

EFEITO DE DIFERENTES EQUIPAMENTOS, VOLUMES DE CALDA E USO DE ADJUVANTE NO ESPECTRO DE GOTAS E NA COBERTURA DA CULTURA DA SOJA

JOSÉ RODOLFO G. DI OLIVEIRA¹, MARCELO C. FERREIRA², RODRIGO A. A. ROMÁN³

¹Eng. Agro. Doutorando, Depto. de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal/SP, e-mail: joserodolfoguimaraes@yahoo.com.br

²Prof. Dr. Depto. de Fitossanidade. UNESP. mdacosta@fcav.unesp.br

³Eng. Agro. Mestrando, Depto. de Fitossanidade. UNESP. rar_agronomia@yahoo.com.br

Escrito para apresentação no

IV Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos

15 a 17 de outubro de 2008 – Ribeirão Preto/SP – Brasil

RESUMO: No momento da aplicação agrotóxicos, a cultura da soja pode se encontrar no seu máximo grau de desenvolvimento vegetativo, com total fechamento e grande área foliar. Assim, as gotas necessitam da máxima capacidade de penetração na massa foliar, para melhor cobertura do alvo. O presente trabalho objetivou avaliar a cobertura e o espectro de gotas produzidos por diferentes equipamentos, volumes de calda, e adjuvantes na cultura da soja. O experimento de campo foi realizado em blocos casualizados com 12 tratamentos e 1 testemunha, (2 tipos de equipamentos, bico hidráulico e rotativo, 3 volumes de aplicação, 50; 75; e 100 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e 17; 35; e 50 L ha⁻¹ para o bico rotativo, aplicação com e sem adjuvante). Avaliou-se a cobertura das gotas em papéis hidrossensíveis, em três posições da planta representando em altura, o terço superior, médio e inferior. O tamanho da gota aspergida foi avaliado em laboratório com a utilização de um equipamento medidor de partículas por difração de raios laser, em tempo real. Não houve diferença entre o bico rotativo e hidráulico na cobertura de gotas depositadas no papel sensível, para o terço médio e inferior. O bico rotativo produziu gotas de maior uniformidade e menor porcentagem de gotas suscetíveis à deriva, em relação ao bico hidráulico. A adição de adjuvantes promoveu gotas de maior tamanho.

PALAVRAS-CHAVE: bico rotativo, bico hidráulico, tamanho de gotas, pulverização, papel sensível.

DROPLET SPECTRA AND COVERAGE OF CROP OF SOYBEAN IN APPLICATION WITH DIFFERENT EQUIPMENT, SPRAYING VOLUMES, WITH AND WITHOUT ADJUVANT

ABSTRACT: At the time of pesticide application, the soybean crop can be found at its maximum degree of vegetative growth, with total closure and large leaf area. Thus, the droplets need the maximum capacity of penetration in the mass leaf, for better coverage of the target. This research aimed to evaluate the coverage and spectrum of droplets produced by different equipment, spraying volumes, and adjuvants in crop of soybean. The experiment was carried out on the field in randomized block with 12 treatments and 1 check (2 types of equipment, hydraulic and atomizer nozzle, 3 spraying volumes, 50, 75 and 100 ha L-1 for the hydraulic nozzle and 17, 35; and 50 L-1 ha to the atomizer nozzle, with and without adjuvant on spraying liquid). It was evaluated the coverage of droplets in sensitive paper in three positions representing the height of the plant, the third upper, middle and lower. The size of the droplets was evaluated in laboratory with the use of particle size analyser by laser diffraction, in real time. There was no difference between the atomizer and hydraulic nozzles in the coverage of droplets deposited in the sensitive paper, for the middle third and bottom. The atomizer produced droplets of more uniform and less susceptible to the percentage droplets to drift, for the hydraulic nozzle. The addition of adjuvants promoted droplets of bigger size.

KEY WORDS: atomizer, hydraulic nozzles, droplet size, spraying, sensitive paper.

