

# VOLUME DE CALDA EM PULVERIZAÇÃO POR ENERGIA HIDRÁULICA E CENTRÍFUGA PARA CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

LILIAN LÚCIA COSTA<sup>1</sup>, MARCELO DA COSTA FERREIRA<sup>2</sup>, HENRIQUE BORGES NEVES CAMPOS<sup>3</sup>, OLINTO LASMAR<sup>3</sup>,

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

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal/SP.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, 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:** A ferrugem asiática (*Phakopsorapachyrhizi*Sydow&Sydow) é uma das doenças mais impactantes na produtividade e nos custos de produção da cultura da soja (*Glycinemax*L.), requerendo expressivo investimento na aplicação de fungicidas, atualmente, a principal forma de controle. Considerando isto, objetivou-se com este trabalho avaliar o controle da ferrugem asiática da soja em função do uso de menores volumes de aplicação associados a bicos de pulverização de energia hidráulica e centrífuga. Foram conduzidos dois experimentos na cultura da soja em área experimental da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, no delineamento de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelos volumes de 50, 100 e 150 L ha<sup>-1</sup> (gotas produzidas por energia hidráulica) e 17, 35 e 50 L ha<sup>-1</sup> (gotas produzidas por energia centrífuga), mais um tratamento adicional sem aplicação do fungicida (azoxistrobina + ciproconazole). Aplicações com o volume de 17 L ha<sup>-1</sup> foram menos eficientes, com maior severidade da doença, resultando em redução do tamanho dos grãos e da produtividade. O volume de 150 L ha<sup>-1</sup> proporcionou maior controle do patógeno pelo fungicida e maior produtividade em relação aos demais tratamentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** bico de pulverização, bico rotativo, *Phakopsorapachyrhizi*.

## VOLUME SPRAYING BY HYDRAULIC AND CENTRIFUGAL ENERGY FOR THE CONTROL OF ASIAN SOYBEAN RUST

**ABSTRACT.** Asian soybean rust (ASR), caused by *Phakopsorapachyrhizi*Sydow&Sydow, is one of the diseases with the highest impacts on soybean productivity and production costs. Fungicides, although representing a high investment, are nowadays the main way of controlling the disease. So, the objective of this research was to evaluate means of controlling ASR by applying lower fungicide volumes in association with spray nozzles using either hydraulic or centrifugal energy. Two experiments resulted from that objective soybean plants were grown in the Experimental Farm of the University of State of Sao Paulo (UNESP) in Jaboticabal, state of Sao Paulo, Brazil. The treatments were distributed in the field according to a complete randomized blocks design with four replications. The treatments consisted of the volumes of 50, 100, and 150 L ha<sup>-1</sup> (droplets resulting by hydraulic energy) and 17, 35, and 50 L ha<sup>-1</sup> (droplets resulting by centrifugal energy) and an additional treatment without fungicide (azoxystrobin + ciproconazol). Application with the volume of 17 L ha<sup>-1</sup> was less efficient, with greater severity of rust, resulting in reduction of grain size and yield. The volume of 150 L ha<sup>-1</sup> permitted the best pathogen control by the fungicide and recovered bigger productivity than other treatments.

**Keywords:** spray nozzle, spin nozzle, *Phakopsorapachyrhizi*.

**INTRODUÇÃO:** A soja [*Glycinemax* (L.) Merrill] é a principal oleaginosa produzida e consumida no mundo. Todavia, devido à alta incidência de doenças, o máximo potencial produtivo da cultura dificilmente é alcançado (JULIATTI et al., 2005). Dentre as doenças que afetam a soja cultura no Brasil está a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsorapachyrhizi* (H. Sydow & P. Sydow) que é um dos

