

POTENCIAL DE HERBICIDAS PARA O CONTROLE DE PATÓGENOS DE SOLO DO FEIJÃO¹

Potential of Herbicides for Controlling Soil-Borne Fungal Pathogens of Common Beans

LEHNER, M.S.², PAULA JÚNIOR, T.J.³, VIEIRA, R.F.³, LIMA, R.C.², SILVA, R.A.², SOARES, B.A.², NASCIMENTO, M.² e CARNEIRO, J.E.S.²

RESUMO - Pouco se conhece sobre os efeitos de herbicidas em fungos patogênicos habitantes do solo que infectam os feijoeiros. Foi avaliado o efeito de herbicidas no crescimento micelial de *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* e *Sclerotinia sclerotiorum*. Esses fungos causam as doenças de solo mais danosas do feijão. Avaliou-se, em placas de Petri, o crescimento radial desses fungos em meio batata-dextrose-ágar com cinco concentrações (0, 1, 10, 100 e 1.000 mg L⁻¹) dos herbicidas imazamox, fomesafen, fluazifop-p-butyl, bentazon, glyphosate e S-metolachlor. O crescimento micelial de todos os fungos decresceu acentuadamente apenas com o S-metolachlor na concentração de 1.000 mg L⁻¹. Por isso, o efeito desse herbicida também foi testado em duas concentrações (1.000 ou 12.000 mg L⁻¹) na germinação de escleródios de *S. rolfsii* e *S. sclerotiorum* (miceliogênica) ou de *S. sclerotiorum* (carpogênica). Não houve efeito significativo de S-metolachlor na germinação miceliogênica de escleródios desses dois fungos. Entretanto, o S-metolachlor retardou a germinação carpogênica de escleródios de *S. sclerotiorum*. Os resultados sugerem que o herbicida S-metolachlor tem potencial de uso no manejo de doenças do feijão causadas por fungos de solo.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, manejo integrado, crescimento micelial, escleródios.

ABSTRACT - Little is known about the effects of herbicides on soil-borne pathogens of the common bean. The effects of herbicides on the mycelial growth of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* and *Sclerotinia sclerotiorum* were evaluated. These soil-borne fungi cause the most devastating diseases on the common bean. Radial mycelial growth of these fungi was evaluated on potato dextrose agar medium in Petri dishes at five concentrations (0, 1, 10, 100, 1,000 mg L⁻¹) of the herbicides imazamox, fomesafen, fluazifop-p-butyl, bentazon, glyphosate, and S-metolachlor. Mycelial growth of all fungi decreased sharply only with S-metolachlor at 1,000 mg L⁻¹. Thus, the effect of S-metolachlor, at two concentrations (1,000 or 12,000 mg L⁻¹), was evaluated on germination of sclerotia of *S. rolfsii* and *S. sclerotiorum* (myceliogenic) or *S. sclerotiorum* (carpogenic). S-metolachlor did not affect significantly the myceliogenic germination of sclerotia of these two fungi. However, S-metolachlor delayed carpogenic germination of sclerotia of *S. sclerotiorum*. Our results suggest that the herbicide S-metolachlor has potential to be used for integrated management of common bean diseases caused by soil-borne fungi.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, integrated management, mycelial growth, sclerotia.

INTRODUÇÃO

Embora visem ao controle de plantas daninhas, os herbicidas podem reduzir o crescimento de organismos não alvos, como

bactérias solubilizadoras de fosfato (Tironi et al., 2009) e fixadoras de nitrogênio (Santos et al., 2004). Ademais, os herbicidas podem reduzir o crescimento de fungos micorrízicos (Peixoto et al., 2010), entomopatogênicos

¹ Recebido para publicação em 26.9.2013 e aprovado em 11.2.2014.

² Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil, <miller.lehner@ufv.br>; ³EPAMIG, Viçosa, MG, Brasil.



(Poprawski & Majchrowicz, 1995) e antagonistas (Reis et al., 2013).

