

DEPOSIÇÃO DE CALDA EM DIFERENTES POSIÇÕES DA PLANTA E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) COM O USO DE BARRA AUXILIAR DE PULVERIZAÇÃO

Guilherme Sousa Alves¹, João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha²

1. Graduando em Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Uberlândia (guilhermeagro43@yahoo.com.br)
 2. Professor Doutor Adjunto do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia
- Universidade Federal de Uberlândia, Caixa Postal 593,
Uberlândia - MG

Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

RESUMO

No controle de doenças, insetos e plantas infestantes, é preciso garantir que o produto fitossanitário alcance o alvo de forma eficiente. A ferrugem asiática da soja, por exemplo, é uma doença que se instala no terço inferior da planta, necessitando de adequada tecnologia de aplicação para que se tenha seu controle eficiente. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a deposição de calda com o uso de barra auxiliar de pulverização, e compará-las com o método convencional, empregando pulverizador com apenas a barra principal. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Para a deposição de calda, foi usado um esquema fatorial 2x3: duas formas de aplicação (com e sem barra auxiliar) e três posições na planta (terços superior, médio e inferior). Para a produtividade e a massa de mil grãos, foi feita a colheita das plantas em área conhecida em cada parcela, considerando as duas formas de aplicação. Foram feitas três aplicações de fungicidas nos estádios R1, R3 e R5.3. Em todas as aplicações, utilizou-se o volume de calda de 150 L ha⁻¹. Os parâmetros avaliados foram: produtividade da cultura, massa de 1000 grãos, e por meio de papéis hidrossensíveis, o espectro e deposição de gotas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. O uso da barra auxiliar proporcionou maior cobertura das folhas no terço superior das plantas, e também maior massa de grãos. A produtividade, a cobertura das folhas inferiores e a densidade de gotas depositadas nas plantas não foram influenciadas pelo uso da barra auxiliar.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia de aplicação, controle químico, *Phakopsora pachyhizi*.

SPRAY DEPOSITION ON DIFFERENT PLANT POSITIONS AND SOYBEAN CROP (*Glycine max* (L.) Merrill) YIELD WITH THE USE OF AN AUXILIARY SPRAY BOOM

ABSTRACT

On the control of diseases, insects and weeds, we must ensure that the pesticide reach the target efficiently. For example, the asian rust of the soybean is a disease that settles primarily in the lower part of the plant, requiring proper application

technology in order to have an effective control. So, this study aimed to evaluate the yield and the spray deposition with the use of an auxiliary spray boom, and compare them with the conventional method (sprayer with just the main boom). The experiment was carried out in completely randomized design with four replications. A factorial model (2x3) was used to the spray liquid deposition: two application forms (with and without auxiliary boom) and three positions in the plant (upper, middle and lower). Three applications were made with fungicides at stages R1, R3 and R5.3. The crop yield and 1000 seeds mass were obtained with the harvest of the plants in a known area for the two application form plots. In all applications, it was used the spray volume of 150 L ha⁻¹. The parameters evaluated were: yield of the crop, 1000 seeds mass, and through water sensitive paper, the spectra and deposition of droplets. The results were subjected to analysis of variance and the means were compared by Tukey's test. The use of auxiliary boom provided greater coverage of the leaves in the upper position of the plants, and also higher grain weight. The yield, the coverage of lower leaves and the density of droplets on the plants were not affected by the use of auxiliary boom.

KEYWORDS: application technology, chemical control, *Phakopsora pachyhazi*.

INTRODUÇÃO

Dentre os vários eventos envolvidos no processo de produção de uma cultura, a aplicação de defensivos agrícolas é um dos mais exigentes, pois não consiste somente no tratamento da área cultivada e nos cuidados com o ambiente. Também relaciona-se com o momento oportuno da aplicação, com adequada cobertura do alvo, com o mínimo de danos à cultura e com preço acessível, tanto dos produtos fitossanitários quanto da própria aplicação (COSTA, 2009).

São muitas as técnicas de aplicação de defensivos. Porém, aquelas que se baseiam na pulverização hidráulica terrestre são as mais difundidas, devido à flexibilidade que oferecem às distintas aplicações (TEIXEIRA, 1997).

