

## **Depósito de gotas da pulverização na cultura da soja em função do volume de calda e do tipo de pontas**

ADEGAS, F.S.<sup>1</sup>; COSTA, A.G.F.<sup>2</sup>; ROGGIA, S.<sup>1</sup>; GAZZIERO, D.L.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Soja, Rod. Carlos João Strass, Distrito de Warta, C.P. 231, CEP 86001-970, Londrina-PR, fernando.adegas@embrapa.br. <sup>2</sup>Embrapa Algodão.

### **Introdução**

Nos últimos anos houve um grande avanço na tecnologia utilizada para aplicação de agrotóxicos na agricultura nacional. No entanto, ainda existem situações de alto desperdício de energia e de produtos químicos, aliado à ineficiência dos resultados no campo. O crescente aumento nos custos dos produtos, da mão de obra e da energia, além da preocupação cada vez maior em relação à poluição ambiental têm enfatizado a necessidade de se continuar a melhorar esta ação, principalmente adequar os procedimentos e equipamentos visando aumentar a eficácia dessa prática.

Especificamente na cultura da soja, uma das situações fitossanitárias mais complexas é o da necessidade de realização do controle químico de pragas ou doenças, quando a cultura se encontra em estágio avançado de desenvolvimento, com a soja cobrindo totalmente a área, resultando na dificuldade de penetração dos produtos no dossel. Por essa razão, geralmente a cobertura proporcionada pela aplicação de agrotóxicos nestas situações é pouco uniforme, principalmente na parte inferior do dossel, resultando em controle fitossanitário ineficiente (Cunha et al., 2014).

Entre as alternativas para se obter uma melhor cobertura das aplicações fitossanitárias mais tardias na cultura da soja se encontra a escolha do espectro apropriado de gotas, pois o tamanho destas afeta o movimento do jato em direção ao alvo e a deposição da calda (Farooq et al., 2001). Nesse sentido, dois fatores são importantes para a determinação do tamanho das gotas, o tipo de ponta e o volume de calda da pulverização, que em conjunto devem proporcionar gotas de tamanho ideal, para o aumento da penetração e depósito dos produtos fitossanitários no terço médio e inferior da cultura da soja (Cunha et al., 2011). Para se determinar a eficácia de cobertura e a deposição de calda nas folhas ou outras partes da planta, é imprescindível coletar, medir e avaliar a penetração das gotas nas diferentes partes do dossel da cultura (Barry, 1993).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia da deposição de gotas em todo o dossel da soja, em estágio reprodutivo, em função da tecnologia de aplicação, através do uso de diferentes pontas e volumes de calda.

### **Material e Métodos**

O estudo foi composto por dois experimentos, ambos conduzidos no campo experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR, na safra 2016/17. O primeiro experimento teve o objetivo de avaliar diferentes tipos de pontas na eficácia da tecnologia de aplicação, sendo instalado no delineamento experimental de blocos completos casualizados, em parcelas subdivididas, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos compostos pelas seguintes pontas: XR 110.02, AVI 110.02, TXA 80.015, AITXA 80.015, AIXR 110.025 e TJ60 110.03, no volume de calda fixo de 140 L ha<sup>-1</sup>.

O segundo experimento teve o objetivo de avaliar diferentes volumes de calda na eficácia da tecnologia de aplicação, sendo instalado também no delineamento experimental de blocos completos casualizados, em parcelas subdivididas, com cinco

tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos compostos pela utilização da ponta XR 110.02 nos seguintes volumes de calda (L ha<sup>-1</sup>): 80, 120, 160, 200 e 240.

Em ambos os experimentos, as parcelas experimentais tiveram a dimensão de 6 x 15m, compostas por 12 linhas de soja, cultivar BRS 388 RR, no espaçamento de 50 cm entre fileiras e 13 plantas m<sup>-1</sup>, sendo as parcelas subdivididas compostas pelas três posições na planta, objeto das avaliações.