Em relação aos fungos fitopatogênicos, herbicidas podem diminuir ou aumentar a intensidade de doenças causadas por eles (Duke et al., 2007). Quando há redução da intensidade de doenças por herbicidas, geralmente o crescimento micelial e a esporulação de fungos são inibidos (Duke et al., 2007). Em geral, tem-se avaliado o efeito de um ou poucos herbicidas, sobretudo glyphosate, sobre um ou poucos fungos (Sonogo et al., 2000; Meriles et al., 2006; Larson et al., 2006; Duke et al., 2007).

Doenças e plantas daninhas reduzem a produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Entre as doenças dessa leguminosa, destacam-se as provocadas por fungos habitantes de solo. Geralmente essas doenças causam prejuízos consideráveis e são de difícil controle (Barbosa & Gonzaga, 2012). Por isso, o controle delas deve ser feito com práticas integradas de manejo (Paula Júnior et al., 2006). No feijão, as principais doenças causadas por fungos de solo são: podridão-radicular-seca (*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*), murcha-de-fusarium (*F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*), podridão-cinzenta-do-caule (*Macrophomina phaseolina*), podridão-radicular (*Rhizoctonia solani*), podridão-do-colo (*Sclerotium rolfsii*) e mofobranco (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Barbosa & Gonzaga, 2012). Há relatos de toxicidade de glyphosate em *M. phaseolina*, *S. rolfsii* (Rosa et al., 2010) e *R. solani* (Black et al., 2006). Halosulfuron reduziu o crescimento de *M. phaseolina* e *S. rolfsii* (Rosa et al., 2010), e trifluralin, o de *F. solani* (Yu et al., 1988). Logo, o efeito de herbicidas registrados para o feijão sobre patógenos de solo é pouco estudado. Informações relacionadas a esse tema poderiam contribuir para o desenvolvimento de estratégias de controle de doenças do feijoeiro causadas por fungos de solo.

O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de uso de herbicidas para o controle de patógenos de solo do feijão. Para isso, testaram-se, *in vitro*, os efeitos de seis herbicidas no crescimento de seis fungos patogênicos ao feijão. Ademais, avaliaram-se os efeitos do herbicida S-metolachlor na germinação de escleródios de *S. rolfsii* e *S. sclerotiorum*.

MATERIAL E MÉTODOS

Origem e isolamento dos fungos

Os fungos *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop), *F. solani* f. sp. *phaseoli* (Fsp), *M. phaseolina* (Mp) e *S. sclerotiorum* (Ss) foram coletados em feijoeiros; *S. rolfsii* (Sr), em batata (*Solanum tuberosum*); e *R. solani* (Rs), em feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). Dos fungos Mp, Ss e Sr, coletaram-se escleródios; de Rs, Fop e Fsp, seções de raízes infectadas.

O isolamento dos fungos foi feito após desinfestação de escleródios ou de seções de raízes com etanol 70%, seguido de hipoclorito de sódio 1%, por 3 min em cada solução. Depois, escleródios e raízes foram lavados em água esterilizada e transferidos para placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo 15 mL de meio BDA (batata-dextrose-ágar) com cloranfenicol (100 mg L⁻¹). As placas foram mantidas no escuro por 10 dias a 23 °C e, em seguida, armazenadas a 4 °C.

A confirmação da espécie de cada isolado foi feita com base em características da colônia em meio BDA. No caso de Fop e Fsp, procedeu-se também à inoculação dos fungos em feijoeiros. Nestes, o fungo foi reisolado e, com auxílio de microscópio, confirmou-se a presença de macro e microconídios do gênero *Fusarium*.

