

Comportamento de gotas em função da taxa de aplicação e velocidade de trabalho

Droplet behavior as a function of application rate and work speed

Alexssandro Bernardes Araujo^{1*}, Wilian Silveira Gabriel Júnior¹, Christiano Lima Lobo de Andrade², Fernando Rodrigues Cabral Filho², Marconi Batista Teixeira², Wilker Alves Morais², Jonathan Rener Duarte³, Matheus Vinicius Abadia Ventura^{1,2}, & William Ferreira⁴

¹ Centro Universitário UniBRAS Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil. ² Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO, Brasil. ³ Departamento de Desenvolvimento de Mercado, BRANDT do Brasil, Cambé, PR, Brasil. ⁴ Departamento de Desenvolvimento de Mercado, AGROCETE Ponta Grossa, PR, Brasil. *Autor correspondente: alex.bernardes.aba@gmail.com

Recebido para publicação em: 15/06/2024 Aceito em: 02/09/2024

RESUMO – Como forma de potencializar a penetração das gotas no dossel da cultura e vencer a barreira imposta pela massa verde, são utilizadas substâncias denominadas aditivos ou adjuvantes, capazes de modificar as propriedades da calda e da superfície foliar proporcionando efeitos benéficos na penetração, deposição e retenção das gotas pulverizadas. Estes produtos podem ser acrescentados à formulação dos agrotóxicos pelas empresas fabricantes, ou ser adicionados à calda no momento da pulverização. O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento das gotas produzidas e a deposição de calda na aplicação de fungicida na cultura da soja em função da presença e ausência de adjuvante. O ensaio foi conduzido a campo na Fazenda Experimental de Ensino Pesquisa e Extensão – UniBRAS, no município de Rio Verde/GO, safra 2020/21. O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados com dez repetições e dois tratamentos, compostos pela ausência e presença do adjuvante. Avaliou-se o espectro de gotas pulverizadas pelas pontas empregadas e analisados no software DropScope®. Os parâmetros determinados foram o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a amplitude relativa (AR), porcentagem do volume de gotas com diâmetro inferior a 100 µm ($D_v < 100$), diâmetro volumétrico acumulado de 10% e 90% (respectivamente $D_{0,1}$ e $D_{0,9}$), área de cobertura e densidade de gotas, coeficiente de homogeneidade (SPAN), volume depositado (L ha⁻¹). Os dados foram submetidos a análise de variância e quando constatada significância para determinada variável, empregou-se o teste Tukey a 5% de probabilidade. O uso do adjuvante proporcionou aumento no volume depositado, na área coberta e no diâmetro médio volumétrico das gotas pulverizadas no terço inferior das plantas de soja.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação, DMV, controle de doenças.

ABSTRACT – As a way of potentiating the penetration of drops in the canopy of the crop and overcoming the barrier imposed by the green mass, substances called additives or adjuvants are used, capable of modifying the properties of the spray and the foliar surface, providing beneficial effects in the penetration, deposition and retention of the seeds. sprayed drops. These products can be added to the formulation of pesticides by the manufacturing companies, or be added to the mixture at the time of spraying. The objective of this work was to verify the behavior of the droplets produced and the spray deposition in the application of fungicide in the soybean crop as a function of the presence and absence of adjuvant. The trial was conducted in the field at the Experimental Farm for Teaching Research and Extension - UniBRAS, in the municipality of Rio Verde/GO, 2020/21 harvest. The experiment was installed in a randomized block design with ten replications and two treatments, consisting of the absence and presence of the adjuvant. The spectrum of drops sprayed by the tips used was evaluated and analyzed using the DropScope® software. The parameters determined were the volumetric median diameter (DMV), the relative amplitude (AR), percentage of the volume of droplets with a diameter of less than 100 µm ($D_v < 100$), accumulated volumetric diameter of 10% and 90% (respectively $D_{0.1}$ and $D_{0.9}$), coverage area and droplet density, coefficient of homogeneity (SPAN), deposited volume (L ha⁻¹). Data were submitted to analysis of variance and when significance was found for a given variable, the Tukey test was used at 5% probability. The use of the adjuvant provided an increase in the deposited volume, in the covered area and in the average volumetric diameter of the drops sprayed on the lower third of the soybean plants.

Keywords: application technology, DMV, weed control.

