

DEPÓSITO E COBERTURA DA PULVERIZAÇÃO EM PLANTAS DE SOJA EM FUNÇÃO DO VOLUME DE APLICAÇÃO E DA ANGULAÇÃO DE BICOS DE ENERGIA CENTRÍFUGA

LILIAN LÚCIA COSTA¹, HENRIQUE BORGES NEVES CAMPOS², OLINTO LASMAR², MARCELO DA COSTA FERREIRA³

¹ Engenheira Agrônoma, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal/SP -Brasil, lilianlucosta@yahoo.com.br.

² Engenheiro Agrônomo, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal/SP.

³ Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal/SP.

Apresentado no
VI SINTAG - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação
09 a 11 de setembro de 2013 - Londrina/PR

RESUMO: O estudo e desenvolvimento de novas técnicas e equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários tornam-se indispensáveis à obtenção de melhor distribuição do depósito das gotas pulverizadas com o produto no alvo preconizado. Objetivou-se com este trabalho avaliar o depósito e a cobertura da pulverização em plantas de soja em função do volume de aplicação e da angulação de bicos de energia centrífuga na barra do pulverizador. O experimento foi conduzido em vaso, com plantas de soja, em área experimental da UNESP/FCAV. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 + 1, com quatro repetições. Os níveis dos fatores foram constituídos pelo resultado da combinação de volumes de aplicação (17, 35 e 50 L ha⁻¹) e angulação do bico de energia centrífuga na barra do pulverizador (60, 40 e 20°) e um tratamento adicional (bico de energia hidráulica e volume de aplicação de 150 L ha⁻¹). Nas posições superior e inferior das plantas de soja, verificou-se que não houve interação significativa entre o volume de aplicação e angulação do bico de energia centrífuga na barra do pulverizador. Isso significa que os fatores são independentes em relação ao depósito e cobertura da pulverização. Os maiores depósitos e cobertura da pulverização foram obtidos com o bico de energia hidráulica e volume de 150 L ha⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: baixo volume de calda, bico rotativo, *Glycine max* (L.), tecnologia de aplicação.

DEPOSIT AND COVERAGE OF SPRAYING IN SOYBEAN PLANTS AS A FUNCTION OF VOLUME OF APPLICATION AND THE CORNERSTONE OF POWER NOZZLE CENTRIFUGE

ABSTRACT: The study and development of new techniques and equipment for pesticide application become indispensable to achieve best spray distribution and placement of the product in the target. The aim of this research was to evaluate the spray deposit and coverage on soybean plants due to the application volume and angle nozzle centrifugal energy in the spray bar. The experiment was conducted in pots, with soybean plants in the experimental area of the UNESP/FCAV. The experimental design was completely randomized in a factorial 3 x 3 + 1, with four replications. Factor levels were set by the result of the combination of spraying volumes (17, 35 and 50 L ha⁻¹) and angle of rotary atomizer in the spray boom (60, 40 and 20°) and an additional treatment (hydraulic nozzle and spraying volume of 150 L ha⁻¹). In the upper and lower positions of the soybean plant it was found that there was no significant interaction between the spraying volume and angle of rotary nozzle in the spray boom. It means that the factors are independent in relation to the deposit and plant coverage. The largest deposit and coverage were obtained with the hydraulic nozzle and volume of 150 L ha⁻¹.

KEYWORDS: low spray volume, atomizer, *Glycine max* (L.), application technology.

