

## INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE ADJUVANTE NO ESPECTRO DE GOTAS EM PONTA DE ENERGIA CENTRÍFUGA

JHONATAN DIEGO CAVALIERI<sup>1</sup>, CARLOS GILBERTO RAETANO<sup>2</sup>, RONALDO PORTO MADUREIRA<sup>3</sup>, LAIS LORENA QUEIROZ MOREIRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Proteção de Plantas) na FCA/UNESP, Botucatu-SP, (14) 98120 0694, e-mail: [jdcavaliere@gmail.com](mailto:jdcavaliere@gmail.com);

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Professor Adjunto da FCA/UNESP, Botucatu-SP;

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola na UFV, Viçosa-MG.

<sup>4</sup> Eng. Agrônoma, Doutorando em Agronomia (Agricultura) na FCA/UNESP, Botucatu-SP;

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Adjuvantes são componentes que podem alterar as características da população de gotas da pulverização. Sendo assim, objetivou-se estudar o espectro de gotas produzido por uma ponta de energia centrífuga em diferentes concentrações de adjuvante. Para isso, foi utilizado o atomizador rotativo de disco, modelo TurboTrator (TT-88B). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: quatro concentrações de adjuvante (óleo vegetal), correspondendo a: 5; 10; 15 e 20 % do volume de calda e testemunha (sem a adição de adjuvante) em quatro repetições. Foram comparados o espectro e a uniformidade das gotas produzidas, por meio de analisador de partículas a laser. Determinou-se o valor dos seguintes parâmetros: Dv 0.1; DMV ou Dv 0.5; Dv 0.9, amplitude relativa (SPAN) e porcentagem de gotas menores que 100 µm. O espectro de gotas, amplitude relativa e porcentagem de gotas suscetíveis a deriva foram influenciados pela concentração do adjuvante; o aumento da concentração de óleo vegetal até 15% aumentou o tamanho das gotas, com menor amplitude relativa e menor porcentagem de gotas propensas a deriva.

**PALAVRAS-CHAVE:** atomizador rotativo de disco, pulverização, óleo vegetal.

### INFLUENCE OF ADJUVANT CONCENTRATION ON DROPLETS SPECTRUM WITH CENTRIFUGAL ENERGY NOZZLE

**ABSTRACT:** Adjuvants are components that can alter the characteristics of the population of droplets formed in a spray. Thus, the objective was to study the spectrum of droplets produced by a centrifugal energy nozzle at different adjuvant concentrations. For this, we used spinning disc atomizers, Turbo Tractor (TT-88B). The experimental design was a randomized block with four replications and treatments consisted of four adjuvant concentrations (vegetable oil), corresponding to: 5, 10, 15, 20% of the spray volume, and a control (without addition of adjuvant) in four repetitions. Spectrum and uniformity of the droplets produced by means of laser particle analyzer were compared. It was determined the value of the following parameters: Dv 0.1; DMV or Dv 0.5; Dv 0.9, relative amplitude (SPAN) and percentage of droplets less than 100 micron. The droplet spectrum, relative amplitude and percentage of droplets prone to drift were influenced by the concentration of the adjuvant; Increasing the concentration of the vegetable oil up to 15% reduced the percentage of droplets prone to drift, in addition to increasing the size and uniformity of droplet spectrum.

**KEYWORDS:** spinning disc atomizers, spraying, vegetable oil.

## INTRODUÇÃO

No processo de pulverização por energia centrífuga, as gotículas líquidas são formadas a partir da borda de discos situados no final do circuito hidráulico, depositando-se sobre os alvos principalmente por gravidade. Na maioria dos casos, os discos rodam em torno de um eixo horizontal e a superfície de libertação da pulverização é perpendicular ao solo, ou a um pequeno ângulo. Dessa forma, as gotas são libertadas aproximadamente na vertical.

Nesta modalidade de aplicação o tamanho das gotas pode ser ajustado de acordo com o alvo objetivo de controle, através da variação da velocidade de rotação do disco. A pulverização pode ser mais eficaz do que a pulverização hidráulica em termos de utilização de produtos químicos e diluente (CLAYTON, 1993).