INTRODUÇÃO: A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários pode ser expressa como o emprego dos conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em

quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação ambiental (MATUO, 1990). LAGUNA (2000) relata que alguns equipamentos podem ser empregados na produção de gotas uniformes, tais como os cones rotativos, utilizados nos pulverizadores com bicos centrífugos, que produzem população de gotas com menores coeficientes de variação. CUNHA et al. (2003) ressalta ainda que a 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. No momento da aplicação de produtos fitossanitários, a cultura da soja pode se encontrar no seu máximo grau de desenvolvimento vegetativo, com total fechamento e grande área foliar. Assim, as gotas necessitam da máxima capacidade de penetração na massa foliar, para melhor cobertura do alvo (ANTUNIASSI et al., 2004). SANTOS (2007) relata que o adjuvante aumenta a viscosidade da calda, diminuindo a fragmentação das gotas, tornando-as um pouco maiores. Isto pode auxiliar na cobertura das gotas aspergidas. Desta forma o trabalho objetivou avaliar a cobertura e o espectro de gotas produzidos por diferentes equipamentos, volumes de calda, e adjuvantes na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi delineado em blocos casualizados, com doze tratamentos e quatro repetições, sendo 2 tipos de equipamentos (bico hidráulico e bico rotativo), 3 volumes de aplicação, obtidos através do aumento ou redução da velocidade de deslocamento durante a pulverização (50; 75 e 100 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e, 17; 35 e 50 L ha⁻¹ para o bico rotativo), aplicação com e sem adjuvante não-iônico na dosagem de 0,05% (Silwet L77 Ag), com o intuito de verificar a alteração que este causa no tamanho das gotas, e testemunha na qual não se realizou nenhuma aplicação. Em todas as parcelas aplicadas foi utilizado o inseticida endossulfan na dosagem de 1,0 L ha⁻¹. Cada parcela experimental teve um tamanho de 8 m de comprimento por 7 linhas de soja, totalizando uma área de 25,2 m², totalizando 1310,4 m². Para os tratamentos com o equipamento constituído com bicos hidráulicos, utilizou-se um pulverizador costal pressurizado com pressão constante, mantida por CO₂ comprimido. Utilizou-se a ponta de pulverização TT 11001 a 210 kPa de pressão, sendo a barra constituída de quatro pontas espaçadas de 0,50 m entre si. Para aplicação com energia centrífuga utilizou-se o pulverizador manual costal com motor elétrico que movimentava um bico de energia centrífuga ou bico rotativo, marca Apoiotec. A aplicação ocorreu no dia 13/02/2007 na Fazenda da UNESP, Jaboticabal, das 11h15 às 14h30. A temperatura média durante a aplicação foi de 23,5 °C e umidade relativa de 73%, ventos de 3,5 km/h e nebulosidade de 55%. A cultura estava plenamente enfolhada, devido ao máximo desenvolvimento vegetativo e com 75 dias após sua emergência (R5).

Para a verificação da cobertura proporcionada pelas gotas pulverizadas, utilizaram-se papéis hidrossensíveis, posicionados em três alturas da planta, representando o terço inferior, médio e superior. Após a aplicação os papéis foram retirados e levados ao laboratório para serem digitalizados, para posterior processamento das imagens pelo programa computacional QUANT v.1.0.0.22 (FERNANDES FILHO, 2002). A avaliação do espectro de gotas foi realizada no Laboratório de Análises do Tamanho de Partículas do Dep. de Fitossanidade da UNESP, Jaboticabal-SP. Foram realizadas avaliações do diâmetro e da uniformidade das gotas utilizando-se o aparelho medidor de tamanho de partículas em tempo real (Malvern Mastersizers, versão 2.19) Avaliou-se o diâmetro de gotas tal que 50% do volume total pulverizado apresentou gotas de diâmetro inferior a este valor (DV0,5), e a porcentagem de gotas menores que 100 µm. Para a uniformidade do jato aspergido pelos bicos de pulverização foi considerada a amplitude relativa (AR) do espectro de gotas. A análise de variância foi feita pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P < 0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Não houve diferença estatística na cobertura para o terço inferior e terço médio da planta entre os equipamentos de pulverização (Tabela 1). É importante ressaltar que o bico rotativo caracterizou-se por volumes de aplicação inferior ao bico hidráulico, o que não dificultou a entrada das gotas no dossel da planta. Já no terço superior houve diferença estatística significativa entre os equipamentos (Tabela 1). Isto ocorreu devido à grande maioria das gotas produzidas pelo bico hidráulico ficarem retidas na primeira camada de folhas, verificadas no terço superior das plantas.