INTRODUÇÃO

A aplicação de produtos fitossanitários é uma atividade que está sujeita a influência de inúmeros fatores, assim como as características do clima (FERREIRA, 2013), tornando o período ideal para realizar as aplicações muito curto. Dessa forma, cabe ao agricultor otimizar o rendimento operacional e minimizar os efeitos adversos do clima buscando estratégias que possam potencializar a eficiência das aplicações fitossanitárias. (SILVA, 2009).

Dessa forma é muito importante para o agricultor minimizar os impactos do clima, visto que estes são principais responsáveis por alterações no espectro de gotas gerado pelo pulverizador. Portanto para executar a verdadeira tecnologia de aplicação inúmeros fatores precisam ser considerados e analisados para alcançar maiores eficiências nas aplicações fitossanitárias, assim como o tamanho das gotas e o volume de aplicação (ANTUNIASSI & BOLLER, 2011; RAETANO, 2011).

Como forma minimizar os efeitos do vento, da umidade relativa e da temperatura e potencializar a penetração das gotas no dossel da cultura são utilizados os adjuvantes agrícolas (IOST & RAETANO, 2010). Os adjuvantes são substâncias capazes de modificar as propriedades da calda e da superfície foliar proporcionando efeitos benéficos na penetração, deposição e retenção das gotas pulverizadas (IOST, 2008) Estes produtos podem ser acrescentados à formulação dos agrotóxicos pelas empresas fabricantes, ou ser adicionados à calda no momento da pulverização (FERREIRA et al., 2012).

Dessa forma os adjuvantes são empregados com funções específicas a cada finalidade e tipo de mistura, podendo ser empregados tanto os modificadores da superfície dos líquidos e da superfície foliar (CUNHA et al., 2014; BOLLER et al., 2011). Dentre as principais práticas fitossanitárias o controle de doenças é uma das principais preocupações dos produtores visto o potencial de reprodução e disseminação dos agentes patogênicos (MINGUELA & CUNHA, 2010). Além disso a mobilidade limitada dos fungicidas fazem com que as aplicações requeiram máxima capacidade de penetração no dossel e uniformidade de cobertura. Adicionalmente, à medida que o desenvolvimento das plantas avança ao C reprodutivo e atingem o máximo índice de área foliar irá proporcionar um microclima favorável para o surgimento de doença (umidade, temperatura), é importante destacar que (CUNHA, et al., 2008), requerendo maiores uniformidades de deposição de gotas.

É importante destacar que a redução das taxas de aplicação vem se tornando uma tendência natural na aplicação de produtos fitossanitários em função do aumento do rendimento operacional e redução no consumo de água (RAETANO, 2011). No entanto as reduções das taxas de aplicação podem implicar em algumas alterações na dinâmica operacional, como pressão e velocidade, que por sua vez poderão reduzir o diâmetro médio volumétrico (DMV) e conseqüentemente expor as gotas a maior influência dos efeitos do clima (ANDEF, 2004; SOUZA; LOURENZANI; QUERIOZ, 2010). A exemplo disto, durante a aplicação dos produtos fitossanitários, as gotas de menor DMV poderão ter sua trajetória alterada pelo vento ou pelas correntes de ar ascendentes, causando perdas e atingindo locais indesejados, contaminando áreas externas ou próximas ao local de aplicação (COTA et al., 2011)

Adicionalmente, o planejamento das aplicações de fungicidas devem levar em consideração a eminência das mudanças de clima (STEFANELLO, 2014), principalmente quando considera-se a aplicação de produtos de ação sistêmica. Neste caso é necessário verificar o tempo mínimo necessário para a penetração e absorção do ingrediente ativo, visto que a incidência de chuva antes deste período pode acarretar a perda do fungicida e redução na eficiência de controle. No entanto, é importante destacar que grande parte dos fungicidas possuem movimentação via xilema e baixa translocação no floema (GARCIA, 1999; SANTOS, 2016), fazendo com que seja extremamente necessário que haja uma boa uniformidade de distribuição das gotas na superfície foliar. Adicionalmente, alguns autores relatam

que a presença de orvalho na superfície foliar contribui na redistribuição de produtos de ação curativa (ANTUNIASI & BOLLER, 2011). Portanto é importante que se obtenha um maior número de gotas/cm² e maior penetração.

Dessa forma o uso dos adjuvantes promove algumas vantagens como maior rapidez na absorção dos fungicidas e redução das perdas por precipitações. Mediante ao exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento das gotas produzidas e a deposição de calda na aplicação de fungicida na cultura da soja em função da presença e ausência de adjuvante.