A aplicação nos tratamentos foi realizada com um pulverizador tratorizado, com 18m de barra, composto por 36 pontas distanciadas em 50cm entre si, sendo cada parcela aplicada apenas pela metade da barra do pulverizador. A calda de aplicação foi composta por água e um traçador (corante azul FDC-1, na concentração de 3 g L<sup>-1</sup>). Antes de cada aplicação foi retirada uma amostra da calda de aplicação para checagem posterior da concentração real da solução.

A avaliação da deposição de gotas foi realizada por duas metodologias. Primeiramente pela análise de papéis hidrossensíveis, que foram posicionados em três alturas (25, 50 e 75cm em relação ao solo), representando os terços superior, médio e inferior da cultura, sendo utilizado haste de metal específica para suporte dos papéis, na quantidade de oito pontos ao acaso por parcela. Após cada aplicação, estes papéis foram coletados, armazenados em saquinhos de papel e depois escaneados com 600 DPI de resolução, feito a eliminação da borda contrastante com o restante da imagem e editadas no formato JPEG, sendo posteriormente analisadas no software GOTAS, com obtenção dos parâmetros de DMV, DMN, densidade, cobertura, dispersão e volume.

A segunda metodologia foi a análise do corante associado na calda, onde após cada aplicação foram coletadas e identificadas 90 folhas de soja de cada parcela, sendo 30 do terço superior das plantas, 30 do terço médio e outras 30 do terço inferior, na mesma altura da avaliação dos papéis hidrossensíveis. Na sequência as folhas foram lavadas com 50 mL de água destilada, para retirada da solução aplicada com o corante. As amostras obtidas após a lavagem das folhas, mais as amostras das caldas retiradas antes da aplicação, foram quantificadas em espectrofotômetro, sendo determinada a absorvância através da concentração do corante no comprimento de onda de 630 nm. Os dados obtidos foram transformados em volume (µL folha<sup>-1</sup>), através da expressão matemática  $C_1.V_1 = C_2.V_2$ , em que:

$C_1$  – concentração da calda no momento da aplicação;

$V_1$  – quantidade em mL que depositou nas folhas de soja;

$C_2$  – leitura de concentração da amostra; e

$V_2$  – 50 mL de água destilada (lavagem).

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as comparações múltiplas de médias realizadas pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

A análise da deposição do corante (Tabela 1) resultou em pouca diferença entre os diferentes tipos de pontas, com maior depósito no geral para a ponta TXA 80.015 que é um cone vazio que produz gotas muito finas, razão da maior quantidade obtida principalmente na parte alta do dossel da soja, que foi a região de maior deposição, quando comparado com a região mediana e inferior das plantas. Já com relação ao volume de calda, foi observado que o aumento da mesma proporcionou em maiores taxas de deposição em todas as posições, o que resultou no maior depósito da vazão (L ha<sup>-1</sup>) de 240 seguido de 200, 160 e depois 120 e 80, sendo estes dois últimos sem diferença entre si (Tabela 1).

Com relação a cobertura do alvo, no caso as folhas, assim como ocorreu para o depósito, as maiores porcentagens foram observadas no dossel superior das plantas. As pontas que produziram as gotas menores, TXA, XR, AIXR e TJ60 foram as que obtiveram as melhores taxas de cobertura, principalmente no dossel superior e

médio, sendo os resultados para o dossel inferior sem diferença estatística entre todas as pontas (Tabela 2), o que demonstra a dificuldade em se colocar o produto aplicado na parte inferior do dossel da soja. Esta situação pode ser minimizada pelo aumento da vazão, de acordo com os resultados da Tabela 2, que mostra que as vazões maiores proporcionaram melhores taxas de cobertura, nas três partes do dossel.

O resultado de densidade de gotas manteve a mesma tendência dos outros parâmetros avaliados, com taxas maiores para o dossel superior, seguido do médio e por último da parte inferior. O espectro de gotas finas resultou em maior densidade de gotas, que foram proporcionadas pelas pontas TXA, XR e TJ60 (Tabela 3), resultado já esperado e amplamente comprovado em outros trabalhos de pesquisa. Entre as vazões estudadas, o intervalo entre 120 e 200 l ha<sup>-1</sup> foi o que proporcionou as maiores densidades de gotas.