Efeitos de herbicidas sobre o crescimento micelial dos patógenos

Experimentos com os herbicidas fluazifop-butyl (Fusilade 125 CE), fomesafen (Flex SL), glyphosate (Roundup Ultra), imazamox (Sweeper WG), S-metolachlor (Dual 960 CE) e bentazon (Basagran 600 SL) foram conduzidos individualmente. O produto comercial de cada herbicida foi dissolvido em dimetil sulfóxido (DMSO) e misturado ao BDA nas concentrações de 0, 1, 10, 100 e 1.000 mg i.a. L⁻¹. A mistura de herbicida com BDA foi realizada quando o meio estava em fase líquida, em temperatura próxima de 45 °C. Placas com BDA mais DMSO foram utilizadas como controle (dose zero). Para obter crescimento ativo dos fungos, Mp, Rs, Sr e Ss foram repicados três dias antes do início do experimento, enquanto Fop e Fsp o foram sete dias antes. Discos de micélio de 5 mm de



diâmetro de cada fungo foram retirados das margens das colônias em crescimento e transferidos para placas de Petri nas cinco concentrações de herbicidas. As placas foram mantidas a 23 °C no escuro. Foi usado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.

O diâmetro das colônias (Dc) foi obtido da média de duas medidas diametralmente opostas, com o uso de paquímetro digital. A primeira medição foi realizada com 24 h de incubação e a segunda com 48 h, quando o micélio de Ss nas placas com zero de herbicida cobriu toda a superfície do meio. A porcentagem de redução do crescimento micelial dos fungos em função das concentrações de herbicidas foi calculada com o Dc mensurado com 48 h, de acordo com a seguinte equação:
$$: \% \text{ redução do crescimento micelial} = \frac{Dc \text{ no tratamento controle} - Dc \text{ no tratamento com herbicida} \times 100}{Dc \text{ no tratamento controle}}$$

Efeitos do S-metolachlor na germinação miceliogênica de escleródios de *S. rolfsii* e *S. sclerotiorum*

Dois experimentos foram realizados para avaliar o efeito do herbicida S-metolachlor sobre escleródios de Ss e Sr. No primeiro, o herbicida foi usado na concentração de 1.000 mg L⁻¹. No segundo, a concentração foi de 12.000 mg L⁻¹, equivalente à do tanque de pulverização quando o i.a. do herbicida é aplicado na dose de 2,9 kg ha⁻¹ (Barbosa & Gonzaga, 2012) e o volume de calda é de 240 L ha⁻¹. Foi usado o herbicida comercial Dual 960 CE.

Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 2 x 5 x 2: espécies fúngicas (SS ou Sr), tempos de contato entre escleródios e herbicida (1 a 10 s, 4 h, 8 h, 24 h ou 48 h) e níveis do herbicida (presença ou ausência). No nível ausência de herbicida usou-se água. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.

Escleródios de cada fungo (usados no estudo anterior) foram colocados em caixas gerbox com 10 mL de solução de S-metolachlor (ou água) nas concentrações programadas para cada experimento. As caixas gerbox foram mantidas a 23 °C no escuro, nos tempos programados. À medida que o tempo programado

era alcançado, 40 escleródios (10 por repetição) foram retirados ao acaso da solução de S-metolachlor ou da água. Em seguida, os escleródios foram desinfestados em solução de etanol 70% e hipoclorito de sódio 1%, por 3 min em cada solução. Os escleródios foram então lavados em água esterilizada e transferidos para placas de Petri de 15 cm de diâmetro com 25 mL de BDA com cloranfenicol (100 mg L⁻¹). As placas foram mantidas a 23 °C no escuro – condição favorável à germinação miceliogênica dos escleródios. Cinco dias depois, contou-se o número de escleródios germinados (que produziram micélio).

Efeitos do S-metolachlor na germinação carpogênica de escleródios de *S. sclerotiorum*

Os tratamentos foram dispostos em esquema em fatorial 5 x 2: tempos de contato entre escleródios e herbicida (1 a 10 s, 4 h, 8 h, 24 h ou 48 h) e níveis de herbicida (presença ou ausência). Repetiu-se o número de experimentos e a metodologia do estudo anterior. Após o contato com herbicida ou água, os escleródios foram transferidos para placas de Petri de 9 cm de diâmetro com aproximadamente 100 g de areia autoclavada e umedecida. Os escleródios (10 por placa) foram depositados a cerca de 5 mm de profundidade na areia e mantidos a 18 °C com 12 h de luz. Cada placa correspondeu a uma repetição. Uma pulverização diária de água sobre a areia manteve umidade suficiente para que ocorresse a germinação carpogênica, cuja data foi anotada. Escleródios que originaram apotécios (estrutura sexuada em forma de taça) com estipe e columela foram considerados germinados. O teste teve duração de 60 dias.