MATERIAL E METODOS

O ensaio foi conduzido a campo na Fazenda Experimental de Ensino Pesquisa e Extensão – UniBRAS, no município de Rio Verde/GO (na região Sudoeste de Goiás 17°45'08" S e 50°55'53" W e altitude 754m) na safra agrícola 2020/21, tendo como cultura antecessora o milho, cultivado no sistema plantio direto. O clima na localidade é do tipo Aw, sendo caracterizado como tropical com estação seca, com chuvas mais intensas no verão em relação ao inverno (Köppen).

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados com dez repetições e dois tratamentos. Os tratamentos foram compostos pela ausência e presença do adjuvante na calda de pulverização. O adjuvante utilizado no experimento foi o Supa Complete® (lecitina, éster fosfatado de alquifenol etoxilado, metilado de soja e dimetilpolissiloxano) Agrichem® na dose de 50ml/100 l de calda.

A aplicação foi realizada em 15 de março de 2021 empregando-se um pulverizador costal com pressurização por CO₂, munido de barra de 2 m, contendo quatro pontas de pulverização do tipo AD 110.01 (0,45 m entre pontas), aplicando volume de calda equivalente a 80 L ha⁻¹. Para a obtenção dos volumes de calda propostos a velocidade de deslocamento foi de 7,2 km h⁻¹ (2,0 m s), com a pressão de trabalho de 44 Psi. As unidades experimentais foram compostas por alvos artificiais em três posições na planta (Terços Superior, Médio e Inferior).

Foram empregadas pontas de pulverização hidráulicas de cerâmica AD 110.01 (Magnojet®, Brasil). As pontas de jato plano AD (Cerâmica ISO) são de uso geral e, de acordo com o fabricante, proporcionam aplicações uniformes quando os jatos de pulverização se sobrepõem; são recomendados para trabalhar em pressões entre 15 e 60 PSI (libra-força por polegada quadrada), com altura mínima da barra porta-bicos de 0,50 cm em relação ao alvo, proporcionando gotas variando entre fina e média. As aplicações foram realizadas entre as 10:48 e 12:10 apresentando as seguintes condições: Velocidade do vento 4,2 a 5,2 Km h⁻¹, T (oC), 28 a 33 oC e umidade relativa entre 47 e 38%.

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 três alturas: terço superior (90 cm), terço médio (60 cm) e terço inferior (30 cm), respectivamente, em posição horizontal e voltados para cima. Em laboratório, os papéis foram analisados com o scanner DropScope®, específico para essa finalidade. Os parâmetros determinados foram o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a amplitude relativa (AR), porcentagem do volume de gotas com diâmetro inferior a 100 µm (Dv <100), diâmetro volumétrico acumulado de 10% e 90%

(respectivamente D 0,1 e D 0,9), área de cobertura e densidade de gotas, coeficiente de homogeneidade (SPAN), volume depositado (L ha⁻¹).

Os dados foram submetidos a análise de variância. Quando constatada significância para determinada variável, empregou-se o teste de média Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias entre os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante a análise dos dados foi possível constatar que a utilização do adjuvante proporcionou efeitos significativos apenas para a área coberta (AC), volume depositado (DP) e para o diâmetro médio volumétrico, terço superior e na densidade de gotas no terço inferior das plantas de soja (Tabela 2).

Tabela 2. Significância área coberta (AC), volume aplicado (VA), densidade de gotas (DG), amplitude relativa (SPAN), potencial risco de deriva (PRD), diâmetro médio volumétrico (DMV), diâmetro volumétrico acumulado de 10% (D 0,1), diâmetro volumétrico acumulado de 90% (D 0,9), diâmetro mediano numérico (DMN) nos terços inferior (I), médio (M) e superior (S) em função da ausência e presença de adjuvante, Safra 2020/21, Rio Verde-Goiás.