Segundo DI OLIVEIRA et al. (2010), esses equipamentos possuem vantagens importantes, uma vez que se eliminam as gotas muito pequenas (causadoras de deriva) e as muito grandes (que se perdem por escorrimento), podendo ser selecionados tamanhos de gotas mais efetivos para determinada aplicação.

Em termos gerais, os atomizadores rotativos de discos são pontas que giram a alta velocidade, fracionando o líquido em gotas uniformes, com tamanho de gotas pequeno, entre 100 e 200  $\mu\text{m}$ . Este sistema é a base da tecnologia conhecida como Sistema BVO<sup>®</sup> - Baixo Volume Oleoso, desenvolvido pelo CBB em 1998, que trabalha com aplicações de baixos volumes de calda, situando-se entre 10 - 40 L ha<sup>-1</sup>, com adição obrigatória de óleos vegetais ou adjuvantes, responsáveis por reduzir a evaporação das gotas, permitindo a aplicação de gotas finas (Monteiro, 2007), além de proporcionar benefícios no aumento da uniformidade das gotas pulverizadas (Cunha, 2003).

Antuniassi (2009), comenta que o processo de formação de gotas a partir da ponta (bico) pode ser significativamente alterado pela modificação de características físicas da calda, notadamente pelo uso de certas formulações e pela adição de adjuvantes. Assim, fatores básicos como tamanho e espectro de gotas podem ser alterados de maneira mais significativa por variações na calda do que pela própria troca das pontas de pulverização. Por este motivo, o uso de aditivos de calda deve ser precedido de um rigoroso estudo das reais necessidades do sistema de aplicação.

À medida que se deseja aumentar a qualidade da pulverização, deve-se exigir mais do desempenho dos bicos e, especialmente, da homogeneidade do espectro de gotas, sendo esta caracterizada em função da amplitude relativa. Espectro de gotas homogêneo tem valor de amplitude relativa tendendo à zero (Cunha, 2003).

A seleção concentração adequada do adjuvante pode diminuir significativamente o risco de deriva da pulverização agrícola (Rone et al, 2013). O estudo da concentração de adjuvante é importante uma vez que as propriedades físicas e químicas pode determinar as suas funções e dependerá da proporção relativa de cada componente da mistura, incluindo água (STOCK & BRIGGS, 2000, Antuniassi et al., 2010). Um número considerável de trabalhos tem sido desenvolvido com o intuito de avaliar o efeito dos adjuvantes no espectro de gotas e potencial de deriva, no entanto, poucos trabalhos têm sido destinados para determinar a concentração mais adequada de adjuvante para o uso econômico e eficiência da pulverização.

Diante disso, objetivou-se estudar o espectro e a uniformidade das gotas produzidas por uma ponta de energia centrífuga em diferentes concentrações de adjuvante.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises do Tamanho de Partículas (LAPAR), do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal – SP.

Avaliou-se o espectro das gotas produzidas a partir de um atomizador rotativo de disco, modelo Turbo Trator (TT-88B), fabricado pelo Centro Brasileiro de Bioaeronáutico. Os tratamentos constituíram-se de quatro concentrações de adjuvante óleo vegetal emulsionável (NATUR'L ÓLEO<sup>®</sup>), correspondentes a: 5; 10; 15; 20 % do volume de calda e uma testemunha (sem a adição de adjuvante). Nos tratamentos que utilizaram óleo vegetal foi adicionado 0,5% do emulsificante nonil fenoxi poli etanol (AGRAL<sup>®</sup>), sendo este produto necessário para manter a calda homogênea

durante o tempo de avaliação. Foram selecionados quatro exemplares de bicos e do conjunto ponta – core, cada qual correspondente a uma repetição.

O espectro e uniformidade de gotas foram avaliados por meio de aparelho medidor de tamanho de partículas em tempo real (Malvern Mastersizer S, versão 2.19). O equipamento dispõe de uma unidade óptica constituída por uma lente focal (300 mm), capaz de analisar gotas na faixa de 0,5 a 900 µm. Nesse equipamento, a unidade óptica determina o diâmetro das gotas do espectro pulverizado por meio do desvio de trajetória que sofrem os raios de um feixe de laser ao atingi-las. O desvio que o laser sofre depende do tamanho da partícula. Quanto menor a partícula, maior é o grau de difração que o raio de luz sofre (ETHERIDGE et al., 1999). As condições ambientais durante o experimento foram: temperatura do ar 23,5 °C; umidade relativa do ar de 60% e ausência de ventos.