INTRODUÇÃO: Necessidade de desenvolvimento das atuais técnicas de aplicação têm estimulado o estudo e desenvolvimento de alternativas para obter melhor distribuição da pulverização e colocação do produto no alvo (RAETANO, 2007). As pulverizações são realizadas predominantemente com pontas hidráulicas, cuja formação de gotas é desuniforme (CUNHA et al., 2007). Entretanto, novas técnicas de aplicação de produtos fitossanitários, usando volumes baixos e bicos de energia centrífuga estão sendo utilizados. Esses bicos são caracterizados pela produção de gotas de tamanho mais homogêneo e distribuição mais uniforme dos produtos fitossanitários no dossel da planta em relação aos bicos de energia hidráulica (NUYTTENS et al., 2007). Os bicos de energia centrífuga podem ser incluídos na categoria dos sistemas denominados CDA (Controlled Droplet Application). De acordo com Combellack e Harris (1978), CDA indica a produção e aplicação de gotas de tamanho adequado ao controle, com pequena variação no tamanho delas, independente do equipamento e volume de aplicação. Os bicos de energia centrífuga, mesmo apresentando vantagens importantes sobre os bicos de energia hidráulica, ainda carecem de informações científicas sobre a sua eficiência. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o depósito e cobertura da pulverização em plantas de soja em função do volume de aplicação e da angulação de bicos de energia centrífuga na barra do pulverizador.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em vasos com plantas de soja, cultivar “BRS Valiosa RR”, em área experimental da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, no ano agrícola 2011. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 + 1, com quatro repetições. Os níveis dos fatores foram constituídos pelo resultado da combinação de volumes de aplicação (17, 35 e 50 L ha⁻¹) e angulação do bico de energia centrífuga, modelo TurboTrator® TT-88B, da empresa CBB (Centro Brasileiro de Bioaeronáutica), na barra do pulverizador (60, 40 e 20°) (Figura 1).

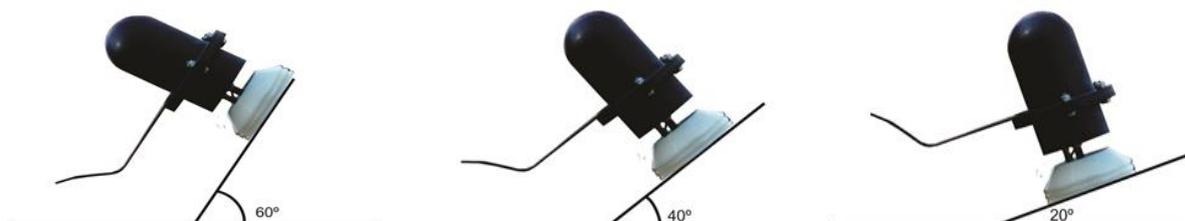


Figura 1. Posicionamento do bico de energia centrífuga na barra do pulverizador

A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi de 2 m s⁻¹ e as pressões utilizadas foram compatíveis ao bico e ao volume de calda utilizado para cada tratamento (Tabela 1). O espaçamento utilizado entre bicos foi de 1,40 m e altura de 0,50 m em relação ao alvo. A frequência utilizada foi de 103,33 Hz, utilizando o controlador na posição de rotação em “Gotas Médias”, demarcada no mostrador do equipamento pelo fabricante.

Tabela 1. Características das condições necessárias para obtenção dos tratamentos em estudo.

Bico de energia centrífuga		
Volume (L ha ⁻¹)	Pressão (kPa)	Núcleo/Disco
17	200	13/D2
35	150	25/D2
50	350	25/D2

No tratamento adicional (testemunha) foi utilizado o bico de energia hidráulica, equipado com ponta de pulverização modelo TT11002, operando na pressão de 400 kPa para aplicação do volume de 150 L ha⁻¹. O espaçamento entre bicos na barra foi de 0,5 m e altura de aplicação de 0,5 m em relação ao alvo. Cada unidade experimental foi constituída por 12 vasos de plástico com capacidade para cinco litros de solo. Foram semeadas 10 sementes por vaso, distribuídas homogeneamente à dois centímetros de profundidade. Posteriormente, fez-se o desbaste, mantendo quatro plantas por vaso. Para as avaliações de depósito e cobertura consideraram-se dois vasos centrais de cada parcela e uma planta de soja de cada vaso. Aos 52 dias da emergência da soja foi realizada uma aplicação de água + óleo mineral (Nimbus®) a 0,6%, simulando uma aplicação realizada no campo. Neste período, as plantas de soja apresentavam altura média do dossel de 74,6 cm, estágio R₁ de desenvolvimento de acordo com classificação de Ritchie et al.(1982) (início de florescimento). O pulverizador utilizado para a