Análise dos dados

Foram calculados os desvios-padrão dos diâmetros de colônia dos fungos em cada concentração dos herbicidas. Os resultados do teste de sensibilidade dos fungos aos herbicidas foram apresentados em gráficos, com os valores dos diâmetros de colônia em cada concentração de herbicida transformada por log₁₀. Os dados dos experimentos nos quais se avaliaram os efeitos de S-metolachlor em



escleródios não atenderam ao critério de normalidade da análise de variância. Por isso, utilizou-se o teste de Wilcoxon ($P = 0,05$) para comparar as médias dos níveis do herbicida dentro de cada tempo de contato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos de herbicidas sobre o crescimento micelial dos patógenos

O imazamox teve o pior desempenho entre os herbicidas na redução do diâmetro de colônia dos fungos (Figura 1A). Vale ressaltar que a concentração de 1.000 mg L^{-1} equivale a uma dose seis vezes mais alta que a dose recomendada (42 g ha^{-1}), considerando-se um volume de calda de 250 L ha^{-1} . Portanto, esse herbicida, que é aplicado em pós-emergência, tem baixo potencial de uso no controle integrado de fungos habitantes do solo patogênicos ao feijão.

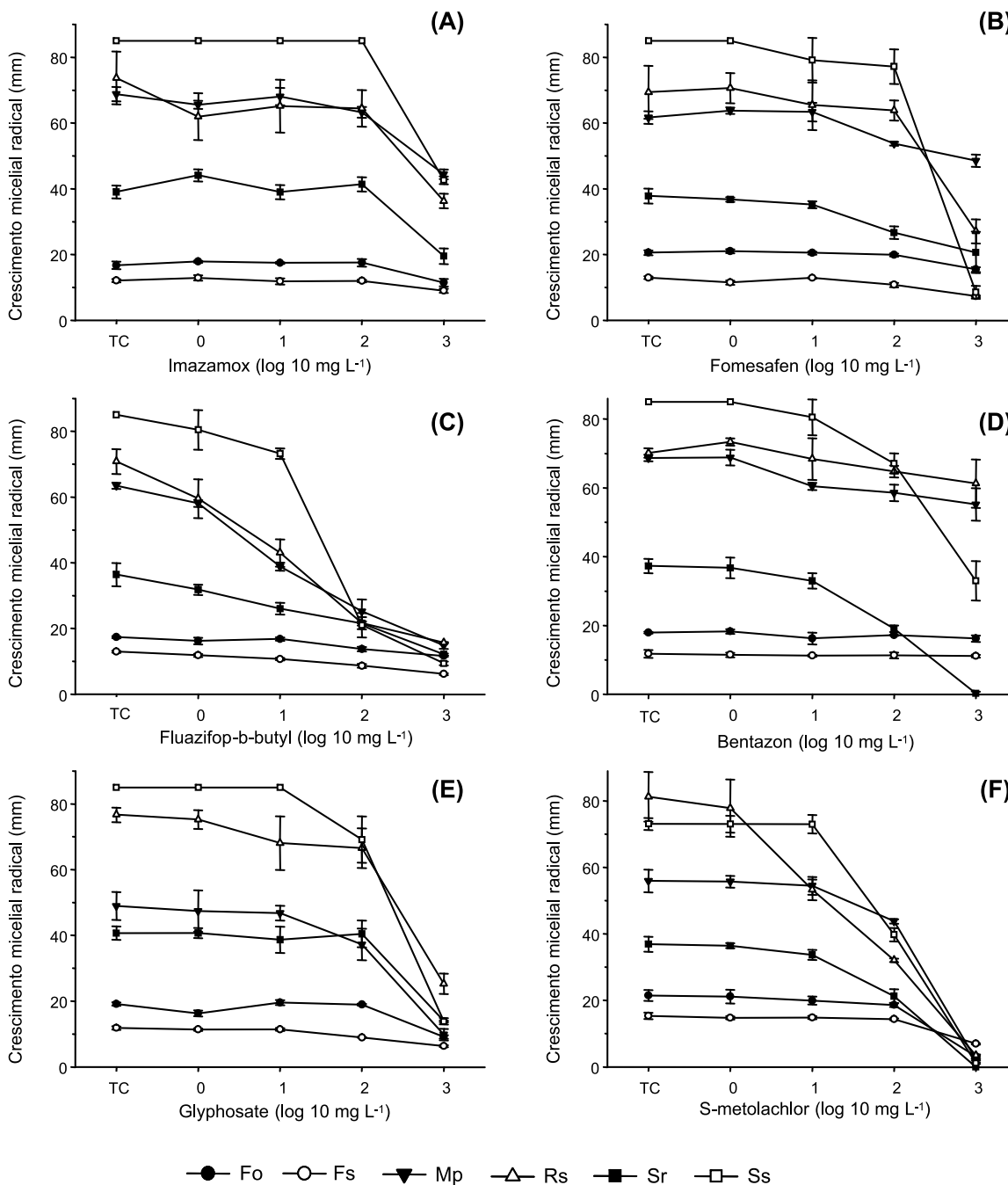
Considerando-se um volume de calda de 250 L ha^{-1} , as doses recomendadas de 250 g ha^{-1} de fomesafen e fluazifop-p-butyl (Barbosa & Gonzaga, 2012) correspondem a 1.000 mg L^{-1} – a concentração mais alta usada neste estudo. Nesta concentração, fomesafen (Figura 1B) e fluazifop-p-butyl (Figura 1C) reduziram consideravelmente o diâmetro de colônia de Ss e Rs. Ademais, fluazifop-p-butyl reduziu em 77% o diâmetro da colônia de Mp. Como esses