

DEPOSIÇÃO E COBERTURA NA CULTURA DA SOJA EM FUNÇÃO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E DIFERENTES VOLUMES DE CALDA FUNGICIDA

LILIAN LÚCIA COSTA¹, MARCELO DA COSTA FERREIRA², HENRIQUE BORGES NEVES CAMPOS³, ARTUR FRANCO BARRETO⁴,

¹ Engenheira Agrônoma, Doutoranda do Programa da Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal/SP - Brasil, Fone (16) 3209 2640, liliancosta@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal/SP - Brasil, Fone (16) 3209 2640, mdacosta@fcav.unesp.br

³ Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa da Entomologia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal/SP - Brasil.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor pelo Programa da Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal/SP - Brasil.

Apresentado no
V SINTAG - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos
12 a 14 de setembro de 2011 - Cuiabá/MT

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar a cobertura e deposição em função do uso de diferentes pontas de pulverização e volumes de calda fungicida na cultura da soja. O experimento foi conduzido em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP) da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, com o delineamento em blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial 2 x 3 (2 tipos de pontas, 3 volumes de aplicação). Foi realizada, nos três terços do dossel da cultura uma avaliação de deposição utilizando uma substância marcadora para quantificar o volume de calda depositado sobre a planta de soja amostrada e uma avaliação de cobertura proporcionada pela calda de aplicação sobre as folhas através de papéis hidrossensíveis. Os dados de deposição e cobertura foram submetidos à análise de variância e as médias das parcelas comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. O bico hidráulico proporcionou maiores depósitos de calda no terço superior em relação ao bico rotativo. Os terços inferior e mediano receberam menores depósitos, desta forma, o bico rotativo, por apresentar maiores concentrações do ingrediente ativo, pelo uso de menores volumes de aplicação, poderia proporcionar melhor controle fitossanitário em relação ao bico hidráulico. Para todos os terços do dossel da cultura não houve diferença significativa da cobertura nos papéis hidrossensíveis para os fatores avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia de aplicação, volumes de aplicação, *Glycinemax* L, bico rotativo.

DEPOSITION AND COVERAGE OF CROP OF SOYBEAN DUE NOZZLES TYPES AND SPRAYING VOLUMES OF FUNGICIDE

ABSTRACT: The objective was to study the coverage and deposition as a function of using different spray nozzles and spray volumes. The experiment was conducted at the experimental area Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP), UNESP, Campus of Jaboticabal, SP, Brazil, with randomized block design with seven treatments and four replications. Treatments were arranged in a factorial 2 x 3 (two types of nozzles, three volumes of application). Was performed in all three thirds of the crop canopy using an evaluation of a marker substance deposition to quantify the volume of spray deposited on the soybean plant sampled, and an assessment of coverage provided by the spray liquid on the leaves by water sensitive paper. Data deposition and coverage were subjected to analysis of variance and the averages of the plots were compared by Tukey test at 5% significance level. The hydraulic nozzle provided higher spray deposits in the upper third compared to the atomizer. The middle and lower thirds have had less deposit the fungicide, thus, the atomizer, due to its higher concentration of active ingredient, by using lower spray volumes, it might provide better control over the plant hydraulic nozzle. For all thirds of the crop canopy was no significant difference in the roles water sensitive paper coverage for the factors evaluated.

KEYWORDS: Technology of application, application volume, *Glycine max* L, atomizer.