Fonte de variação	GL	AC			DP		
		I	M	S	I	M	S
Tratamentos	1	2,70 ^{ns}	0,34 ^{ns}	30,12 ^{**}	6,15 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,23 ^{**}
Repetição	9	324,41 ^{ns}	7,09 ^{ns}	7,11 ^{ns}	1,95 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,02 ^{ns}
CV (%)	--	134,28	37,12	20,87	127,72	86,64	29,29
Fonte de variação	GL	DG			SPAN		
		I	M	S	I	M	S
Tratamentos	1	1273315,72 [*]	3825,43 ^{ns}	8683,19 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Repetição	9	259508,16 ^{ns}	8845,03 ^{ns}	5193,62 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}
CV (%)	--	104,14	34,79	54,81	27,48	29,43	34,21
Fonte de variação	GL	PRD			DMV		
		I	M	S	I	M	S
Tratamentos	1	2,32 ^{ns}	5,03 ^{**}	0,10 ^{ns}	556334,05 ^{ns}	896,27 ^{ns}	5448,46 [*]
Repetição	9	3,32 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1023917,59 ^{ns}	9583,10 ^{ns}	2954,41 ^{ns}
CV (%)	--	59,94	32,92	65,93	116,46	25,47	10,86
Fonte de variação	GL	D 0,1			D 0,9		
		I	M	S	I	M	S
Tratamentos	1	1008865,46 ^{ns}	231,46 ^{ns}	3769,43 ^{ns}	85545,94 ^{ns}	23,76 ^{ns}	46308,85 ^{ns}
Repetição	9	406511,05 ^{ns}	376,43 ^{ns}	476,51 ^{ns}	1482862,37 ^{ns}	26221,88 ^{**}	24478,74 ^{ns}
CV (%)	--	156,81	13,92	11,94	94,35	12,32	29,97
Fonte de variação	GL	DMN			S		
		I	M	S	I	M	S
Tratamentos	1		807,88 ^{ns}		8414,92 ^{ns}		1189,00 ^{ns}
Repetição	9		1763,64 ^{ns}		3234,08 ^{ns}		1127,29 ^{ns}
CV (%)	--		32,03		37,50		34,17

^{ns} não significativo e *, ** significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F. GL – Grau de Liberdade e CV – Coeficiente de Variação. Fonte: Elaborado pelo Autor

Quando se compara o T2 (Com Adjuvantes) no terço superior com o T1 (Sem Adjuvantes), observa-se um aumento médio na área coberta (AC) em 37,38% (Figura 1a). Nas aplicações de fungicidas este é um resultado desejável visto que em função da baixa mobilidade os fungicidas necessitam de um maior número de gotas por

unidade de área variando entre de 30 a 70 gotas/cm² (FERREIRA, 2013). Adicionalmente este resultado é corroborado por Cunha et. al (2008), que verificaram que o uso de adjuvantes proporcionou maior porcentagem de área cobertura no terço superior em plantas de soja no controle de ferrugem asiática.

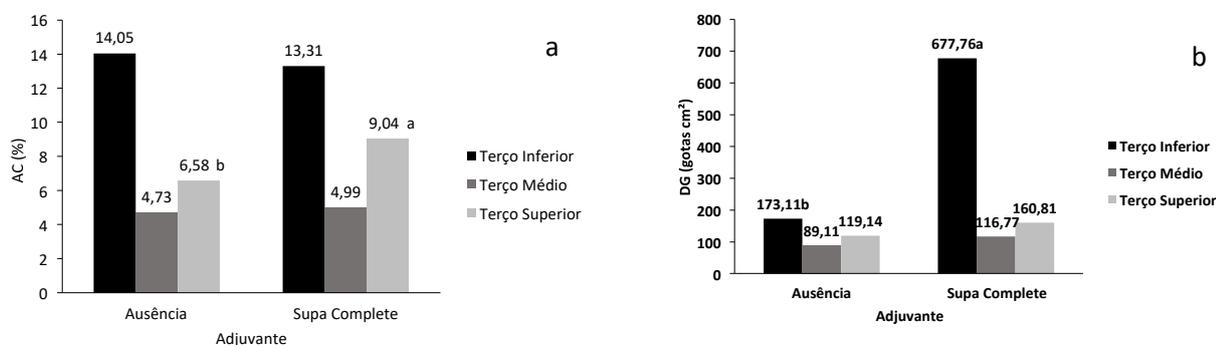


Figura 1. (a) Valores médios para a área coberta (AC) e (b) densidade de gotas (DG) em função da ausência e presença de adjuvante, Safra 2020/21, Rio Verde-Goiás. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo Autor

Uma maior quantidade de gotas proporciona aumento da superfície de contato da calda no alvo permitindo maior cobertura e conseqüentemente maior potencial de eficiência dos fungicidas. Dessa forma, os adjuvantes surgiram com o propósito de auxiliar na eficiência da aplicação e de outros materiais a serem mais eficientes (HAZEN, 2000) e são utilizados para assegurar que cada gota de água contenha quantidade similar do ingrediente ativo. Cunha & Peres (2010) em seu estudo observaram que o uso do adjuvante resultou em maior densidade de gotas nos terços médio e superior do dossel e maior produtividade. No entanto, seu comportamento em relação à qualidade da pulverização variou dependendo da ponta empregada.

