

Avaliação de um sistema de pulverização centrífuga para determinação de parâmetros rastreáveis na aplicação de agrotóxicos

**Renato Adriane Alves Ruas¹; Mauri Martins Teixeira¹; Haroldo Carlos Fernandes¹
Antônio Alberto da Silva¹; Rogério Faria Vieira².**

¹Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola, Viçosa, MG, Cep.: 36570-000.

²EPAMIG, Vila Gianetti, 46, Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Cep.: 36570-000.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar um sistema de pulverização centrífugo para determinação de parâmetros rastreáveis na aplicação de agrotóxicos. A estrutura permitia o deslocamento do pulverizador em diferentes velocidades e rotações. A avaliação consistiu na determinação dos espectros e populações de gotas proporcionadas pelo pulverizador, operando nas rotações do cone rotativo de 105; 157; 210; 262 e 315 rad s⁻¹ e velocidades de 0,5; 1,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 km h⁻¹. O diâmetro das gotas diminuiu com o aumento das rotações do cone rotativo e com as velocidades do pulverizador. A densidade de gotas apresentou resposta linear positiva com as rotações e resposta linear negativa com as velocidades do pulverizador. Concluiu-se que o sistema de pulverização centrífuga possibilitou obter espectros e populações de gotas uniformes (CH=1,29) de modo fácil e prático, podendo ser empregado na determinação de parâmetros rastreáveis para diversos tipos de aplicações de agrotóxicos.

Palavras-chaves: Pulverizadores, tecnologia de aplicação, rastreabilidade.

ABSTRACT - Evaluation of a centrifuge sprayer system for traceable parameters determination in pesticides application

The purpose of this study is evaluating a centrifuge sprayer system for traceable parameters determination in pesticides application. The structure permitted the sprayer dislocation in different speeds and revolutions. The evaluation consisted in the determination of spectrums and drops populations stemmed from the sprayer, operating in the rotative cone revolutions of 105; 157; 210; 262 and 315 rad s⁻¹ and speeds of 0,5; 1,0; 1,5; 3,0; 4,5 and 6,0 km h⁻¹. Drops diameters reduced with the increase of the rotative cone revolutions and with the sprayer speeds. Drops density showed positive linear response with revolutions and negative linear response with sprayer speeds. It was concluded that it's possible to obtain spectrums and uniformed drops populations by the centrifuge sprayer system in an easy and practical way, being used in traceable parameters determination for several pesticides application types.

Key words: sprayers, spray technology, traceability.

INTRODUÇÃO

Considerando-se a crescente demanda por alimentos livres de resíduos de agrotóxicos, torna-se muito importante a certificação das aplicações fitossanitárias a fim de assegurar ao consumidor, a qualidade dos produtos adquiridos. Para isso, é necessário que se invista no aprimoramento das técnicas de aplicação visando a determinação de parâmetros que sejam rastreáveis e permitam avaliar a qualidade das pulverizações. Os pulverizadores hidráulicos são os mais utilizados na aplicação de agrotóxicos, principalmente devido à maior uniformidade de distribuição volumétrica. Porém, esses equipamentos comumente produzem gotas de tamanhos variados, podendo resultar em elevadas perdas, contaminação de outras áreas, baixos níveis de controle e aumento do custo de aplicação. De acordo com Law (2001), a maioria das pulverizações proporciona perdas da ordem de 60 a 70 % do volume aplicado. Alguns equipamentos podem ser empregados na produção de gotas uniformes, tais como cones rotativos, micropipetas e agulhas vibratórias. Dentre estes equipamentos, os cones rotativos, utilizados nos pulverizadores centrífugos, produzem população de gotas com coeficientes de homogeneidade de 1,2 a 1,6, o que é excelente no que diz respeito à uniformidade dos diâmetros de gotas produzidas (LAGUNA, 2000). A velocidade de rotação e o diâmetro do cone rotativo, assim como a densidade aparente e a tensão superficial do líquido determinam o tamanho das gotas a serem produzidas pelos pulverizadores centrífugos (Equação 1) (HUANG *et al.*, 2006).

$$D = \frac{K}{W} \sqrt{\frac{\sigma}{d\rho}} \quad (1)$$

em que

- D = diâmetro da gota, cm;
- K = constante dependente do equipamento;
- W = velocidade angular do cone rotativo, rad s⁻¹;
- d = diâmetro do cone rotativo, cm;
- σ = tensão superficial do líquido, dina cm⁻¹;
- ρ = densidade do líquido, g cm⁻³.