A cobertura das folhas é significativamente diferente nas posições de amostragem, com valores decrescentes de cobertura na medida em que a amostragem é realizada no terço inferior da planta. Independente do volume aplicado, a maior parte da calda fica retida nas folhas da parte superior da

planta, que contam com até 10 vezes mais cobertura do que as folhas da parte baixa, resultados estes semelhantes aos verificados por ANTUNIASSI, et al. (2004). Neste experimento, esta proporção de cobertura 10 vezes maior foi observada, para o bico hidráulico, quando se compara o terço inferior e superior. Já para o bico rotativo este valor reduziu para 3,5 vezes. Desta forma, com o bico rotativo obteve-se uma melhor uniformidade de cobertura entre as diferentes alturas da planta (Tabela 1).

Em relação ao volume de aplicação no terço inferior, o menor volume utilizado 50 e 17 L ha⁻¹ respectivamente para o bico hidráulico e rotativo, apresentou significativamente menor porcentagem de cobertura. Assim deve-se analisar criteriosamente o baixo volume de calda quando o alvo estiver localizado na parte inferior do dossel da planta. Houve menor cobertura do terço superior utilizando menores volumes de aplicação em relação ao maior volume. Para o terço médio, não houve diferença entre o médio e o maior volume de aplicação (Tabela 1).

Não houve diferença na porcentagem de cobertura em relação a adição do adjuvante no terço inferior e superior (Tabela 1). No terço médio a porcentagem de cobertura foi menor, com a adição do adjuvante. Devido então ao aumento do tamanho das gotas, a cobertura da superfície a ser tratada pode ser reduzida, pois as gotas maiores encontram maiores dificuldades em vencer as folhas da camada superior.

Tabela 1. Porcentagem de cobertura dos papéis hidrossensíveis, em 3 posições alturas na cultura da soja (terço inferior, médio e superior).

	Terço inferior	Terço médio	Terço superior
Bico hidráulico	1,72 A	5,87 A	16,65 A
Bico rotativo	1,87 A	3,99 A	6,52 B
Menor volume ⁽¹⁾	0,57 B	2,83 B	7,97 B
Médio volume ⁽²⁾	2,66 A	6,46 A	11,76 AB
Maior volume ⁽³⁾	2,16 A	5,50 AB	15,03 A
Sem adjuvante	1,59 A	5,98 A	12,68 A
Com adjuvante	2,00 A	3,88 B	10,49 A
CV (%)	57,47	70,46	49,54

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os equipamentos avaliados apresentam valores estatisticamente diferentes para o diâmetro mediano de gotas, sendo que o bico hidráulico caracterizou-se pela produção de gotas de maior diâmetro em relação ao bico rotativo (Tabela 2). ANTUNIASSI et al. (2004) ressalta que as gotas menores proporcionam melhor cobertura na parte inferior da planta. A diferença no tamanho de gotas entre os volumes avaliados (Tabela 2) pode ter sido devida às diferentes concentrações do produto fitossanitário nos diversos volumes de calda, pois, uma vez que as quantidades dos produtos não variaram por área, a concentração aumenta relativamente com a redução do volume de calda. Observa-se que o volume médio apresentou gota mediana de maior diâmetro. As gotas de menor tamanho embora possam produzir uma melhor cobertura, são altamente suscetíveis a deriva em condições de campo. Esse fato pode ter sido responsável pela maior cobertura com a utilização do médio volume.