herbicidas são aplicados em pós-emergência, a quantidade do ingrediente ativo que chega ao solo e que pode ter atividade contra esses fungos é menor que a concentração de 1.000 mg L^{-1} . Logo, o potencial de uso desses dois herbicidas no controle de fungos de solo parece pequeno, sobretudo o do fluazifop-p-butyl, que tem vida curta (meia-vida estimada de 15 dias) e é pouco móvel no solo ($\text{Koc} = 5700$) (Hornsby et al., 1996).

O bentazon, em concentração de 1.000 mg L^{-1} , reduziu em 58% o diâmetro de colônia do Ss e em 87% o de Sr (Figura 1D). Os diâmetros de colônia dos demais fungos foram pouco reduzidos por esse herbicida (Mp e Rs) ou não foram influenciados (Fo e Fs). A dose máxima de bentazon recomendada para o feijão é de 960 g ha^{-1} (Barbosa & Gonzaga, 2012). Nesta dose, e utilizando 250 L ha^{-1} de calda, a concentração do bentazon seria de

3.800 mg L^{-1} , caso todo o herbicida chegasse ao solo. Essa concentração é quase quatro vezes mais alta que a maior concentração usada neste estudo, o que é vantagem em relação ao fomesafen e ao fluazifop-p-butyl. No entanto, trata-se também de herbicida aplicado em pós-emergência. Apesar de ser móvel ($\text{Koc} = 34$), ele persiste pouco no solo (meia-vida de 20 dias). Esta última propriedade também limita o uso do bentazon no controle de fungos habitantes do solo patogênicos ao feijão. Como o estudo foi realizado com os fungos na forma micelial, estudos futuros poderiam esclarecer os efeitos desse herbicida sobre os escleródios de Ss e Sr. Escleródios são estruturas de sobrevivência que, diferentemente do micélio (no caso de Ss), estão presentes no solo na época de aplicação do bentazon.