Objetivou-se com este trabalho, avaliar um sistema de pulverização centrífuga, para determinação de parâmetros rastreáveis da aplicação de agrotóxicos, quanto ao espectro e população de gotas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa. O sistema de pulverização constituiu-se de uma barra de pulverização auto-deslizante equipada com um pulverizador centrífugo que era formado pelas seguintes partes: depósito de calda com capacidade de

12 L; registro para controle da vazão; mangueiras transparentes de 3/8"; motor de corrente contínua de 9 watts e tensão de 24 v e um cone rotativo horizontal cônico de 0,08 m de diâmetro, com bordas serrilhadas. Para variar a rotação do eixo do motor do pulverizador centrífugo, adaptou-se um potenciômetro entre o motor e a fonte de energia, de modo a variar a tensão de alimentação do motor. Foram determinados o espectro e a população de gotas proporcionadas pelo cone rotativo operando nas rotações de 105; 157; 210; 262 e 315 rad s⁻¹ e velocidades de 0,5; 1,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 km h⁻¹, com vazão de alimentação de 1,0 L min⁻¹. Em cada passada do pulverizador, posicionaram-se quatro etiquetas amostradoras de papel contact, com dimensões de 26 x 76 mm, ao longo da faixa de aplicação. Foi adicionado à água de pulverização o corante negro, marca Guarany, indicado para tintura de tecidos de algodão, a fim de proporcionar contraste nas etiquetas. Logo após a pulverização, as etiquetas foram coletadas e fotografadas e as imagens obtidas foram processadas no programa Image Tool, versão 2.0 Alpha 3. Determinou-se o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), que representa o diâmetro da gota que divide o volume pulverizado em duas partes iguais; o diâmetro da mediana numérica (DMN), que representa o diâmetro da gota que divide o número de gotas em duas partes iguais; o coeficiente de homogeneidade (CH), que representa a relação entre DMV e DMN e expressa a homogeneidade do tamanho das gotas. Determinou-se também a densidade de gotas (DEN), expressa em Gotas por cm⁻². Utilizou-se a Equação 2 para a correção da dispersão das gotas na etiqueta de papel contact (RODRIGUES, 2005).

$$Y=1,6454x-12,33 \quad (2)$$

em que

Y = diâmetro da mancha, µm; e

x = diâmetro da gota, µm.

Os tratamentos foram dispostos no fatorial 6 x 5 (6 velocidades e 5 rotações). Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e analisados por meio de análise de regressão múltipla. Para isso, utilizou-se o software SAEG 9.0 (Sistema de Análise Estatística e Genética - UFV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação do fatorial rotação e velocidade não foi significativa ao nível de 5 % pelo teste F, apresentando significância, apenas, o efeito simples dos fatores. As rotações proporcionaram a formação de DMV médios de 318 a 465 µm (Figura 1), enquanto as velocidades proporcionaram DMV médios de 292 a 498 µm (Figura 2). De modo geral, os dois fatores (rotação e velocidade) proporcionaram DMV com baixo potencial de deriva,

porém, com possibilidade de escoamento pelo alvo. O diâmetro das gotas diminuiu com o aumento das rotações do cone e das velocidades do pulverizador. Nas duas situações, as mudanças foram progressivamente menores, o que indica a existência de um limite mínimo de diâmetro, pois as curvas tenderam a se tornar assintóticas. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa (2002), que avaliou a fragmentação de líquido por meio de corrente de ar em alta velocidade. A tendência do surgimento de um diâmetro-limite proporcionado pelo aumento na rotação do cone do pulverizador centrífugo pode está relacionada à ação das forças externas e internas resultantes da resistência do ar e da tensão superficial da água, ocorridas durante o percurso das gotas no ar. O processo de fragmentação das gotas se inicia, quando a gota é lançada ao ar e parece continuar até que o diâmetro atinja um valor mínimo, que permita manter o equilíbrio das forças atuantes sobre a gota (TEUNOU e PONCELET, 2005). Ademais, quando o pulverizador se desloca em menores velocidades, ocorre sobreposição na deposição das gotas sobre o alvo, o que resulta em manchas maiores sobre a superfície amostradora. Ao aumentar a velocidade de deslocamento, a sobreposição das gotas diminui o que resulta em manchas com menores diâmetros. O espectro de gotas produzidas pelo dispositivo rotativo proporcionou CH de 1,29, valor este considerado muito bom pois, indica pequena variação no tamanho das gotas em torno de um diâmetro médio. Houve interação significativa entre as diferentes rotações e velocidades nas densidades de gotas, ao nível de 5 %, pelo teste F. Em geral, foram observadas maiores densidades de gotas à medida que as rotações foram aumentadas e as velocidades foram diminuídas (Figura 3). As rotações do cone de 105 a 157 rad s⁻¹ e velocidades de 3,0 a 6,0 km h⁻¹ proporcionaram densidade de até 30 gotas cm⁻². As maiores densidades variaram entre 150 e 180 gotas cm⁻², quando o pulverizador operou com rotações de 262 a 315 rad s⁻¹ e velocidades de 0,5 a 1,0 km h⁻¹. O aumento nas rotações do cone provocou diminuição no tamanho das gotas e, conseqüentemente, aumento na densidade de gotas. Por outro lado, quando se diminuiu a velocidade do pulverizador sobre o alvo, houve tendência a um número maior de gotas atingir o alvo, o que proporcionou maior densidade de gotas. Desta forma, foi possível obter elevadas densidades de gotas por cm⁻² (150 a 180) trabalhando-se com gotas grandes (490 µm) (Figura 3). Assim, pode-se concluir que o sistema de pulverização centrífuga possibilitou obter espectros e populações de gotas uniformes (CH=1,29) de modo fácil e prático, podendo ser empregado na determinação de parâmetros rastreáveis para diversos tipos de aplicações de agrotóxicos.