No controle químico de pragas, doenças e plantas infestantes, dá-se muita importância ao produto e pouca atenção a técnica de aplicação. A consequência é a perda de eficácia do produto e da eficiência da aplicação, quando não o fracasso total do tratamento, com super e subdosagens, fato este que influencia baixas produtividades, danos ambientais, e aumento nos custos de produção.

No caso específico de doenças, a ferrugem asiática da soja, por exemplo, manifesta-se inicialmente no terço inferior do dossel da cultura. Sendo assim, as aplicações de fungicidas devem vencer a barreira imposta pela massa de folhas, objetivando promover melhor cobertura nessa parte da planta.

Aliado a isso, muitos fungicidas sistêmicos em plantas eudicotiledôneas como a soja, apresentam uma ação locossistêmica, ou seja, são translocados somente a pequenas distâncias dentro da folha, necessitando de boa cobertura para que seja obtida sua máxima eficiência. Portanto a tecnologia de aplicação constitui fator diferencial para obtenção de melhor eficiência de controle desse patógeno (PRADO et al., 2009).

De maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, esta desuniformidade proporciona baixa eficácia no controle das doenças, principalmente no caso de fungicidas de contato, que requerem cobertura uniforme de toda a planta (CUNHA et al., 2005).

A tecnologia de aplicação tem como objetivo colocar a quantidade certa do produto no alvo desejado, com máxima eficiência e de maneira mais econômica possível, reduzindo assim, a contaminação ambiental (MATTHEWS, 2002).

Para que haja garantia de que o produto alcance o alvo de forma eficiente é necessário uniformidade de aplicação e espectro de gotas adequado (CARREIRO, 1996). Os resultados das aplicações em lavouras podem ser altamente variáveis. Em geral, o grau de sucesso é determinado pela intensidade e uniformidade da cobertura. A eficácia do tratamento depende não apenas da quantidade de material depositado sobre a vegetação, mas também, da uniformidade de cobertura do alvo (McNiCHOL et al., 1997).

Para avaliação de campo dos tratamentos fitossanitários, um método amplamente empregado é a análise de papéis hidrossensíveis. Embora apresente limitações, trata-se de um método simples, barato e de boa confiabilidade, que ainda fornece importantes informações sobre o espectro de gotas geradas. Nessas análises, entre as variáveis verificadas estão a densidade de gotas (gotas cm^{-2}), que desempenha um papel importante na eficiência das aplicações, a porcentagem de cobertura e o diâmetro da mediana volumétrica (DMV) - diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor.

Várias são as formas para se melhorar a penetração de gotas nas regiões mais inferiores das plantas. Uma delas é o uso de uma barra auxiliar montada abaixo da barra principal do pulverizador, conforme demonstrado na Figura 1. Sendo a barra auxiliar arrastada sobre o solo ou cultura, isso faz com que a aplicação seja feita de forma ascendente, além da forma descendente, que é obtida por meio da barra principal.



Figura 1. Barra auxiliar montada abaixo da barra principal do pulverizador.

Entretanto, poucos são os estudos sobre esta tecnologia, visto que se trata de um equipamento relativamente novo e pouco empregado. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a deposição de calda obtidas com o uso da barra auxiliar de pulverização, e compará-las com o método convencional, empregando um pulverizador com apenas a barra principal.

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações de campo do presente trabalho foram realizadas na Fazenda Mandaguari, situada no município de Indianópolis-MG, na safra 2008/2009. As avaliações de laboratório foram realizadas no Laboratório de Mecanização Agrícola, pertencente ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, no Campus Umuarama, Uberlândia-MG.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para a deposição de calda, utilizou-se um esquema fatorial 2x3, sendo duas formas de aplicação (com e sem a barra auxiliar de pulverização) e três posições na planta (terços superior, médio e inferior). Para a produtividade e a massa de mil grãos, foi feita a colheita das plantas em área conhecida em cada parcela, para as duas formas de aplicação. Cada parcela possuía área de 648 m² (21,6 x 30 m).

A cultivar de soja utilizada foi a M-Soy 8001, empregando-se os tratos culturais normais utilizados na fazenda para produção comercial. O espaçamento entre linhas adotado foi de 0,45 m. Foi utilizado um pulverizador hidráulico autopropelido modelo Uniport 2000 com barra de 21 metros dotada de pontas de jato plano standard 11002, espaçadas entre si 0,5 m. A velocidade de deslocamento foi de aproximadamente 8 km h⁻¹ e a altura da barra principal em relação à cultura foi de 0,5 m. A pressão de trabalho foi regulada pelo controlador eletrônico do pulverizador para a obtenção de um volume de calda de 150 L ha⁻¹, em todas as aplicações.