aplicação do fungicida foi um modelo montado tratorizado fabricado pela K.O Máquinas Agrícolas. No momento da aplicação, os vasos foram colocados lado a lado na linha e distanciados de 0,45 m nas entrelinhas, simulando uma condição de campo. As aplicações foram realizadas entre as 17 e 19h30min com as condições de temperatura do ar variando de 32,1 a 28,2 °C, umidade relativa do ar de 31 a 42% e ausência de ventos. Para quantificar o depósito da calda pulverizada, adicionou-se à calda um marcador metálico formulado à base de sulfato de manganês (31% de Mn^{2+}), na concentração de 6 g L⁻¹ (Concentração fixa para os diferentes volumes estudados). Após as aplicações da calda com o marcador, procedeu-se a coleta de um folíolo de soja, nas posições superior e inferior de duas plantas de soja por parcela e, de acordo com método descrito por Oliveira e Machado-Neto (2003), quantificou-se o íon metálico (Mn^{2+}) recuperado em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo ICE 3000. Os folíolos coletados foram digitalizados para estimar a área foliar por meio de um medidor de área foliar LI-COR, modelo LI 3100C. As concentrações de manganês (mg L⁻¹) obtido das leituras do espectrofotômetro foram transformadas em volume por unidade de área ($\mu L cm^{-2}$). Para verificar a cobertura proporcionada pelas gotas pulverizadas foram utilizados papéis hidrossensíveis colocados também em duas plantas de cada parcela, nas posições superior e inferior das plantas. Os papéis foram fixados diretamente sobre as folhas de soja, sendo retirados imediatamente após a secagem da calda pulverizada. Posteriormente, os papéis foram digitalizados em escâner de mesa, com resolução de 300 dpi, para processamento das imagens. Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANOVA) e quando significativo ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$), as médias das parcelas tratadas foram comparadas entre si, utilizando-se o teste de Tukey, e com a testemunha, utilizando-se o teste de Dunnett, ambos a 5% de probabilidade. Para atender os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variância da ANOVA, os dados de depósitos obtidos foram transformados em $1/\sqrt{x}$ e os de cobertura em $\log(x+1)$, mantendo-se nas tabelas as médias originais dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nas avaliações de depósito e cobertura da pulverização, observou-se que a interação entre volumes de aplicação e angulação na barra do bico de energia centrífuga não foi significativa. Contudo, verificou-se que o efeito isolado dos volumes de aplicação e angulações dos bicos foram significativos (Tabela 2).

TABELA 2. Depósito e porcentagem de cobertura, nas posições superior e inferior da planta de soja.

Volumes (V)	Depósito ($\mu L cm^{-2}$ de folha) ¹		% de Cobertura ²	
	Posição de amostragem		Posição de amostragem	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior
17 L ha ⁻¹	0,18 b	0,26 a	5,86 b	1,26 b
35 L ha ⁻¹	0,28 a	0,23 a	9,01 ab	1,75 ab
50 L ha ⁻¹	0,38 a	0,27 a	12,19 a	2,02 a
Ângulos (A)	Superior	Inferior	Superior	Inferior
60°	0,29 a	0,31 a	8,03 a	1,23 ab
40°	0,28 a	0,23 a	8,71 a	1,14 b
20°	0,27 a	0,21 a	9,44 a	2,80 a
Teste F				
V	14,09**	0,60 ^{ns}	6,35**	4,34*
A	0,44 ^{ns}	2,86 ^{ns}	0,09 ^{ns}	6,37**
V x A	1,99 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,76 ^{ns}	2,65 ^{ns}
Trat x Test.	72,86**	19,44**	3,55 ^{ns}	4,62*
CV (%)	6,02	8,30	24,00	36,77

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Pelo teste F, **significativo a 1% de probabilidade, *significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