patógenos mais agressivos, responsável por reduções significativas de produtividade e requerendo o uso de medidas rápidas e eficientes para o seu controle (NAVARINI et al., 2007). A reduzida disponibilidade de cultivares comerciais de soja resistentes à ferrugem asiática faz com que o manejo da cultura por meio da aplicação de fungicidas seja o principal método de controle da doença (GARDIANO et al., 2010). Entretanto, observações em áreas comerciais e em experimentos evidenciam uma distribuição irregular do produto fitossanitário do topo para a base das plantas, o que compromete a eficiência desta técnica de controle uma vez que os primeiros sintomas da doença são observados inicialmente no terço inferior da planta (ROMAN et al., 2009). De maneira geral, o depósito da calda pulverizada é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas (BOSCHINI et al., 2008; ROMAN et al., 2009). De acordo com Cunha et al. (2011), a escolha correta da ponta e do volume de pulverização, proporcionando gotas de tamanhos ideais, pode contribuir para o aumento da penetração e depósito dos produtos fitossanitários no terço médio e inferior da cultura da soja. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o controle da ferrugem asiática da soja em função do uso de diferentes volumes de aplicação combinados a bicos de pulverização de energia hidráulica e centrífuga.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram conduzidos dois experimentos, safras 2009/10 e 2010/11, em área experimental da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, com a cultura da soja, cultivar “BRS Valiosa RR”. A semeadura foi realizada no sistema convencional, utilizando-se o espaçamento de 0,45 m entrelinhas e estande final de 355.000 plantas de soja por hectare. Para o controle da ferrugem asiática, optou-se pela mistura fungicida azoxistrobina + ciproconazole (Priori Xtra<sup>®</sup> - 0,3 L p.c ha<sup>-1</sup>) + óleo mineral (Nimbus<sup>®</sup> 0,5% v/v). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha sem aplicação do fungicida e os demais, resultaram da combinação do bico de pulverização de energia hidráulica combinado aos volumes de 50, 100 e 150 L ha<sup>-1</sup> e o bico de energia centrífuga combinado aos volumes de 17, 35 e 50 L ha<sup>-1</sup>. A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi de 2 m s<sup>-1</sup> e a pressão utilizada foram compatíveis ao tipo de ponta e volume de calda utilizado para cada tratamento. O espaçamento entre bicos de energia centrífuga foi de 1,40 m e de 0,50 m de distância em relação ao alvo. A frequência utilizada nos discos foi de 103,33 Hz. As pontas de energia hidráulica foram espaçadas de 0,5 m entre si com 0,5 m de altura em relação ao alvo. A avaliação da eficácia dos tratamentos no controle da ferrugem asiática foi realizada mediante comparação da severidade da doença e da produtividade de grãos. A severidade da ferrugem asiática da soja foi obtida pela estimativa visual da porcentagem da área foliar com sintomas visíveis da doença em 10 folíolos de cada terço da planta, em cada parcela, tomando-se por base a escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006). Foram realizados levantamentos semanais, observando-se o início da ocorrência da ferrugem asiática. Confirmado os primeiros sintomas da doença procedeu-se às aplicações de fungicida de controle curativo. As avaliações de severidade da ferrugem asiática iniciaram-se após a constatação da doença, em intervalos de aproximadamente sete dias, estendendo-se até a senescência das folhas. Com os dados de severidade obtidos nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, procedeu-se à determinação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), a partir da equação matemática proposta por Campbell e Madden (1990) que sintetiza todas as avaliações de severidade em um único valor. Para avaliação dos tratamentos sobre a produtividade, realizou-se a colheita dos grãos de soja na parcela útil. Em seguida, determinou-se o teor de umidade nos grãos de soja de cada tratamento pelo método da estufa descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e, posteriormente, fez-se a correção da produtividade estipulada em kg ha<sup>-1</sup> para umidade de 13% (base úmida). 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 severidade da doença, na safra 2009/10 (terços superior e médio) e 2010/11 (terço superior) foram transformados em  $\log x$ , mantendo-se nas figuras e tabelas, as médias originais dos tratamentos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Ao analisar separadamente os tratamentos combinados ao bico de energia hidráulica e centrífuga na safra 2009/10, observou-se nos terços da planta de soja que a