Efeito acentuado do glyphosate sobre os fungos só ocorreu na concentração de 1.000 mg L^{-1} (Figura 1E). Nessa concentração, a redução do crescimento micelial variou de 46% (Fs) a 84% (Ss) em relação ao controle. A toxicidade do glyphosate sobre Mp, Sr (Rosa et al., 2010) e Rs (Black et al., 2006) foi confirmada neste estudo. Esse herbicida geralmente é aplicado sobre plantas daninhas com alguma antecedência à semeadura do feijão. Em razão da pouca mobilidade no solo, o glyphosate não deve ter contato com os fungos que causam podridão de sementes (Mp, Rs, Ss e Sr) e podridão de raízes (Rs e Fs) (Vieira & Paula Júnior, 2006). No plantio direto, contudo, em que não há revolvimento do solo, o glyphosate pode reduzir o crescimento de fungos que sobrevivem associados aos restos de cultura na forma de micélio, como Fo e Rs (Vieira & Paula Júnior, 2006). Os efeitos do glyphosate usado em plantio direto sobre estruturas de sobrevivência dos fungos que permanecem sobre o solo, como escleródios e clamidósporos, devem ser avaliados em estudos futuros.

Não houve crescimento micelial de Mp, Sr e Ss nas placas com o S-metolachlor na concentração de 1.000 mg L^{-1} (Figura 1F). Quanto à Rs, a redução do crescimento foi de 96%. Entre os herbicidas, o S-metolachlor foi o mais eficaz na redução do crescimento micelial de Fo (85%) e Fs (55%). Em outro estudo, o S-metolachlor, em dose equivalente à comercial, impediu o crescimento micelial e a



TC = tratamento controle (ausência do herbicida). Média ± SD.

Figura 1 - Crescimento micelial radial (mm) de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fo), *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (Fs), *Macrophomina phaseolina* (Mp), *Rhizoctonia solani* (Rs), *Sclerotium rolfsii* (Sr) e *Sclerotinia sclerotiorum* (Ss) em BDA misturado a herbicidas em cinco concentrações.

esporulação *in vitro* de seis fungos entomopatogênicos (Poprawski & Majchrowicz, 1995). O S-metolachlor geralmente é aplicado em emergência, na dose de 1,9 a 2,9 kg ha⁻¹

(Barbosa & Gonzaga, 2012), para o controle de mono e dicotiledôneas. Essa dose corresponde a 12.000 mg L⁻¹, se o volume de calda usado na sua distribuição for de 240 L ha⁻¹. Portanto,



consegue-se maior concentração desse herbicida no solo em relação aos demais testados neste estudo. Além dessa vantagem, o S-metolachlor tem certa mobilidade no solo (Koc = 200) e meia-vida em torno de 90 dias (Hornsby et al., 1996). Assim, o S-metolachlor tem potencial superior ao dos outros herbicidas testados para o uso no manejo integrado de doenças do feijão causadas por fungos de solo.

Efeitos de S-metolachlor na germinação miceliogênica de escleródios de *S. rolfsii* e *S. sclerotiorum*

A germinação miceliogênica ocorreu com quatro (água) ou cinco dias (S-metolachlor). Independentemente da concentração do herbicida (1.000 ou 12.000 mg L⁻¹), dos tempos de contato entre escleródios e S-metolachlor e dos níveis deste, a germinação miceliogênica de escleródios de Sr ou Ss foi de 100%. A germinação miceliogênica tem importância secundária no caso de Ss, pois as epidemias de mofo-branco iniciam-se principalmente por ascósporos. Estes são esporos sexuais resultantes da germinação carpogênica (Abawi & Grogan, 1979). No entanto, o micélio originado de escleródios é a principal estrutura de Sr responsável pela infecção de plantas hospedeiras (Punja, 1985).