INTRODUÇÃO: A deposição de produtos aplicados sobre as plantas apresenta-se de forma irregular nos terços da planta, gerando perdas da ordem de 60 a 70% do volume aplicado (LAW, 2001). Isto resulta numa baixa eficácia no controle de doenças, principalmente os produtos que requerem cobertura uniforme de toda a planta (CUNHA et al., 2006). Nas décadas passadas, pouco se dava atenção ao tamanho e uniformidade das gotas produzidas durante a aplicação de produtos fitossanitários, pois o que interessava era molhar bem a cultura, o que se conseguia mediante um volume de calda alto (CUNHA & TEIXEIRA, 2001). Entretanto, atualmente, existe a tendência de redução do volume de calda das aplicações fitossanitárias (FERREIRA et al., 1998). A utilização de baixo volume na aplicação é interessante porque permitem uma redução nos custos de aplicação (JENSEN et al., 2001), mas deve alcançar uniformidade na distribuição da pulverização, caso contrário a dosagem que chegará ao alvo poderá ser insuficiente para causar o efeito biológico desejado (BAUER et al., 2006). A redução do volume de aplicação requer um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada. Para aplicação em baixo volume, estudos demonstraram que a maior deposição pode ser conseguida utilizando-se bicos rotativos, pois apresentam maior uniformidade de gotas depositadas nos terços das plantas de soja (HOLLAND et al., 1997). Conhecer o diâmetro das gotas a serem aplicadas é de fundamental importância para o desenvolvimento adequado do tratamento fitossanitário. A distribuição uniforme de determinado diâmetro e número de gotas possibilitam o sucesso da operação, mesmo que se utilize a aplicação em volume mais baixo (MCNICHOL et al., 1997). A aplicação de produtos fitossanitários é uma atividade complexa e somente apresenta bons resultados quando segue os princípios técnicos corretos e adequados (BOLLER, 2007). Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a cobertura e deposição em função do uso de diferentes pontas de pulverização e volumes de calda fungicida.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em área experimental da fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP) da UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP, com a cultura da soja, var. Valiosa, na safra 2009/10. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas. Os tratamentos foram distribuídos no esquema fatorial $2 \times 3 + 1$ (2 tipos de pontas, 3 volumes de aplicação e uma testemunha, na qual não foram realizadas aplicações visando o controle da ferrugem asiática da soja). Os tratamentos foram o resultado da combinação da ponta de pulverização hidráulica, modelo TT 110° (Teejet) associada aos volumes de 50, 100 e 150 L ha⁻¹ obtidos trocando-se as vazões das pontas de pulverização (0,1 gal min⁻¹, para o volume de 50 L ha⁻¹ e de 0,2 gal min⁻¹, para os volumes de 100 e 150 L ha⁻¹) e o bico rotativo, modelo TurboTrator® TT-88B da empresa CBB (Centro Brasileiro de Bioaeronáutica) associado aos volumes de 17, 35 e 50 L ha⁻¹, obtidos trocando-se os dosadores de vazão. A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador e a pressão utilizada foram compatíveis ao tipo de ponta e volume de calda utilizado para cada tratamento. Por ocasião da aplicação de fungicida visando o controle da ferrugem asiática foi adicionado à calda um marcador metálico formulado à base de sulfato de manganês (31% de Mn²⁺), na concentração de 3 g L⁻¹ de calda possibilitando a quantificação do volume de calda depositado na respectiva folha coletada. Após cada aplicação foram coletadas em cada parcela um folíolo de cada altura da planta representando o terço inferior, médio e superior. Estes foram levados para o laboratório e de acordo com a metodologia descrita por OLIVEIRA & MACHADO-NETO (2003), as amostras foram colocadas em sacos plásticos contendo 100 mL da solução HCl 0,2N, onde foram mantidas por 60 minutos em repouso para a dissolução dos sais aplicados na superfície da folha. Após este período foi realizada filtração do extrato e levadas para o Laboratório de Análise de Partículas (LAPAR) da UNESP para quantificação do íon metálico (Mn²⁺). A quantificação foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica. As folhas coletadas foram lavadas e digitalizadas, sendo utilizadas para estimar a área foliar através de um medidor de área foliar LI-COR (Modelo LI 3100C). As concentrações de manganês obtidas das leituras do espectrofotômetro foram co-relacionadas às áreas foliares medidas, resultando na quantidade de calda expressa em microlitro de calda por centímetro quadrado de folha. Para a verificação da cobertura proporcionada pelas gotas pulverizadas, foram utilizados papéis hidrossensíveis, colocados em uma planta selecionada ao acaso em cada parcela, e posicionado em três alturas da planta, representando o terço inferior, médio e superior, totalizando 12 cartões por tratamento. Posteriormente, esses papéis foram digitalizados em escâner de mesa, com resolução de 300 dpi, para processamento das imagens pelo

programa computacional QUANT v.1.0.0.22 (FERNANDES FILHO, 2002). Este software fornece a informação da porcentagem de área coberta pelas gotas pelo contraste de cores entre a área intocada do papel e a mancha proporcionada pela gota depositada nele. Os dados de deposição e cobertura foram submetidos à análise de variância e as médias das parcelas comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância utilizando o programa computacional Agroestat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na tabela 1, apresentam-se as médias dos volumes de calda retido nos terços superior, médio e inferior da planta e a deposição total (volume retido nos três terços). O bico hidráulico proporcionou maiores depósitos de calda no terço superior em relação ao bico rotativo (Tabela 1). Nos terços médio e inferior não houve diferença significativa entre as pontas (Tabela 1). De acordo com ANTUNIASSI et al. (2004), os terços inferior e mediano são os mais prejudicados em relação à penetração do fungicida. Desta forma, o bico rotativo, por apresentar maiores valores de concentração do ingrediente ativo, pelo uso de menores volumes de aplicação, pode proporcionar melhor controle fitossanitário em relação ao bico hidráulico.

Tabela 1. Volume de calda retido na folhagem da cultura da soja ($\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}$ de folha) nos 3 terços da planta (inferior, médio e superior), em função dos tratamentos aplicados. Jaboticabal, 2009/10.