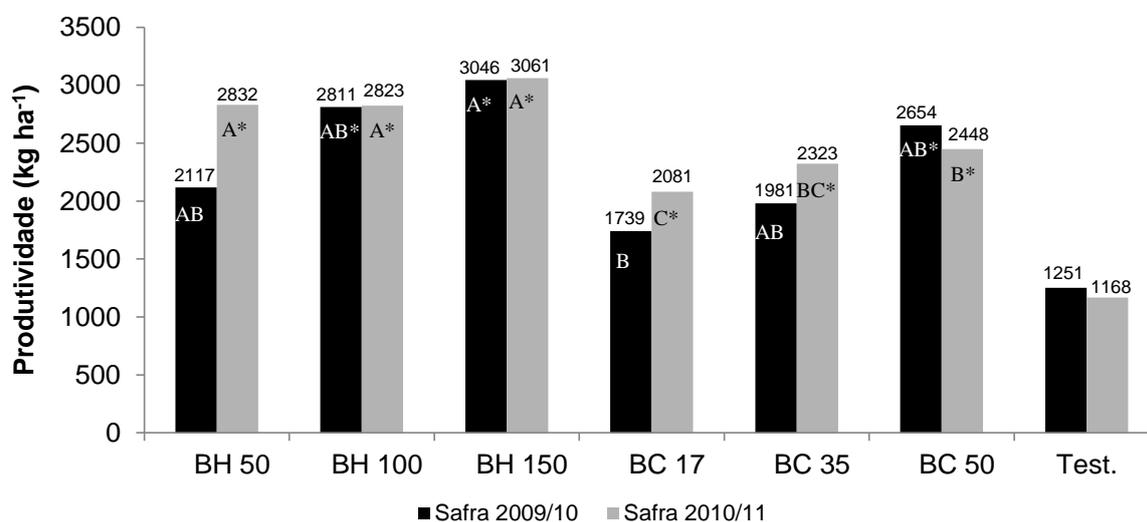
severidade da ferrugem asiática não diferiu significativamente entre os volumes avaliados. Houve resultado semelhante na safra 2010/11, exceto para o terço inferior, no qual o volume de 50 L ha<sup>-1</sup> combinado ao bico de energia centrífuga diferiu significativamente do volume de 17 L ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

TABELA 1. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) calculada com base na severidade da doença obtida após a aplicação dos tratamentos.

Tratamentos	Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD)					
	SAFRA 2009/10			SAFRA 2010/11		
	Superior	Médio	Inferior	Superior	Médio	Inferior
BH 50	136,94 abc	469,69 ab	1262,54 a	64,42 ab	277,32 ab	766,86 ab
BH 100	94,61 ab	381,73 a	1182,78 a	43,84 a	162,80 a	715,45 ab
BH 150	46,15 a	359,13 a	1088,37 a	38,82 a	185,05 a	556,05 a
BC 17	403,63 c	1277,50 c	1968,15 b	326,04 c	633,06 c	1500,33 c
BC 35	226,58 bc	878,46 bc	1465,94 ab	156,49 bc	587,26 bc	1235,06 bc
BC 50	234,83 bc	756,94 bc	1569,59 ab	103,44 abc	357,83 abc	895,53 ab
Testemunha	<b>1238,78</b>	<b>1912,51</b>	<b>2379,59</b>	<b>777,75</b>	<b>1588,62</b>	<b>2598,41</b>
F <sub>Trat.</sub>	7,68**	14,79**	7,89**	8,78**	8,57**	8,19**
CV (%) <sub>Trat.</sub>	11,12	4,26	16,07	12,95	37,41	26,26
F <sub>Test. x Trat.</sub>	17,84**	24,33**	19,20**	18,29**	51,62**	31,53**
CV (%) <sub>Test. x Trat.</sub>	9,90	4,08	13,62	11,38	25,53	21,23

BH - Bico de energia hidráulica. BC - Bico de energia centrífuga. 50; 100; 150; 17; 35 e 50 L ha<sup>-1</sup>. CV - Coeficiente de Variação. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas por uma barra (|) diferem significativamente da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Pelo teste F, \*\* significativo a 1% de probabilidade. F e CV<sub>Trat.</sub> referem-se aos valores encontrados para as comparações entre as parcelas tratadas com o fungicida azoxistrobina + ciproconazole. F e CV<sub>Test. x Trat.</sub> referem-se aos valores encontrados para comparações entre as parcelas tratadas com o fungicida azoxistrobina + ciproconazole e a testemunha.

O volume de 150 L ha<sup>-1</sup> combinado ao bico de energia hidráulica e o volume de 17 L ha<sup>-1</sup> combinado ao bico de energia centrífuga, nas duas safras avaliadas, foram os tratamentos mais contrastantes, sendo que o maior volume proporcionou menor severidade da ferrugem asiática e o menor volume a maior severidade da doença (Tabela 1). Este resultado refletiu diretamente na produtividade da cultura da soja (Figura 1).