O bico rotativo foi posto em funcionamento lateralmente ao feixe de laser e uma coifa foi instalada para que as gotas, ao saírem do disco, não atingissem a lente do aparelho e prejudicassem a leitura. O tempo de leitura calibrado para a repetição do jato aspergido por esse bico foi de um segundo.

No momento da pulverização, a pressão foi mantida constante em 414 kPa, utilizando-se de ar comprimido, advindo de um compressor controlado com regulador de pressão de precisão, operado manualmente, munido de manômetro analógico, de forma semelhante à empregada por FERREIRA et al. (2007). A vazão do equipamento foi controlada pela combinação do conjunto ponta – core (D2 -13), do tipo jato cônico “Disc Type TEEJET” da série D. A rotação dos discos foi regulada por meio de um controlador eletrônico ajustado para a produção de gotas médias e em conexão a uma bateria de 12 volts, conferiu rotação de 5900 rpm.

Determinou-se o valor médio dos seguintes parâmetros:  $Dv_{0,1}$  – diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor;  $Dv_{0,5}$  – diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor, também conhecido como diâmetro da mediana volumétrica (DMV);  $Dv_{0,9}$  – diâmetro de gota tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor e  $Dv < 100 \mu m$  – percentagem do volume de gotas pulverizado com diâmetro inferior a 100 µm.

A amplitude relativa (SPAN) foi determinada utilizando-se a equação (1):

$$SPAN = \frac{Dv_{0,9} - Dv_{0,1}}{Dv_{0,5}} \quad (1)$$

Para a análise estatística dos dados de espectro de gotas, considerou-se o experimento em delineamento inteiramente casualizado. Para verificar o efeito das concentrações de óleo no espectro e uniformidade das gotas produzidas foi aplicado teste F para a análise de variâncias e, quando pertinente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta os parâmetros  $Dv_{0,1}$ ,  $Dv_{0,5}$  e  $Dv_{0,9}$  referentes ao espectro de gotas formado pela ponta de energia centrífuga em diferentes concentrações de óleo vegetal. Observa-se que a pulverização por este equipamento proporcionou a produção de gotas muito fina a fina, seguindo a classificação adotada pela ASABE (2009), com gotas situadas entre 60 a 180 µm. Estes dados estão de acordo com os encontrados por Cavalieri et al. (2012); Madureira et al. (2012) e Holland et al., (1997).

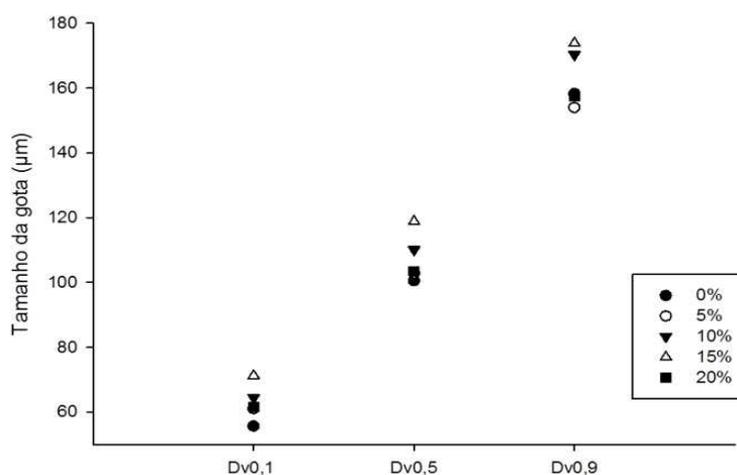


FIGURA 1. Espectro de gotas (Dv0,1; Dv0,5 e Dv0,9) formado em função de diferentes concentrações de óleo vegetal.