Quando comparamos a aplicação com o adjuvante (T2) no terço inferior ao não uso de adjuvante (T1), podemos observar respectivamente um aumento médio na DG de 291,51% (Figura 1b). É válido destacar que a qualidade da aplicação está diretamente relacionada a uniformidade, homogeneidade e densidade de gotas depositadas na superfície foliar, e conseqüentemente sua aderência resultando em uma deposição adequada de do ingrediente ativo (DEBORTOLI, 2008).

Segundo Cunha et al., 2006 o desenvolvimento das doenças, principalmente as fúngicas, iniciam-se no terço inferior das plantas de soja, visto que neste local estão as folhas mais velhas e em função do fechamento das entre linhas haverá condições de temperatura e umidade adequada para o desenvolvimento de tais patógenos. Portanto, ao adicionar o adjuvante à calda os resultados encontrados para a área coberta e densidade de gotas promoveu um efeito positivo na dinâmica das gotas, corroborando com os resultados encontrados por Yu et al. (2009). Adicionalmente este efeito pode ser justificado pois a formação das gotas pode ser significativamente alterada com o uso de adjuvantes, visto que estes produtos alteram a tensão superficial e viscosidade (CUNHA et al. 2010).

Adicionalmente o uso do adjuvante promoveu um aumento em 49,76% no VA, no terço inferior das plantas de soja (Figura 2a). Os fungicidas por serem transportados via xilema precisam ser depositados preferencialmente no

terço inferior das plantas de soja. Portanto o uso de adjuvante interfere em diversos processos assim como a homogeneidade do espectro de gotas e a redução do potencial de risco deriva, permitindo assim uma maior deposição do volume aplicado no terço inferior nas plantas (MOTA, 2011), assim como ocorreu neste trabalho.

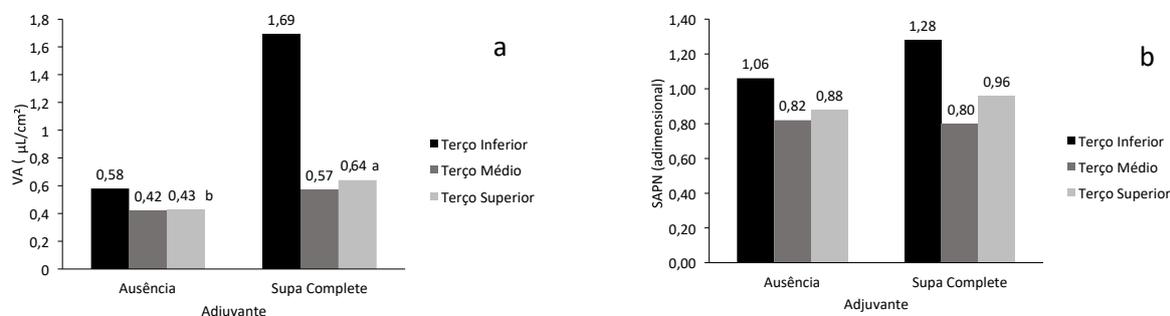


Figura 2. (a) Valores médios para volume aplicado (VA) e (b) amplitude relativa (SPAN) em função da ausência e presença de adjuvante, Safra 2020/21, Rio Verde-Goiás. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo Autor

É importante destacar que o volume aplicado está diretamente relacionado com o sucesso das aplicações fitossanitárias, visto que o aumento do diluente irá proporcionar maior espalhamento do ingrediente ativo. Neste caso pode-se observar que a não utilização de adjuvante refletiu em diminuição do volume aplicado no terço superior, médio e inferior (Figura 2 a).

A uniformidade de cobertura é uma característica dependente da uniformidade do tamanho das gotas (BAIO, GABRIEL e CAMOLESE, 2015), neste caso a amplitude relativa (índice SPAN) não foi influenciada pelos tratamentos empregados (Figura 3 b). No entanto é válido destacar que o ensaio foi realizado pulverizador costal com pressurização por CO₂ e velocidade de deslocamento de 7,2 km h⁻¹ o que pode ter contribuído com o espectro pouco homogêneo das gotas pulverizadas. No entanto é importante destacar que a amplitude relativa ou índice SPAN é uma escala adimensional calculada a partir da diferença entre D_v 0,9 e D_v 0,1 pelo D_v 0,5 portanto quanto menor é o SPAN mais uniformes é o espectro de gotas (FERREIRA et al., 2013; SASAKI et al., 2015^a BAIO, GABRIEL e CAMOLESE, 2015).

