

EFEITO DA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO SOLO SOBRE A GERMINAÇÃO CARPOGÊNICA E MICELIOGÊNICA DE ESCLERÓDIOS DE *Sclerotinia sclerotiorum*¹

Gesimária Ribeiro Costa² e Jefferson Luis da Silva Costa³

ABSTRACT

EFFECT OF FUNGICIDE APPLICATION IN THE SOIL ON THE CARPOGENIC AND MYCELIOGENIC GERMINATION OF *Sclerotinia sclerotiorum*

The effects of benomyl, procymidone, iprodione, vinclozolin, fluazinan and methyl thiophanate on the carpogenic and myceliogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia, in soil, were tested in gerbox. Three hundred grams of soil were placed in each gerbox and twenty five sclerotia were buried in each one at a depth of 2.0 cm. The fungicides were applied at a dose of 0.5 kg.ha⁻¹ i.a., in the soil, simulating a water depth of 6.0 mm. In general, vinclozolin was the best treatment, with an efficiency of 100% in inhibition of stipes and apothecia. Fluazinan allowed the formation of ones unviable stipes, resulting in absence of apothecia. The myceliogenic germination of the sclerotia was observed after 15 days of incubation. Methyl thiophanate showed 75% efficiency in the inhibition of myceliogenic germination followed by procymidone and vinclozolin, with 60% efficiency on average. Benomyl, fluazinan and iprodione were least efficient in the inhibition of the myceliogenic germination of the sclerotia, not differing statistically from the control. After 30 days of incubation most fungicides did not differ significantly in the inhibition of the miceliogenic germination, but differed from benomyl and the control.

KEY WORDS: Chemical control, white mold, *Phaseolus vulgaris*.

RESUMO

Os fungicidas benomyl, procymidone, iprodione, vinclozolin, fluazinan e tiofanato metílico foram utilizados para verificar seus efeitos na germinação carpo gênica e miceliogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*, no solo. O solo coletado foi distribuído em caixas gerbox. Em cada caixa foram colocados 300 g de solo e, posteriormente, foi efetuado o enterrio de 25 escleródios à profundidade de 2,0 cm. Os fungicidas foram aplicados no solo, na dose de 0,5 kg.ha⁻¹ de i.a., simulando uma lâmina de água de 6,0 mm. Em geral, o vinclozolin foi o melhor tratamento, apresentando uma eficiência de 100% na inibição de estipes e apotécios. O fluazinan permitiu apenas a formação de estipes inviáveis, resultando na ausência de apotécios. Na germinação miceliogênica dos escleródios, observou-se que após quinze dias de incubação, o tiofanato metílico reduziu em 75% a germinação miceliogênica, seguido dos fungicidas procymidone e vinclozolin, que apresentaram, em média, 60% de inibição. Os fungicidas benomyl, fluazinan e iprodione foram os menos eficientes na inibição da germinação miceliogênica dos escleródios, não diferindo estatisticamente do controle. Após trinta dias de incubação dos escleródios no solo, os fungicidas procymidone, tiofanato metílico, vinclozolin, iprodione e fluazinan não diferiram significativamente entre si quanto à inibição da germinação miceliogênica, mas diferiram do fungicida benomyl e do tratamento testemunha.

PALAVRAS-CHAVE: Controle químico, mofo branco, *Phaseolus vulgaris*.

INTRODUÇÃO

O mofo branco do feijoeiro comum, cujo agente causal é o fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, pode reduzir consideravelmente o rendimento desta cultura. Em condições de alta umidade associada a temperaturas baixas ou moderadas, é uma das doenças que mais danos causa à cultura.