Variáveis	Deposição($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)			
	Terço Superior	Terço Médio	Terço Inferior	Deposição Total
Bico Hidráulico	1,43 a	1,06 a	0,76 a	3,25 a
Bico Rotativo	0,83 b	0,93 a	0,57 a	2,33 b
Teste F (Bico)	24,53**	0,76 ^{ns}	3,54 ^{ns}	11,33**
Menor Volume ⁽¹⁾	0,77 b	0,89 ab	0,62 a	2,28 b
Médio Volume ⁽²⁾	0,91 b	0,80 b	0,66 a	2,37 b
Maior Volume ⁽³⁾	1,72 a	1,28 a	0,72 a	3,73 a
Teste F (Volume)	23,86**	3,92*	0,37 ^{ns}	11,72**
Bicos x Volumes (F)	1,40 ^{ns}	3,46 ^{ns}	1,89 ^{ns}	1,68 ^{ns}
CV (%)	26,21	37,15	37,12	24,02

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo, respectivamente. ⁽²⁾100 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo, respectivamente. ⁽³⁾150 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao analisarmos os volumes de aplicação, verifica-se no terço superior e médio que o maior volume de aplicação proporcionou maiores taxas de depósito sobre a folhagem (Tabela 1). No terço inferior não houve diferença significativa entre os volumes testados (Tabela 1). Verifica-se com esse resultado a dificuldade da penetração no dossel da cultura, mesmo quando se utiliza maiores volumes de aplicação. Observa-se na deposição total que o bico hidráulico e o maior volume de aplicação proporcionaram maior deposição da calda pulverizada (Tabela 1). É importante ressaltar que o bico hidráulico utiliza-se de maior volume de aplicação em relação ao bico rotativo. Pode-se observar que para todos os terços do dossel da cultura não houve diferença significativa da cobertura nos papéis hidrossensíveis para os fatores avaliados (bicos de pulverização e volumes de aplicação), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis, nos terços superior, médio e inferior, em função dos tratamentos aplicados. Jaboticabal, 2009/10.

Variáveis	Cobertura		
	Terço Superior	Terço Médio	Terço Inferior
Bico Hidráulico	16,33 a	11,01 a	4,29 a
Bico Rotativo	9,69 a	5,86 a	2,44 a
Teste F (Bico)	2,12 ^{ns}	2,97 ^{ns}	1,07 ^{ns}
Menor Volume ⁽¹⁾	8,07 a	7,22 a	3,19 a
Médio Volume ⁽²⁾	15,19 a	6,32 a	3,98 a
Maior Volume ⁽³⁾	15,76 a	11,77 a	2,92 a
Teste F (Volume)	1,18 ^{ns}	1,27 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Bicos x Volumes (F)	0,06 ^{ns}	2,68 ^{ns}	1,16 ^{ns}
CV (%)	85,87	86,75	129,64

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo, respectivamente. ⁽²⁾100 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo, respectivamente. ⁽³⁾150 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES: A variabilidade das amostras de avaliação da cobertura não resultaram em diferenças significativas entre os tratamentos enquanto as avaliações de deposição apresentaram algumas diferenças estatísticas indicando maiores depósitos para os maiores volumes nos terços superiores das plantas e para o bico de energia hidráulica.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo financiamento deste trabalho e a CAPES pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U.R.; CAMARGO, T.V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E. W. C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu, SP. *Anais...Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF)*, 2004. p. 48-51.
- BAUER, F. C.; RAETANO, C. G.; PEREIRA, F. A. R. Padrões de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano 11002 com e sem indução de ar sob diferentes espaçamentos e alturas. *Engenharia agrícola*, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 546–551, 2006.
- BOLLER, W. Resposta da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas em relação a concepção atmosférica visando o controle de doenças de plantas. *SummaPhytopathologica*, Botucatu, SP, v. 33, n. 1, p. 113-117, 2007.
- 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*, Santa Maria, RS, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M. Características técnicas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 5, n. 2, p. 344-348, 2001.
- FERNANDES FILHO, E. I.; VALE, F. X. R.; LIBERATO, J. R. *QUANTv.1.0.0.22: Quantificação de doenças de plantas*. Viçosa, MG: editora, 2002. (CD-ROM).
- FERREIRA, M. C.; MACHADO NETO, J. G.; MATUO, T. Redução da dose e do volume de calda nas aplicações noturnas de herbicidas em pós-emergência na cultura da soja. *PlantaDaninha*, Botucatu, SP, v. 16, n. 1, p. 25-36, 1998.
- HOLLAND, J. M.; JEPSON, P. C.; JONES, E. C.; TURNER, C.A comparison of spinning disc atomisers and flat fan pressure nozzles in terms of pesticide deposition and biological efficacy within cereal crops. *Crop Protection*, London, v. 16, n. 2, p. 179-185, 1997.
- JENSEN, P. K.; JORGENSEN, L. N.; KIRKNEEL, E. Biological efficacy of herbicides and fungicides applied with low-drift and twin-fluid nozzles. *Crop Protection*, London, v. 20, p. 57-64, 2001.
- 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*, v.51, p. 25-42, 2001.
- MCNICHOL, A. Z.; TESKE, M. E.; BARRY, J. W.A technique to characterize spray deposit in orchard and tree canopies. *Transactions of the Asae*, St. Joseph, v. 40, n. 6, p. 1529-1536, 1997.
- 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*, Florida, v. 70, n. 3, p. 415-21, 2003.