De acordo com a tabela 1, o valor médio do parâmetro Dv0,1 obtido a partir da calda sem a adição de óleo (testemunha) diferiu significativamente apenas do tratamento com 15% de adjuvante. A mesma diferença foi obtida para o valor médio do parâmetro Dv0,5, porém, não houve diferença entre os tratamentos com relação ao parâmetro Dv0,9. Esses resultados evidenciam que o aumento da concentração do óleo vegetal foi responsivo até 15% do volume correspondente a calda, a partir do qual, a adição de óleo poderia representar desperdício do produto quando objetiva-se o aumento do tamanho das gotas. Por outro lado, a ausência de adjuvante apresentaria maiores prejuízos com relação a perdas por deriva em aplicações a campo. Apesar do espectro fino gerado pelo atomizador ser considerado negativo sobre o ponto de vista de perdas por deriva, este espectro é mais eficiente na distribuição e penetração do líquido pulverizado (BAYER et al., 2012; CUNHA et al., 2011), sendo particularmente interessante para controle de alvos biológicos localizados internamente ao perfil das plantas, onde pontas hidráulicas normalmente apresentam menor depósito (CUNHA et al., 2011).

TABELA 1. Espectro de gotas (Dv0,1; Dv0,5 e Dv0,9) formado em função de diferentes concentrações de adjuvante.

% Óleo	Dv0,1*	Dv0,5*	Dv0,9*
0	55,69 a	100,50 a	158,28 a
5	61,05 ab	102,85 a	153,99 a
10	64,39 ab	110,13 ab	170,25 a
15	71,24 b	118,80 b	173,83 a
20	61,66 ab	103,48 a	157,47 a

\* Letras minúsculas distintas presentes nas colunas, diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A figura 2 diz respeito a uniformidade das gotas produzidas pela pontas centrífuga nas diferentes concentrações de adjuvante. A partir do gráfico é possível observar que não houve relação funcional entre a amplitude relativa (SPAN) e a porcentagem de óleo, no entanto, observa-se diferença significativa da amplitude relativa com relação as concentrações de óleo vegetal. Para este parâmetro a concentração de 15% de óleo vegetal resultou em maior uniformidade do espectro (SPAN: 0,85), portanto, maior qualidade da pulverização, quando comparado a testemunha (SPAN: 1,03).

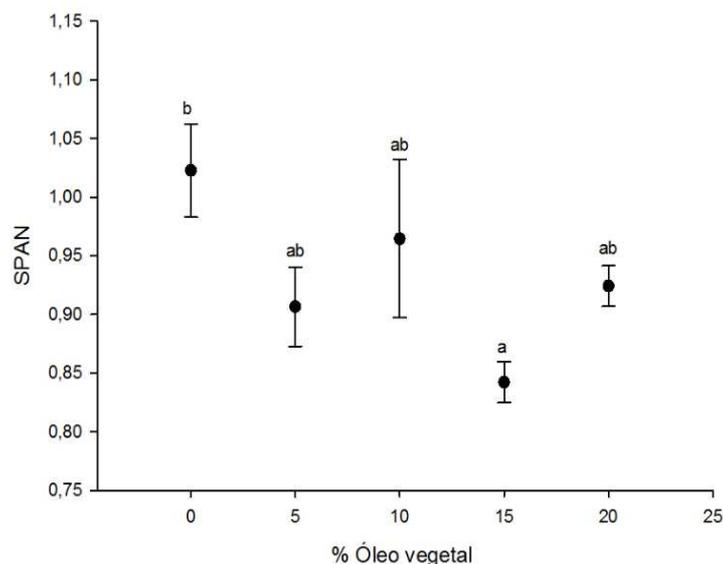


FIGURA 1. Uniformidade das gotas produzidas (SPAN) formado em diferentes concentrações de óleo vegetal.

A figura 3 apresenta a relação entre o potencial risco de deriva da pulverização e a concentração de óleo vegetal. Observa-se a diminuição da porcentagem de gotas suscetíveis a deriva a medida do aumento da concentração de óleo vegetal até a 15%. Denota-se que a concentração de 15% de óleo foi mais eficiente em reduzir a porcentagem de gotas suscetíveis à deriva, diferindo significativamente da testemunha (% gotas < 100 μm: 50) e do tratamento com 20% de óleo (% gotas < 100 μm: 47)