Escleródios de Ss e Sr são compostos por hifas compactadas e por grossa camada de melanina no exterior dessa estrutura de resistência do fungo (Punja, 1985; Bolton et al., 2006). A melanina é um polímero fenólico cuja principal função é proteger as hifas contra condições adversas, como a presença de agrotóxicos (Henson et al., 1999). Os resultados deste experimento sugerem que o S-metolachlor não interfere na germinação miceliogênica dos escleródios formados por Sr e Ss.

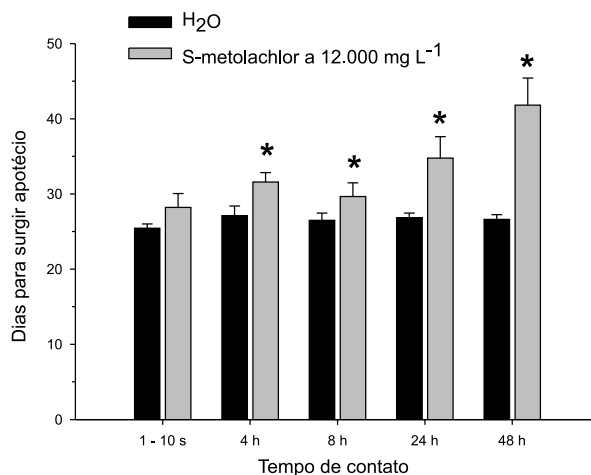
Efeitos de S-metolachlor na germinação carpogênica de escleródios de *S. sclerotiorum*

Não houve efeito significativo dos níveis de S-metolachlor na concentração de 1.000 mg L⁻¹, na porcentagem de escleródios germinados e no número de dias para o surgimento de apotécio.

Na média dos tempos de contato entre escleródios e solução de S-metolachlor na concentração de 12.000 mg L⁻¹, a porcentagem de escleródios que formaram pelo menos um apotécio foi de 84%; em água, ela foi de 94%. Apesar dessa redução de 10%, não houve efeito significativo dos níveis de herbicida em cada tempo de contato.

Na média dos tempos de contato entre escleródios e níveis de S-metolachlor na concentração de 12.000 mg L⁻¹, o número de dias para formar pelo menos um apotécio na presença do herbicida foi de 34; em água, foi de 27. Na concentração de 12.000 mg L⁻¹, o S-metolachlor aumentou significativamente o número de dias para surgir apotécios entre 4 e 48 h (Figura 2) em relação à água. O atraso do surgimento do apotécio devido ao herbicida foi de 15% com 4 h ($P = 0,0284$), 11% com 8 h ($P = 0,0256$), 26% com 24 h ($P = 0,0284$) e 38% com 48 h ($P = 0,0283$).

O mofo-branco, doença causada por Ss, é uma das mais danosas do feijão. Essa doença geralmente ocorre a partir da floração, pois as flores que se soltam da planta com o surgimento das vagens são a principal fonte de nutrientes desse fungo necrotrófico (Abawi & Grogan, 1979). Assim, quanto mais tarde ocorrer a germinação carpogênica, o que atrasa o início da doença, esperam-se menores danos ao feijão.



Médias ± SD. *significativo pelo teste de Wilcoxon ($P < 0,05$).

Figura 2 - Efeitos do tempo de contato entre escleródios e S-metolachlor (12.000 mg L⁻¹) sobre o número de dias para surgir pelo menos um apotécio de *Sclerotinia sclerotiorum*.

Os resultados deste estudo sugerem que o emprego de S-metolachlor para controle de plantas daninhas do feijoeiro pode retardar o surgimento de apotécios e, conseqüentemente, do mofo-branco. Além disso, esse herbicida tem potencial para inibir o crescimento micelial dos principais fungos de solo do feijão, conforme indicam os resultados do experimento *in vitro* com os seis herbicidas. Em testes de toxicidade *in vitro* há contato direto de fungo e herbicida. Entretanto, em campo, apenas parte do herbicida tem contato com fungos, devido aos efeitos de diluição (água), de fatores edafoclimáticos e biológicos e das propriedades físico-químicas do herbicida. Portanto, apesar dos resultados promissores com o S-metolachlor, estudos de campo são essenciais antes de se recomendar esse herbicida para o manejo integrado de patógenos de solo do feijão.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à Capes e à Fapemig, pela concessão das bolsas de iniciação científica, pós-graduação e produtividade.