No terço superior o uso de adjuvantes promoveu um aumento médio de 12,16% no DMV (Figura 5), resultado considerado importante no manejo das pulverizações O DMV representa o tamanho médio das gotas produzidas, ou seja, divide o espectro de gotas em dois volumes iguais, em um lado somente com gotas maiores ao DMV e em outro lado, com gotas menores (VIANA et al., 2010; FERREIRA et al., 2013). Portanto, com o aumento do DMV pode-se concluir que o adjuvante promoveu um agrupamento de gotas com baixo DMV, chamada de gotas satélites e com alto potencial de deriva.

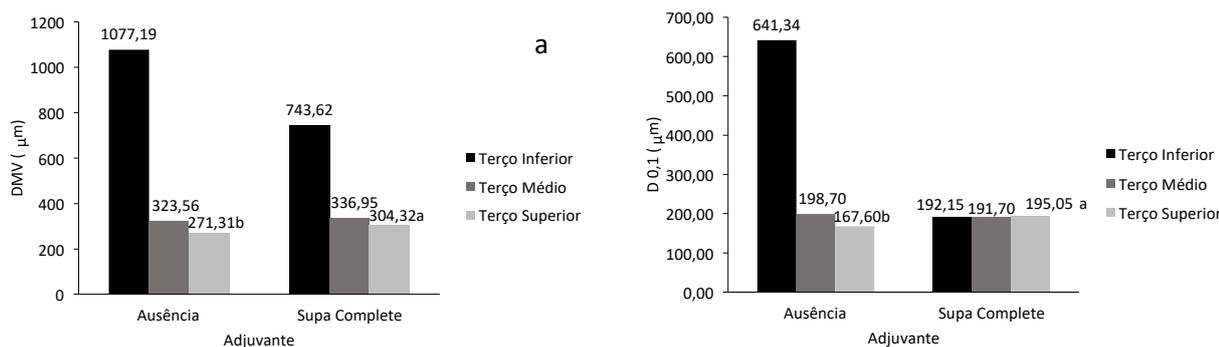


Figura 3. (a) Valores médios para o diâmetro médio volumétrico (DMV) e (b) diâmetro volumétrico acumulado de 10% (D 0,1) em função da ausência e presença de adjuvante, Safra 2020/21, Rio Verde-Goiás. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo Autor

Diferentes estudos mostram que não há uma concordância quanto a ação dos adjuvantes sobre o DMV, sendo que esta ação em pulverizadores pneumáticos reduz o DMV e o oposto é visto com pontas de indução de ar (SASAKI et al, 2015b; MOTA & ANTUNIASSI, 2013). Em contrapartida, o estudo realizado por Nascimento et al. (2012) mostra redução do DMV com uso de óleo vegetal quando comparado ao óleo mineral com pontas de indução de ar e o oposto é observado com pontas de pré-orifício. Desta forma, este trabalho não entra em concordância com as demais pesquisas, possivelmente pelo fato da ponta empregada ser do tipo cone cheio (LANDIM, 2018). No terço superior a influência do uso de adjuvantes promoveu um aumento médio de 16,38% no D ,01 (Figura 3 b). Além disto o diâmetro volumétrico acumulado de 90% (D 0,9) diâmetro mediano numérico (DMN) não foram influenciados pelos tratamentos empregados.

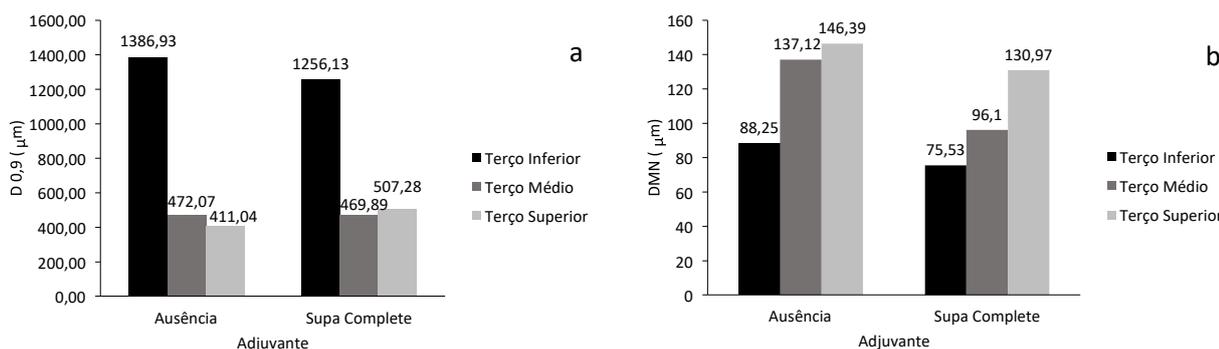


Figura 4. (a) Valores médios para o diâmetro volumétrico acumulado de 90% (D 0,9) e (b) diâmetro mediano numérico (DMN) em função da ausência e presença de adjuvante, Safra 2020/21, Rio Verde-Goiás. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo Autor