LITERATURA CITADA

COSTA, M. A. F. **Avaliação de desempenho operacional de um pulverizador pneumático costal motorizado utilizado no controle de mosquitos vetores de doenças**. 2002. 99p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP, 2002.

HUANG, L. X.; KUMAR K.; MUJUMDAR A. S. A. Comparative study of a spray dryer with rotary disc atomizer and pressure nozzle using computational fluid dynamic simulations. **Chemical Engineering and Processing**. v. 45, p. 461–470, 2006.

LAGUNA, A. **Maquinaria agrícola. Construcción, funcionamiento, regulaciones y cuidados**. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 361 p., 2000.

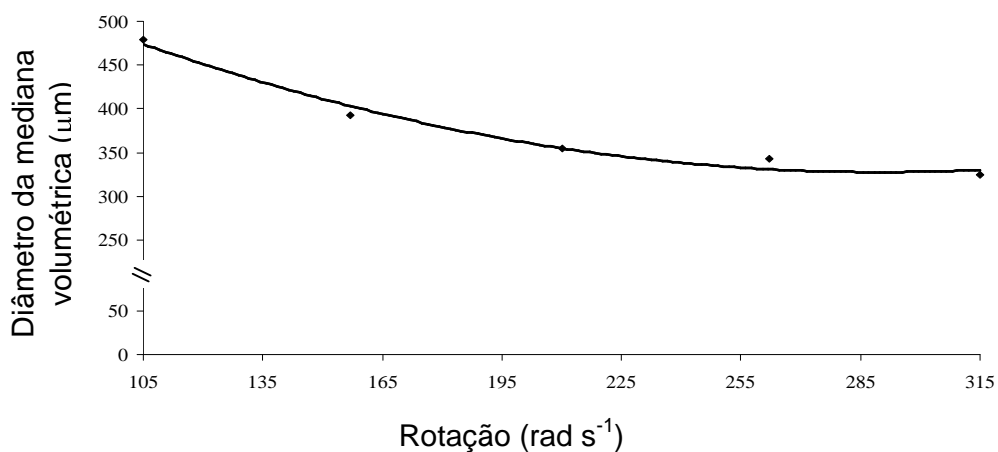
LAW, S. E., Agricultural electrostatic spray application: a review of significant research and development during the 20th century. University of Georgia, Athens, USA. **Journal of Electrostatics**, p. 25-42, 2001.

RODRIGUES, G. J. **Crítérios rastreáveis na aplicação de inseticida no controle do bicho mineiro do cafeeiro**. 2005. 118p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2005.

TEUNOU. E.; PONCELET D. Rotary disc atomisation for microencapsulation applications - prediction of the particle trajectories. **Journal of Food Engineering**. v. 71, n.2, p. 345-353, 2005.