LITERATURA CITADA

- ABAWI, G. S.; GROGAN, R. G. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, v. 69, n. 8, p. 899-890, 1979.
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. (Ed.). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. (Documentos, 272)
- BLACK, B. D. et al. Herbicide effects on *Rhizoctonia solani* in vitro and *Rhizoctonia* foliar blight of soybean (*Glycine max*). **Weed Sci.**, v. 44, n. 3, p. 711-716, 1996.
- BOLTON, M. D. et al. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molec. Plant Pathol.**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2006.
- DUKE, S. O. et al. Interactions of synthetic herbicides with plant disease and microbial herbicides. In: VURRO M.; GRESSEL, J. (Ed.). **Novel biotechnologies for biocontrol agent enhancement and management**. London: Springer, 2007. p. 277-296.
- HENSON, J. M. et al. The dark side of the mycelium: melanins of phytopathogenic fungi. **An. Rev. Phytopathol.**, v. 37, p. 447-471, 1999.
- HORNSBY, A. G. et al. **Pesticide properties in the environment**. New York: Springer Verlag, 1996. 227 p.
- LARSON, R. L. Influence of glyphosate on *Rhizoctonia* and *Fusarium* root rot in sugar beet. **Pest Manag. Sci.**, v. 62, n. 12, p. 1182-1192, 2006.
- MERILES, J. M. et al. Glyphosate and previous crop residue effect on deleterious and beneficial soil-borne fungi from a peanut-corn-soybean rotations. **J. Phytopathol.**, v. 154, n. 5, p. 309-316, 2006.
- PAULA JÚNIOR, T. J. et al. **Manejo integrado de doenças do feijoeiro em áreas irrigadas**. Guia Técnico. Viçosa, MG: EPAMIG, 2006. 48 p.
- PEIXOTO, M. F. S. P. et al. Ação do trifluralin na micorrização e crescimento de plantas de amendoim (*Arachis hypogaea*). **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 609-614, 2010.
- POPRAWSKI, T. J.; MAJCHROWICZ, I. Effects of herbicides on in vitro vegetative growth and sporulation of entomopathogenic fungi. **Crop Protec.**, v. 14, n. 1, p. 81-87, 1995.
- PUNJA, Z. K. The biology, ecology, and control of *Sclerotium rolfsii*. **An. Rev. Phytopathol.**, v. 23, p. 97-127, 1985.
- REIS, M. R. et al. Impacto de herbicidas em isolados de *Trichoderma* spp. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 419-426, 2013.
- ROSA, D. D. et al. Efeito de herbicidas sobre agentes fitopatogênicos. **Acta Sci.**, v. 32, n. 3, p. 379-383, 2010.
- SANOGO, S. et al. Effects on *Fusarium solani* f. sp. *glycines* and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. **Phytopathology**, v. 90, n. 1, p. 57-66, 2000.
- SANTOS, J. B. et al. Efeitos de diferentes formulações comerciais de glyphosate sobre estirpes de *Bradyrhizobium*. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 293-299, 2004.
- TIRONI, S. P. et al. Ação de herbicidas na atividade de bactérias solubilizadoras de fosfato da rizosfera de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 747-754, 2009.
- VIEIRA, R. F.; PAULA JÚNIOR, T. J. Sementes: veículos de disseminação de patógenos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 600 p.
- YU, S. et al. Trifluralin concentration and the growth of *Fusarium solani* f. sp. *curcubitae* in liquid medium and soil. **Soil Biol. Biochem.**, v. 20, n. 5, p. 607-612, 1988.