O uso de adjuvantes na calda de aplicação pode promover modificações físico-químicas que podem influenciar na deposição de calda sob o alvo (ANDRADE; FERREIRA; IOST & RAETANO, 2010; MASSINON &

LEBEAU, 2013). Os adjuvantes podem atuar de maneira diferente entre si, promovendo melhoras nas características do líquido e da superfície foliar (CUNHA & PERES, 2010). Dessa forma, mesmo que os dados de uniformidade de gotas já tenham sido apresentados em vários estudos (CARVALHO et al., 2017; FERGUSON et al., 2016; GRIESANG et al., 2017), a relação dessas informações com a qualidade.

As perdas em função da temperatura e da umidade são eminentes durante a aplicação fitossanitária, por isto é importante conhecer as características da pulverização e das pontas empregadas (CONTIERO; BIFFE; CATAPAN, 2018). Por sua vez, a literatura aponta que volumes com diâmetro de gotas de diâmetros menores que 100 µm possuem um alto potencial de risco de deriva (CONTIERO; BIFFE; CATAPAN, 2018) Portanto o conhecimento de tais características e o emprego dos adjuvantes agrícolas podem mitigar tais efeitos.

CONCLUSÃO

O uso do adjuvante demonstrou grande potencial de uso para a aplicação de fungicidas, visto que promoveu um aumento no volume depositado, na área coberta e no diâmetro médio volumétrico das gotas pulverizadas no terço inferior das plantas de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação** - Campinas, São Paulo: Linea Creativa, 2004.
- ANDRADE D. J.; FERREIRA M. C.; SANTOS N. C. Efeito da adição de óleos ao acaricida cyhexatin sobre o ácaro *Brevipalpus phoenicis* e na retenção de calda por folhas de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1055-1063, 2010.
- ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Ed. Aldeia Norte, Passo Fundo-RS, p. 221-239, 2011.
- BAIO, F. H. R.; GABRIEL, R. R. F.; CAMOLESE, H. DA S. Alteração das propriedades físicoquímicas na aplicação contendo adjuvantes. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 2, p. 151-161, 2015.
- 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 (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Ed. Aldeia Norte, Passo Fundo-RS, 2011, p. 51-82.
- CARVALHO, F.K.; CHECHETTO, R. G.; MOTA, A. A. B.; ANTUNIASSI, U. R. Characteristics and challenges of pesticide spray applications in Mato Grosso, Brazil. **Outlooks on Pest Management**, v. 28, n. 1, p. 1-4, 2017.
- CONTIERO, R. L.; BIFFE, D. F.; CATAPAN, V. **Tecnologia de Aplicação**. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto** [online]. Maringá: EDUEM, 2018, p. 401-449.
- COTA, L. V.; DA COSTA, R. V.; DA SILVA, D. D.; LANZA, F. E. Recomendação para o controle químico da antracnose foliar do sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2011.
- CUNHA, J. P. A. R. D.; PERES, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010.

CUNHA, J. P. A. R. da; MOURA, E. A. C.; SILVA JUNIOR, J. L.; ZAGO, F. A.; JULIATTI, F. C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008.

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, n. SPE, p. 1153-1158, 2010.

CUNHA, J. P. A. R.; JULIATTI, F. C.; REIS, E. F. DOS. **Tecnologia de aplicação de fungicida no controle da ferrugem asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em minas gerais e goiás**. Biosci. J., Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 950-957, Jul/Ago. 2014.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F. DOS; SANTOS, R de O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e volume de calda. **Ciência Rural**, v. 36, n. 05, p. 1360-1366, 2006.

DE SOUZA, A.; LOURENZANI, W. L.; QUEIROZ, T. R. **Análise da evolução da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. In XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, São Carlos, São Paulo, 2010.