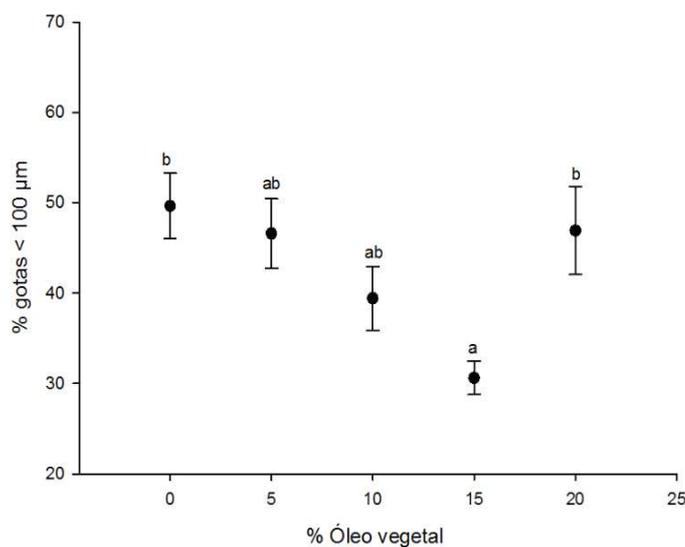


Figura 3. Porcentagem de gotas menores que 100 μm, formadas a partir de diferentes concentração de óleo vegetal.

## CONCLUSÕES

A utilização de adjuvante a base de óleo vegetal mantém a pulverização com espectro mais uniformidade e reduz o potencial risco de deriva;

O aumento da concentração de óleo adjuvante não apresentou resposta funcional entre os parâmetros relacionados ao espectro de gotas;

A concentração de 15% de óleo vegetal é considerada mais adequada nas condições do

presente estudo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida ao primeiro.

Ao Centro Brasileiro de Bioaeronáutica (CBB), pela concessão dos equipamentos utilizados no presente estudo.

## REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, Ulisses Rocha. Qualidade em Tecnologia de Aplicação de Defensivos. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2009, Salvador. **Qualidade em Tecnologia de Aplicação de Defensivos**. Salvador, 2009. p. 1 - 6.

Asabe (Comp.). **Droplet Chart/ Swlwtction Guide**. 442. ed. Virginia: Virginia Cooperative Extension, 2009. 2 p. (031).

BAYER, T. et al. Aplicação aérea de fungicidas na cultura do arroz irrigado com diferentes bicos de pulverização. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 42, n. 12, p.2185-2191, dez. 2012.

CAVALIERI, J. D. et al. Influência da pressão de trabalho no espectro de gprodizadas em bicos de energia centrífuga. In: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA. **Resumo...**Londrina, Paraná: SBEA, 2012. CD-Rom.

CUNHA, João Paulo Arantes da et al. Avaliação de Estratégias para Redução da Deriva De Agrotóxicos Em Pulverizações Hidráulicas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, Sp, v. 21, n. 2, p.325-332, 11 ago. 2003.

CUNHA, J. P. A. R. Da et al. deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, São Paulo, v. 31, n. 2, p.343-351, mar. 2011.

CLAYTON. J. S. **Ground Spraying Requirements for Locust Control**. International Workshop on research and planning for desert locust control. Marrakech, Morroco, 24-28 May, 1993.

HOLLAND et al. A comparison of spinning disc atomisers and flat fan pressure nozzles in terms of pesticide deposition and biological efficacy within cereal crops. **Crop Protection**, v. 16, n. 2, p. 179-185, 1997.

OLIVEIRA, J. R. G. Di et al. Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *Pseudoplusia includens*. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, n. , p.92-99, jan. 2010.

OLIVEIRA, Rone B. et al. Potential of Adjuvants to Reduce Drift in Agricultural Spraying. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, Sp, v. 34, n. 5, p.986-992, ago. 2013.

MADUREIRA, R. P. et al. Espectro de gotas produzido por pontas hidráulica e atomizador rotativo com o uso de adjuvantes. In: X Congreso Latinoamericano y Del Caribe de Ingeniería Agrícola 10, 2012. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 41 - CONBEA 2012. **Resumos...**Londrina, Paraná: SBEA, 2012. CD - ROM.

STOCK, D.; BRIGGS, G. Physiochemical properties of adjuvants: values and applications. **Weed**

**Technology.** Champaign, v.14, p. 798-806, 2000. ETHERIDGE et al., 1999