Na posição superior das plantas de soja, comparando-se os volumes de aplicação, observou-se que os maiores depósitos e cobertura da pulverização foram obtidos quando se utilizou os volumes de 35 e 50 L ha⁻¹ (Tabela 2). Na posição inferior das plantas, a diminuição do volume de calda na aplicação não proporcionou diferença significativa no depósito da calda pulverizada. Entretanto, para a cobertura, os dados indicam que a utilização dos maiores volumes de aplicação proporcionaram maior cobertura em relação ao volume de 17 L ha⁻¹ (Tabela 2). Verificou-se para os dados referentes ao depósito de calda

em função das angulações do bico de energia centrífuga que não houve diferenças significativas entre os ângulos estudados nas posições superior e inferior da planta de soja (Tabela 2). A cobertura das folhas da soja foi influenciada significativamente pela angulação do bico de energia centrífuga apenas na posição inferior, com maior porcentagem de cobertura com o ângulo de 20° (Tabela 2). O tratamento convencional utilizado como testemunha (bico de energia hidráulica e volume de 150 L ha⁻¹) proporcionou maior depósito na posição superior das plantas de soja em relação aos tratamentos utilizando-se bicos de energia centrífuga. Na posição inferior, os volumes de 17 e 35 L ha⁻¹ combinados ao ângulo de 60° e o volume de 50 L ha⁻¹ combinado ao ângulo de 20° não diferiram da testemunha (Tabela 3). Em relação à cobertura da calda pulverizada, na posição inferior, apenas o volume de 17 L ha⁻¹ combinado ao ângulo de 40° apresentou cobertura significativamente menor do que a testemunha (Tabela 3).

TABELA 3. Efeito do volume de aplicação e ângulos do bico de energia centrífuga no depósito e cobertura da pulverização comparada à testemunha.

Tratamentos		Depósito ($\mu\text{L cm}^{-2}$ de folha) ¹		% de Cobertura ²	
		Posição de amostragem		Posição de amostragem	
Volumes	Ângulos	Superior	Inferior	Superior	Inferior
17 L ha ⁻¹	60°	0,27*	0,36	5,76	1,47
17 L ha ⁻¹	40°	0,14*	0,21*	4,96	0,36*
17 L ha ⁻¹	20°	0,13*	0,20*	5,00	2,08
35 L ha ⁻¹	60°	0,27*	0,32	7,24	0,70
35 L ha ⁻¹	40°	0,31*	0,21*	9,54	0,93
35 L ha ⁻¹	20°	0,26*	0,13*	6,77	2,54
50 L ha ⁻¹	60°	0,34*	0,25*	11,09	1,52
50 L ha ⁻¹	40°	0,37*	0,27*	11,64	2,14
50 L ha ⁻¹	20°	0,42*	0,30	16,53	3,78
Testemunha		0,95	0,64	17,49	5,52

¹Dados transformados em $1/\sqrt{x}$; ²Dados transformados em $\text{Log } x+1$. *As médias seguidas por um asterisco diferem significativamente da testemunha (Bico de energia hidráulica e volume de 150 L ha⁻¹) ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Dunnett.

CONCLUSÕES: As alterações realizadas na angulação do bico de energia centrífuga não foram suficientes para aumentar o depósito da pulverização. Maiores volumes de aplicação resultam em maiores depósitos e cobertura das gotas pulverizadas.

AGRADECIMENTOS: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes, pela bolsa de doutorado ao primeiro autor e à Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo - Fapesp, pelo apoio financeiro oferecido através do auxílio pesquisa ao segundo autor (Proc. 2010/10678-6).

REFERÊNCIAS

- COMBELLACK, J. H.; HARRIS, R. V. Field trials with CDA spot sprayers. In: 5° CONFERENCE OF THE COUNCIL OF AUSTRALIAN WEED SCIENCE SOCIETIES, 1978, Victória. **Proceedings...** p. 39-49.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n.esp., p. 10-15, 2007.
- NUYTTENS, D.; BAETENS, K.; DE SCHAMPHELEIRE, M.; SONCK, B. Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. **Biosystems Engineering**, Silsoe, v. 97, n. 3, p. 333-345, 2007.
- OLIVEIRA, M. L.; MACHADO-NETO, J. G. Use of tracer in the determination of respiratory exposure and relative importance of exposure routes in safety of pesticide applicators in citrus orchards. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 70, n. 3, p. 415-21, 2003.
- RAETANO, C. G. Assistência de ar e outros métodos de aplicação a baixo volume em culturas de baixo fuste: a soja como modelo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, supl., p. 105-106, 2007.
- RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1982.