DEBORTOLI, M. P. **Efeito do rainfastness e adjuvante na aplicação de fungicidas foliares em cultivares de soja**. 2008. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

FERGUSON, J. C.; CHECHETTO, R. G.; HEWITT, A. J.; CHAUHAN, B. S.; ADKINS, S. W.; KRUGER, G. R.; O'DONNELL, C. C. Assessing the deposition and canopy penetration of nozzles with different spray qualities in an oat (*Avena sativa* L.) canopy. **Crop Protection** v. 81, n. 1, p. 14–19, 2016.

FERREIRA, M. C. **Crítérios para o início das aplicações de fungicidas e desempenho de pontas de pulverização no controle da ferrugem asiática da soja**. 93 f. 2012. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2012.

FERREIRA, M. DA C; LASMAR, O.; DECARO, JR. S. T.; NEVES, S. S.; AZEVEDO, L.H. Quality of insecticide application on peanut (*Arachis hypogaea* L.) with and without adjuvants in the spraying liquid, under simulated rain. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1431– 1440, 2013.

GARCIA, A. Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos. **Embrapa Rondônia-Documentos (INFOTECA-E)**, 1999.

GRIESANG, F.; DECARO, R. A.; DOS SANTOS, C. A. M.; SANTOS, E. S.; DE LIMA ROQUE, N. H.; DA COSTA FERREIRA, M. How Much Do Adjuvant and Nozzles Models Reduce the Spraying Drift? Drift in Agricultural Spraying. **American Journal of Plant Sciences**, v. 08, n. 11, p. 2785–2794, 2017.

HAZEN, J. L. Adjuvants – terminology, classification, e chemistry. **Weed Technology**, v. 14, n. 1, p. 773-784, 2000. IOST C. A. R.; RAETANO, C. G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfactantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 670-680, 2010.

IOST, C. A. R. **Efeito de adjuvantes nas propriedades físico-químicas da água e na redução de deriva em pulverizações sobre diferentes espécies de plantas daninhas**. 2008. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

LANDIM, T. N. (2018). Adjuvantes e taxas de aplicação na pulverização de fungicida na cultura da soja. MASSINON M.; LEBEAU, F. Review of physicochemical processes involved in agrochemical spray retention. **Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement**, v. 17, n.3, p. 494-504, 2013.

MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. Manual de aplicação de produtos fitossanitários. **Viçosa: Aprenda fácil**, 2010.

MOTA, A. A. B. **Quantificação do ar incluído e espectro de gotas de pontas de pulverização em aplicações com adjuvantes**. 2011. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

MOTA, A. A. B.; ANTUNIASSI, U. R. Influência de adjuvantes no espectro de gotas de ponta com indução de ar. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 28, n. 1, 2013. p. 1-5.

NASCIMENTO, A. B.; OLIVEIRA, G. M.; BALAN, M. G.; HIGASHIBARA, L. R.; ABI SAAB, O. J. G. Deposição de glifosato e utilização de adjuvante para diferentes pontas de pulverização e horário de aplicação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 105-116, 2012.

RAETANO, C. G. Assistência de ar em pulverizadores de barras: interferências e potencial de uso no sistema de plantio direto. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Ed. Aldeia Norte, Passo Fundo-RS, 2011, p. 105-122.

SANTOS, P. S. J. DOS. **Estudo da sistemicidade e tenacidade de epoxiconazol, piraclostrobina e fluxapiraxade em plantas de soja e videira**. 2016. 151 p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2016.

SASAKI, R. S.; TEIXERA, M. M.; SANTIAGO, H.; MADUREIRA, R. P.; MACIEL, C. F. S.; FERNANDES, H. C. Adjuvantes nas propriedades físicas da calda, espectro e eficiência de eletrificação das gotas utilizando a pulverização eletrostática. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p. 27, 2015a.

SASAKI, R.S.; TEIXEIRA, M. M.; SANTIAGO, H.; MADUREIRA, R. P.; MACIEL, C. F. S.; FERNANDES, H. C. 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, 2015b.

SILVA, T. M. B. **Tecnologia de aplicação aérea de fungicidas na cultura do arroz irrigado**. 63 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

STEFANELLO, M. T. **Comportamento de fungicida em plantas de soja submetidas a diferentes regimes hídricos e horários de aplicação**. 2014. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

YU, Y.; ZHU, H.; OZKAN, H. E.; DERKSEN, R. C.; KRAUSE, C. R. Evaporation and deposition coverage area of droplets containing insecticides and spray additives on hydrophilic, hydrophobic, and crabapple leaf surfaces. **Transactions of the ASABE**, v. 52, n. 1, p. 39-49, 2009.