AGRADECIMENTOS

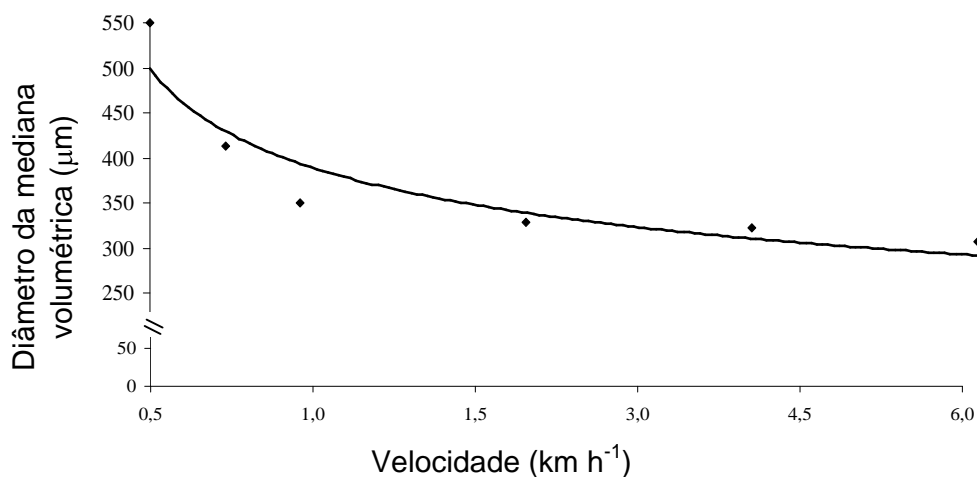
Apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.



$$DMV = 2348,5000 ROT^{-0,3477*} \quad R^2 = 96\%$$

*Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste t.

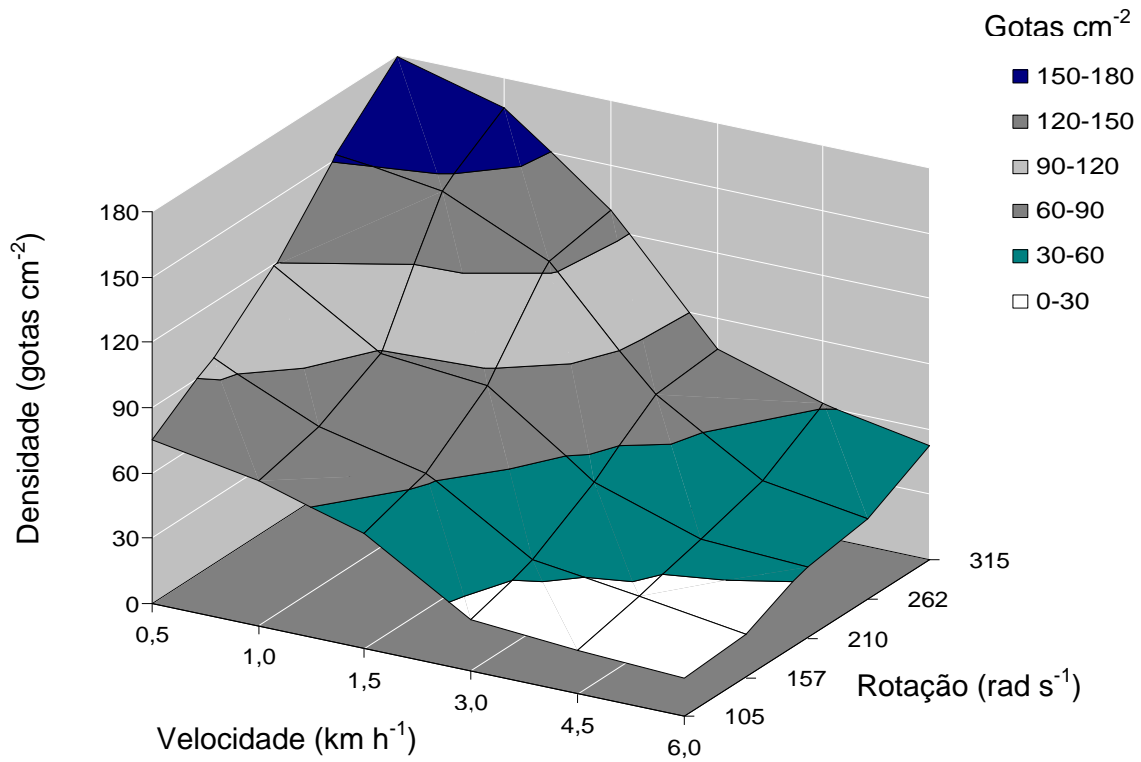
Figura 1 - Diâmetro da mediana volumétrica produzido pelo pulverizador centrífugo, operando em diferentes rotações do cone rotativo.



$$DMV = 429,6500 VEL^{-0,2155*} \quad R^2 = 88\%$$

*Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste t.

Figura 2 - Diâmetro da mediana volumétrica produzido pelo pulverizador centrífugo, operando em diferentes velocidades.



$$DEN = 49,6962 + 0,3400 * ROT - 17,1649 * VEL \quad R^2 = 89 \%$$

*Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste t.

Figura 3 - Densidade de gotas proporcionada pelo pulverizador centrífugo operando em diferentes velocidades e rotações do cone rotativo.