Bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agrônomo do feijão- comum de ciclo superprecoce. **Revista Agrarian**, v.13, n.47, p.27-41, 2020. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1121240>

GITIRANA NETO, J.; CUNHA J. P. A. R.; MARQUES, R. S. ; LASMAR, O. ; BORGES,

E. B. Deposição de calda promovida por pulverizadores empregados na cafeicultura de montanha. **Coffee Science**, v. 11, p. 267-275, 2016. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/8071>

GRIESANG, F.; DECARO, R. A.; SANTOS, R. T. S.; DELLA VECCHIA, J. T.; SANTOS, C. A.M.; FERREIRA, M. C. Droplet size and uniformity influence on the qualitative and quantitative parameters of agricultural spray. **Aspects of Applied Biology**, V. 137, p. 217-222, 2018.

HILZ, E.; VERMEER, A. W. P. Spray drift review: The extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction, **Crop Protection**, v. 44, p. 75-83, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219412003006> DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.10.020>.

LIMA, A. R. S.; SILVA, J. A. S.; SANTOS, C. M. G.; CAPRISTO, D. P. Desempenho agrônomo de linhagens e cultivares de feijão comum na região do ecótono Cerrado/Pantanal. **Research, Society and Development**, v. 9, p. 121973666, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3666> Doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3666> HYPERLINK "<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3666>"

MADUREIRA, R.P.; RAETANO, C.G.; CAVALIERI, J.D.; Interação pontas-adjuvantes na estimativa do risco potencial de deriva de pulverizações. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande Pb: Univ Federal Campina Grande, v. 19, n. 2, p. 180-185, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/129258> DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n2p180-185>

MATTHEWS, G. A.; BATEMAN, R.; MILLER, P. **Métodos de aplicação de defensivos agrícolas**. 4. ed. São Paulo: Andrei, 2016.

MOTA, A.A.B.; ANTUNIASI, U.R. Influência de adjuvantes no espectro de gotas de ponta com indução de ar. **Energia na Agricultura**, v.28, n.1, p.1-5, 2013. Disponível em: <http://energia.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/918> DOI: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2013v28n1p01-05>

PRADO, E. P.; RAETANO, C. G.; DAL POGETTO, M. H. F.; COSTA, S. A. I.; CHRISTOVAM, R. S. Taxa de aplicação e uso de surfactante siliconado na deposição da pulverização e controle da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 3, p. 514-527, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/eagri/v35n3/1809-4430-eagri-35-3-0514.pdf> DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n3p514-527/2015>

SASAKI, R.S.; TEIXEIRA, M.M.; MACIEL, C.F.S.; ALVARENGA, C.B.; FORASTIERE, P.R. Espectro das gotas produzidas por pontas de jato plano duplo defasado com indução de ar. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.24, n.3, p.211-218, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/559> DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v24i3.618>

SASAKI, R. S.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; ZOLNIER, S.; MACIEL, C. F. S.; ALVARENGA, C. B. Droplets spectrum of air-assisted boom sprayers under different environmental and operational conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 92-96, 2016a. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext HYPERLINK
["http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso"&](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso) HYPERLINK
["http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso"](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso)pid=S1415-43662016000100092 HYPERLINK
["http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso"&](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso) HYPERLINK
["http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso"](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso)lng=en HYPERLINK
["http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso"&](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso) HYPERLINK
["http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso"](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000100092%20&lng=en&nrm=iso)nrm=iso DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n1p92-96>

SASAKI, R.S.; TEIXEIRA, M.M.; SANTIAGO, H.; MADUREIRA, R.P.; MACIEL, C.F.S.; FERNANDES, H.S. Adjuvantes nas propriedades físicas da calda, espectro e eficiência de eletrificação das gotas utilizando a pulverização eletrostática. **Ciência Rural**, v.45, n.2, p.274-279, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext HYPERLINK
["https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso"&](https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso) HYPERLINK
["https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso"](https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso)pid=S0103-84782015000200274 HYPERLINK
["https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso"&](https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso) HYPERLINK
["https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso"](https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso)lng=en HYPERLINK
["https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso"&](https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso) HYPERLINK
["https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso"](https://www.scielo.br/%20scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782015000200274&lng=en&nrm=iso)nrm=iso DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131604>

SASAKI, R.S.; TEIXEIRA, M.M.; ALVARENGA, C.B.; SANTIAGO, H.; MACIEL, C.F.S. Spectrum of droplets produced by use of adjuvants. **IDESIA**, v. 31, n. 1, p.27-33, 2013. Disponível em: <http://idesia.c l/Vols/2013/31-1/art04.pdf>

SILVA R. **Pulverização hidráulica de fungicida na produtividade do feijoeiro comum**. 2017. 17f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia – Monte Carmelo. 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19423>. Acesso em 10 ago. 2020.

TORMEN, N. R.; SILVA, F. D. L.; DEBORTOLI, M. P.; UEBEL, J. D.; FÁVERA, D. D.; BALADIN, R. S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 802-808, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662012000700015&lng=en&nrm=iso DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000700015>

TOTOLI, D. S.; SOARES, J. P. C.; ALBERTON, O. Eficiência do grupo químico das carboxamida + estrobilurina no controle da ferrugem asiática em diferentes estádios da soja. **Arquivos de Ciência Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 19, n. 3, p. 153-157, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/6088> DOI: <http://dx.doi.org/10.25110/arqvet.v19i3.2016.6088>

VILLALBA, J. F.; DAGOBERTO, M.; COSTA, N. V.; DOMINGOS, V. D. Deposição de calda de pulverização em cultivares de soja no estágio R1. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1738-1744, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000600016&lng=en&nrm=iso DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000600016>