Observou-se que a adição de adjuvante proporcionou maior tamanho de gota. Os adjuvantes criam uma barreira de proteção, proporcionando redução nas perdas por degradação e volatilização. Provavelmente esse maior diâmetro nas gotas produzidas com adjuvante tenha ocorrido em função de tal característica. Ao se analisar a amplitude relativa, pode-se observar que o bico rotativo produziu gotas de maior homogeneidade, caracterizado pelos menores valores de AR (Tabela 2). Desta forma, na pulverização de um determinado tamanho de gota esse tipo de bico produzirá uma grande quantidade de gotas na faixa do tamanho ideal, por outro lado os bicos hidráulicos produzirão uma faixa considerável, fora do valor tido como ideal para controle do alvo. Isso gera desperdício, perdas e contaminações de outras áreas que não são o foco da aplicação. Assim, é preciso que se reduzam estes valores para uma aplicação segura e com maior homogeneidade possível, assim como ocorre com as gotas produzidas pelo bico rotativo.

Observa-se que o bico rotativo produziu estatisticamente, uma baixa porcentagem de gotas menores que 100µm, este fator é importante no momento de se escolher um equipamento uma vez que gotas menores do que este diâmetro são facilmente perdidas por deriva ou evaporação. Quanto menores esses valores, menor o risco de perda de produtos fitossanitários durante uma aplicação causada por arrastamento das partículas de menor tamanho (CUNHA et al., 2003).

Enquanto o bico hidráulico gerou um potencial de perda de 15% da calda total pulverizada, o bico rotativo gerou apenas 3% para o mesmo parâmetro (Tabela 2). Ressalta-se que as condições deste experimento foram de temperatura e umidade com valores aceitáveis para uma aplicação segura, e principalmente sem o fator vento influenciando. No campo, com estas três condições atmosféricas naturais, as perdas consequentemente podem ser maiores.

Tabela 2. Porcentagem de gotas menores que 100µm, amplitude relativa (AR) e diâmetro de gotas no qual 50% do volume total pulverizado apresentou diâmetro inferior ao valor do diâmetro indicado abaixo.

Variáveis	Diâmetro de gotas		
	% gotas ≤100µm	AR (%)	DV _{0,5} (µm)
Bico hidráulico	15,2 A	1,34 A	179,5 A
Bico rotativo	3,3 B	0,52 B	168,9 B
Menor volume ⁽¹⁾	11,7 A	0,92 A	165,9 A
Médio volume ⁽²⁾	8,2 B	0,94 A	181,3 B
Maior volume ⁽³⁾	8,4 B	0,93 A	175,5 C
Sem adjuvante	9,7 A	0,93 A	172,3 A
Com adjuvante	9,2 A	0,93 A	176,2 B
CV (%)	16,65	14,61	2,3

⁽¹⁾50 L ha⁻¹ e 17 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽²⁾75 L ha⁻¹ e 35 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. ⁽³⁾100 L ha⁻¹ e 50 L ha⁻¹ para o bico hidráulico e rotativo respectivamente. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES: Não houve diferença entre o bico rotativo e hidráulico na cobertura de gotas depositadas no papel sensível, para o terço médio e inferior. O bico rotativo produziu gotas de maior uniformidade e menor porcentagem de gotas suscetíveis à deriva, em relação ao bico hidráulico. A adição de adjuvantes promoveu gotas de maior tamanho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 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: III Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu, **Anais...** p.48-51. III SINTAG. 2004
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURY, J. R. FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta daninha**, vol. 21, n. 2, p. 325-332. 2003.
- FAO. **BUENAS PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN TERRESTRE DE PLAGUICIDAS.** Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, p. 39, 2002.
- FERNANDES FILHO, E. I.; VALE, F. X. R. e LIBERATO, J. R. **QUANT v.1.0.0.22:** Quantificação de doenças de plantas. Viçosa: editora, 2002. 1 CD-ROM.
- MATUO, T. **Técnicas de Aplicação de Defensivos Agrícolas.** Jaboticabal: Funep, 1990. 139p.
- SANTOS, R. O. **Níveis de deposição de produtos líquidos com aplicação aérea utilizando adjuvantes.** **Dissertação.** 2007. 83p. Universidade Federal de Lavras. UFLA. 2007
- LAGUNA, A. **Maquinaria agrícola. Construcción, funcionamiento, regulaciones y cuidados.** Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 361 p., 2000.