A desuniformidade da aplicação entre as partes da planta pode ser verificada com as diferenças obtidas entre a parte superior do dossel, com a menor dispersão e a parte mais baixa do dossel, que teve a pior dispersão. Na análise pelo tipo de ponta, os resultados comprovam que o espectro mais fino de gotas tende a ter a pior dispersão, que foi o caso das pontas TXA, XR e TJ60 (Tabela 5). No entanto, para as diferentes vazões, mesmo com diferenças entre as mesmas nas regiões estudadas e na média final, o coeficiente de dispersão ficou em um intervalo considerado eficaz, entre 0,927 (para 80 L ha<sup>-1</sup>) e 1,090 (para 200 L ha<sup>-1</sup>).

## Referências

- BARRY, J. W. Aerial application to forest. In: MATTEWS, G. A.; HISLOP, E. C. (Ed.). **Application technology for crop protection**. North Hampton: CAB International, 1993. p. 241-273.
- CUNHA, J. P. A. R.; FARNESE, A. C.; OLIVET, J. J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.
- CUNHA, J. P. A. R.; JULIATTI, F. C.; REIS, E. F. Tecnologia de aplicação de fungicida no controle da ferrugem asiática da soja: resultados de oito anos de estudos em Minas Gerais e Goiás. **Biosciences Journal**, v. 30, n. 4, p. 950-957, 2014.
- FAROOQ, M.; BALACHANDAR, R. WULFSOHN, D., WOLF, T.M. Agriculture sprays in cross-flow and drift. **Journal of Agriculture Engineering Research**, v. 78, n. 4, p. 347-358, 2001.

**Tabela 1.** Depósito do corante azul brilhante ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ) nas folhas de soja, em três partes do dossel da cultura (alto, médio e inferior). Londrina, PR. 2019.

Ponta	Alto	Médio	Inferior	Média
TXA 80.015	0,193 a <sup>1</sup> A <sup>1</sup>	0,028 a B	0,011 a B	0,077 a
AITXA 80.015	0,105 b A	0,045 a B	0,040 a B	0,063 b
XR 110.02	0,115 b A	0,034 a B	0,014 a B	0,054 b
AVI 110.02	0,009 c A	0,041 a B	0,030 a B	0,053 b
AIXR 110.025	0,121 b A	0,041 a B	0,022 a B	0,061 b
TJ60 110.03	0,088 c A	0,051 a B	0,031 a B	0,057 b
<b>Média</b>	<b>0,118 a</b>	<b>0,040 b</b>	<b>0,025 c</b>	-
Vazão (L ha <sup>-1</sup> )	Alto	Médio	Inferior	Média
80	0,066 d A	0,023 b B	0,026 a B	0,038 d
120	0,080 d A	0,037 b B	0,015 a C	0,044 d
160	0,120 c A	0,051 a B	0,042 a B	0,071 c
200	0,188 b A	0,061 a B	0,017 a C	0,089 b
240	0,227 a A	0,059 a B	0,027 a C	0,104 a
<b>Média</b>	<b>0,136 a</b>	<b>0,043 b</b>	<b>0,025 c</b>	-

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem a 5%, pelo teste de Scott-Knott.

**Tabela 2.** Percentagem de cobertura das folhas de soja, em três partes do dossel da cultura (alto, médio e inferior). Londrina, PR. 2019.