Foram feitas três aplicações de fungicidas: a primeira quando a soja estava em estágio R1, a segunda em R3 e a terceira em R5.3. Nas duas primeiras aplicações, utilizou-se o fungicida azoxistrobina+ciproconazole (200+80 g L⁻¹) na dose de 0,3 L ha⁻¹ do produto comercial, juntamente com óleo mineral (428 g L⁻¹) na dose de 0,6 L ha⁻¹. Na terceira aplicação, foi utilizado o fungicida tebuconazole (200 g L⁻¹), na dose de 0,5 L ha⁻¹ do produto comercial.

Nas aplicações, empregou-se o pulverizador com e sem a barra auxiliar (kit comercial) ligada, de acordo com cada tratamento. O volume de calda foi mantido constante, independente do acoplamento do dispositivo. A barra auxiliar, composta de um tubo (com dimensão semelhante a barra principal) onde estavam instaladas as pontas de pulverização voltadas para cima, foi presa à barra principal por meio de correntes, de forma a deslizar sobre a cultura, e estava ligada à parte hidráulica do pulverizador por meio de mangueiras.

Durante as aplicações, as condições de temperatura, umidade e velocidade do vento foram monitoradas por um termo-higro-anemômetro digital. As condições ambientais foram: temperatura média do ar de 32°C, velocidade média do vento de 2 km h⁻¹ e 53% de umidade relativa média do ar.

Os parâmetros avaliados foram: produtividade da cultura, massa de 1000 grãos e espectro de gotas (diâmetro e densidade de gotas e área de cobertura foliar). Os dados de produtividade e massa de 1000 grãos foram corrigidos para umidade de 14%.

Antes das aplicações, em cada parcela foram colocados papéis hidrossensíveis, fixados na parte adaxial do limbo foliar, no terço superior, mediano e inferior das plantas. Após cada aplicação, os papéis foram coletados e colocados em envelopes. Em laboratório, os papéis foram digitalizados em resolução de 600

dpi e as imagens analisadas através do programa computacional CIR 1.5 (Conteo y Tipificación de Impactos de Pulverización), específico para a análise de espectro de gotas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e constatada diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, verifica-se que a interação não foi significativa. Isso mostra a independência entre os fatores forma de aplicação e posição da planta. Nota-se que o diâmetro das gotas não variou entre os terços da planta. Porém, quando foi utilizada a barra auxiliar foram obtidas gotas de maior diâmetro.

Tabela 1. Diâmetro de gotas pulverizadas com e sem o uso da barra auxiliar na aplicação de fungicida na cultura da soja

Posição na planta	Diâmetro de gotas (μm)		Média
	Com barra auxiliar	Sem barra auxiliar	
Superior	375,86	301,72	338,79 a
Mediana	480,40	288,55	384,48 a
Inferior	322,31	235,31	278,81 a
Média	392,86 B	275,19 A	
cv = 35,25%			

*Médias seguidas por letras iguais minúsculas, na coluna, e maiúsculas, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Percebe-se na Tabela 2 que, para a variável densidade de gotas, novamente não houve interação significativa entre forma de aplicação e posição na planta. Nota-se que não houve diferença significativa entre o uso ou não da barra auxiliar. O mesmo ocorre para a posição na planta, em que se observa que a densidade de gotas não diferiu significativamente entre os diferentes terços da planta.

Tabela 2. Densidade de gotas obtida junto à folhagem da soja com e sem o uso da barra auxiliar na aplicação de fungicida na cultura da soja

Posição na planta	Densidade de gotas (gotas cm^{-2})		Média
	Com barra auxiliar	Sem barra auxiliar	
Superior	233,00	216,50	227,75 a
Mediana	210,50	195,00	202,75 a
Inferior	218,00	193,00	205,50 a
Média	220,50 A	201,50 A	
cv = 46,47%			

*Médias seguidas por letras iguais minúsculas, na coluna, e maiúsculas, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Na Tabela 3 é mostrado que a interação foi significativa. Portanto, a forma de aplicação e a posição na planta estão relacionadas. O uso da barra auxiliar proporcionou maior cobertura das folhas apenas no terço superior da planta. Os menores percentuais de cobertura foram observados na posição inferior da planta.