BH - Bico de energia hidráulica. BC - Bico de energia centrífuga. Test. - Testemunha. 50; 100; 150; 17; 35 e 50 L ha<sup>-1</sup>. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*As médias seguidas por um asterisco diferem significativamente da testemunha ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Dunnett.

FIGURA 1. Produtividade da soja (kg ha<sup>-1</sup>) obtida após a aplicação dos tratamentos.

Altos coeficientes de correlação negativa foram observados por Gasparetto et al. (2011) quando os valores de área abaixo da curva de progresso da doença foram confrontados com os índices de rendimento e massa de mil grãos. Na safra 2009/10, apenas a produtividade obtida com o volume de 17 L ha<sup>-1</sup> combinado ao bico de energia centrífuga diferiu estatisticamente do volume de 150 L ha<sup>-1</sup> combinado ao bico de energia hidráulica. A maior concentração do fungicida azoxistrobina +

ciproconazole na calda de aplicação utilizando o volume de 17 L ha<sup>-1</sup> não proporcionou controle adequado da ferrugem asiática, provavelmente porque este volume de aplicação foi insuficiente para distribuir adequadamente o produto sobre o alvo (Figura 1). Na safra 2010/11, os volumes combinados ao bico de energia hidráulica proporcionaram produtividades semelhantes entre si e maiores estatisticamente em relação às obtidas com os volumes combinados ao bico de energia centrífuga (Figura 1). Ressalta-se que a produtividade obtida com o bico de energia hidráulica e volume de 150 L ha<sup>-1</sup> foi mais vantajosa em relação aos demais tratamentos, nas duas safras observadas, com pelo menos 230 kg ha<sup>-1</sup> a mais que a segunda maior produtividade. Comparando-se os tratamentos com aplicação de fungicida e o tratamento testemunha, verificou-se, na safra 2009/10, no terço médio e inferior, que o bico de energia centrífuga combinado ao volume de 17 L ha<sup>-1</sup> foi o único tratamento que a severidade da doença não diferiu da testemunha (Tabela 1). Na safra 2010/11, independente do volume de aplicação ou tipo de bico de pulverização utilizado, houve maior controle da doença nas parcelas que receberam o fungicida azoxistrobina + ciproconazole em relação à testemunha (Tabela 1). Com relação à produtividade dos tratamentos, na safra 2009/10, o bico de energia hidráulica combinado ao volume de aplicação de 50 L ha<sup>-1</sup> e o bico de energia centrífuga combinado aos volumes de 17 e 35 L ha<sup>-1</sup> não diferiram da testemunha. Na safra 2010/11, todos os tratamentos apresentaram produtividades estatisticamente superiores à testemunha (Figura 1).

**CONCLUSÃO:** O bico de energia hidráulica combinado ao volume de aplicação de 150 L ha<sup>-1</sup> proporciona maior controle da ferrugem asiática da soja pelo fungicida azoxistrobina + ciproconazole e maior produtividade.

**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

- BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; MACEDO JÚNIOR, E. K.; GUIMARÃES, V. F. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 30, n. 2, p. 171-175, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional da Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley e Sons, 1990. 532 p.
- 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*, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.
- GARDIANO, C. G.; BALAN, M. G.; FALKOSKI FILHO, J.; CAMARGO, L. C. M.; OLIVEIRA, G. M.; IGARASHI, W. T.; SUDO, L. T.; IGARASHI, S.; ABI SAAB, O. J. G.; CANTERI, M. G. Manejo químico da ferrugem asiática da soja baseado em diferentes métodos de monitoramento. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 77, n. 3, p. 497-504, 2010.
- GASPARETO, R.; FERNADES, C. D.; MARCHI, C. E.; BORGES, M. F. Eficiência e viabilidade econômica da aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja em Campo Grande, MS. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 251-260, 2011.
- GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.
- JULIATTI, F. C.; POLIZEL, A. C.; BALARDIN, R. S.; VALE, F. X. R. Ferrugem da soja: epidemiologia e manejo para uma doença reemergente. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 13, n. 1, p. 351-395, 2005.
- NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; MOREIRA, M. T.; MENEGHETTI, R. C.; MADALOSSO, M. G. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow). *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 182-186, 2007.
- ROMAN, R. A. A.; CORTEZ, J. W.; FERREIRA, M. C.; DI OLIVEIRA, J. R. G. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 223-232, 2009.