Ponta	Alto	Médio	Inferior	Média
TXA 80.015	8,401 a <sup>1</sup> A <sup>1</sup>	3,660 b B	2,610 a B	4,890 b
AITXA 80.015	6,175 b A	4,063 b B	3,390 a B	4,542 b
XR 110.02	8,127 a A	3,511 b B	3,185 a B	4,941 b
AVI 110.02	6,684 b A	4,610 a B	4,404 a B	5,233 b
AIXR 110.025	7,537 a A	3,739 b B	3,272 a B	4,850 b
TJ60 110.03	9,046 a A	5,290 a B	4,962 a B	6,433 a
<b>Média</b>	<b>7,661 a</b>	<b>4,146 b</b>	<b>3,637 b</b>	-
Vazão (L ha <sup>-1</sup> )	Alto	Médio	Inferior	Média
80	5,625 c A	3,816 b B	3,156 b B	4,199 c
120	9,707 b A	6,381 a B	4,433 a C	6,841 b
160	10,841 b A	6,464 a B	4,719 a C	7,341 b
200	15,360 a A	6,234 a B	5,127 a B	8,907 a
240	14,130 a A	6,500 a B	5,164 a B	8,265 a
<b>Média</b>	<b>11,133 a</b>	<b>5,879 b</b>	<b>4,520 c</b>	-

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem a 5%, pelo teste de Scott-Knott.

**Tabela 3.** Densidade (gotas cm<sup>-2</sup>) resultante da aplicação, em três partes do dossel da cultura da soja (alto, médio e inferior). Londrina, PR. 2019.

Ponta	Alto	Médio	Inferior	Média
TXA 80.015	84,173 a <sup>1</sup> A <sup>1</sup>	42,669 a B	30,240 a C	52,361 a
AITXA 80.015	22,556 e A	16,117 b B	12,155 b B	16,943 d
XR 110.02	75,228 b A	36,525 a B	29,317 a B	47,023 b
AVI 110.02	28,002 e A	19,604 a A	26,160 b A	24,589 c
AIXR 110.025	33,954 d A	14,391 b B	13,968 b B	20,771 c
TJ60 110.03	59,722 c A	37,740 a B	34,913 a B	44,125 b
<b>Média</b>	<b>50,606 a</b>	<b>27,841 b</b>	<b>24,459 c</b>	-
Vazão (L ha <sup>-1</sup> )	Alto	Médio	Inferior	Média
80	44,507 c A	31,188 b B	24,996 c B	33,564 d
120	81,200 b A	56,241 a B	39,127 a C	58,856 b
160	97,751 a A	60,674 a B	44,645 a C	67,690 a
200	99,454 a A	47,167 a B	39,309 b B	61,977 b
240	84,224 b A	36,410 b B	24,753 c C	48,462 c
<b>Média</b>	<b>81,427 a</b>	<b>36,248 b</b>	<b>29,053 c</b>	-

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem a 5%, pelo teste de Scott-Knott.

**Tabela 4.** Dispersão do espectro de gotas resultante da aplicação, em três partes do dossel da cultura da soja (alto, médio e inferior). Londrina, PR. 2019.

Ponta	Alto	Médio	Inferior	Média
TXA 80.015	0,812 c <sup>1</sup> A <sup>1</sup>	0,723 c B	0,681 d B	0,739 d
AITXA 80.015	1,069 a A	0,925 a B	0,953 b B	0,982 b
XR 110.02	0,942 b A	0,879 b A	0,783 c B	0,868 c
AVI 110.02	1,045 a A	1,031 a A	1,044 a A	1,040 a
AIXR 110.025	1,102 a A	1,023 a B	0,981 a B	1,035 a
TJ60 110.03	0,919 b A	0,851 b B	0,784 c B	0,851 c
<b>Média</b>	<b>0,981 a</b>	<b>0,905 b</b>	<b>0,871 c</b>	-
Vazão (L ha <sup>-1</sup> )	Alto	Médio	Inferior	Média
80	0,988 b A	0,927 b A	0,866 b A	0,927 c
120	1,019 b A	0,986 b A	0,875 b B	0,960 c
160	1,011 b A	0,915 b B	0,835 b B	0,920 c
200	1,183 a A	1,081 a B	1,007 a B	1,090 a
240	1,072 b A	0,991 a A	0,980 b A	1,014 b
<b>Média</b>	<b>1,054 a</b>	<b>0,939 b</b>	<b>0,89 c</b>	-

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem a 5%, pelo teste de Scott-Knott.