Quando se utiliza apenas a barra principal, isso já era esperado, pois o dossel da cultura funciona como uma barreira à penetração das gotas nos terços médio e inferior da planta. Era de se esperar que a barra auxiliar proporcionasse maior cobertura das folhas inferiores. Entretanto isso não foi observado. Uma possível explicação para tal fato é que, ao ser arrastada sobre o solo, houve uma torção da barra, o que altera a inclinação do jato produzido pela ponta em relação à planta, podendo ter ocasionado perdas para o solo ou as gotas serem depositadas em outros terços da planta. Além disso, no momento da aplicação percebe-se que a barra auxiliar faz com que as plantas de soja fiquem menos eretas, o que dificulta a deposição. Contudo, novos ensaios em distintas condições operacionais ainda são necessários para compreender melhor o efeito da barra auxiliar.

Tabela 3. Porcentagem de área coberta em folhas de soja com e sem o uso da barra auxiliar na aplicação de fungicida na cultura da soja

Posição na planta	Cobertura foliar (%)		Média
	Com barra auxiliar	Sem barra auxiliar	
Superior	15,69 aA	10,04 aB	12,86
Mediana	7,65 bA	8,30 abA	7,97
Inferior	4,84 bA	4,32 bA	4,58
Média	9,39	7,55	
cv = 26,08%			

*Médias seguidas por letras iguais minúsculas, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Nota-se na Tabela 4 que a produtividade não foi influenciada pela forma de aplicação. Além disso, percebe-se que os fungicidas utilizados foram eficazes no controle de doenças foliares, refletindo em altos rendimentos. SOARES et al. (2004), avaliando fungicidas para o controle da ferrugem asiática, concluíram que o uso dos fungicidas estrobilurinas e triazóis proporcionou produtividades superiores variando entre 14,5% e 27,3% em relação à da testemunha, que não recebeu tratamento fungicida. CUNHA et al. (2006), avaliando o controle químico da ferrugem asiática na soja, variando-se o tipo de ponta e o volume de calda, também observaram que a produtividade não foi influenciada pela forma de aplicação. Entretanto, percebe-se que a massa de 1000 grãos foi influenciada pela barra auxiliar, sendo que os maiores valores foram obtidos quando se utilizou este equipamento.

Tabela 4. Produtividade e massa de 1000 grãos de soja obtidas com e sem o uso da barra auxiliar na aplicação de fungicida

Aplicação	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade média (kg ha ⁻¹)
Com barra auxiliar	120,27 a	4.032,09 a
Sem barra auxiliar	113,64 b	3.896,64 a
cv = 11,43%		

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

CONCLUSÕES

O uso da barra auxiliar de pulverização proporcionou maior massa dos grãos e maior cobertura das folhas pela calda fungicida apenas no terço superior da planta. Em todas as formas de aplicação, a maior cobertura foi observada no terço superior, enquanto que a menor, no terço inferior da planta.

A produtividade, a cobertura das folhas inferiores e a densidade de gotas depositadas nas plantas não foram influenciadas pelo uso da barra auxiliar.

São necessárias mais avaliações da barra auxiliar em condições distintas de aplicação.

AGRADECIMENTOS

Ao Clube Amigos da Terra de Uberlândia, e toda sua equipe, pela coleta dos dados de campo. Em especial, ao Eng. Agr. Jásio Inácio Nogueira Júnior.

REFERÊNCIAS

CARRERO, J. M. **Maquinaria para tratamientos fitosanitarios**. Madrid: MUNDI-PRENSA, 1996. 159 p.

COSTA, D. I. **Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas, por vias terrestre e aérea, no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho**. 2009. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

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, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função do bico de pulverização e do volume de calda. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 133-138, 2005.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J.M.; LENNÉ, J.M.; WALLER, S.J. (ed.). **Plant pathologist's pocketbook**. London: CAB, 2002. p. 345-353.

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.

PRADO, E. P. et al. Velocidade do ar em barra de pulverização na deposição da calda fungicida, severidade da ferrugem asiática e produtividade da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n. 1, p. 45-50, 2009.

SOARES, R. M.; WIELEWICKI, A. P.; RUBIN, S. A. L.; OZELAME, J. G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

TEIXEIRA, M. M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica.** 1997. 310 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrônomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.