A doença pode ser controlada, principalmente, por meio de aplicações de fungicidas. Assim, o conhecimento da atividade dos fungicidas sobre o agente causal da doença é de fundamental importância para o seu manejo. A eficiência desses produtos depende de vários fatores, como a densidade de inóculo no solo, o estágio da epidemia, o grau de cobertura das plantas pelo fungicida, o número de

1. Trabalho recebido em set./2002 e aceito para publicação em nov./2004 (registro n° 522).

2. Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Fitopatologia, Universidade de Brasília. Campus Universitário Darcy Ribeiro. Caixa Postal 4457. CEP. 70910-970, Brasília, DF. E-mail: gcosta@unb.br

3. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Av. Beira Mar, 3250. CEP. 49025-040. Aracaju, SE. E-mail: jcosta@cpatc.embrapa.br

pulverizações, a sua fungitoxidade, dose, época, volume e equipamento de aplicação, espaçamento de plantas, incidência e severidade da doença (Vieira 1994).

Resultados de pesquisas sobre a eficiência de produtos indicam que o fungicida benomyl não controla a doença sob mais de 20 apotécios/m² (Letham *et al.* 1976), e que o procymidone não a controla sob mais de 19 escleródios/m² (Costa 1997). Segundo Steadman (1983), os fungicidas tornam-se mais eficientes quando há uma boa cobertura ou proteção das flores. Entretanto, nos cerrados brasileiros, a principal forma de aplicação desses produtos é por fungigação, onde o solo em que se encontra os escleródios do fungo torna-se alvo indireto de controle da doença.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de fungicidas sobre a germinação carpogênica e miceliogênica de escleródios de *S. sclerotiorum*, no solo, sob condições controladas.

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliação da germinação carpogênica

Foram avaliados os fungicidas benomyl (Benlate 500)¹, iprodione (Rovral SC), procymidone (Sumilex 500 PM), tiofanato metílico (Cercobin 500 SC), vinclozolin (Ronilan 500 PM) e fluazinan (Frownicide 500 SC). Utilizaram-se escleródios produzidos artificialmente em substratos de grãos de arroz em casca e solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro, cultivado sob condições de pivô central.

O solo foi distribuído na proporção de 300 gramas por caixa gerbox (11 cm x 11 cm) e, posteriormente, foi efetuado o enterrio de 25 escleródios em cada caixa, à profundidade de 2,0 cm.

Os fungicidas foram aplicados na dose de 0,5 kg.ha⁻¹ de i.a., simulando uma lâmina de água de 6 mm. A seguir, as caixas gerbox foram incubadas à temperatura de 18°C com fotoperíodo de 12 horas luz e 12 horas escuro, por um período de 75 dias.

As avaliações foram efetuadas contando-se o número de estipes e apotécios formados por caixa gerbox. A primeira avaliação foi efetuada aos trinta dias após o enterrio e as restantes, distanciadas quinze dias entre si até completar 75 dias de incubação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada caixa gerbox correspondeu a uma repetição. O ensaio foi repetido duas vezes.

Os dados (x) foram transformados em $\sqrt{x+1}$ e submetidos à análise de variância. Para comparação entre as médias de tratamentos, foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliação da germinação miceliogênica

Caixas gerbox preparadas conforme mencionado anteriormente e submetidas aos seguintes tratamentos fungicidas: benomyl, iprodione, procymidone, tiofanato metílico, vinclozolin e fluazinan. Aos quinze e trinta dias após o enterrio, os escleródios foram retirados, lavados em água corrente, e desinfestados com álcool a 50% por dois minutos e com hipoclorito de sódio a 1%, também por dois minutos. Após a secagem, cinco escleródios/placa foram colocados em meio Neon (Nasser *et al.* 1994). Em seguida, as placas foram incubadas a 18°C sob fotoperíodo de 12 horas luz/12 horas escuro, por seis dias. Foram utilizadas quatro repetições por tratamento e cada placa correspondendo a uma repetição.

As avaliações foram efetuadas, a intervalos de 24 horas, contando-se o número de escleródios que, após a germinação miceliogênica, mudaram a cor do meio Neon, de azul para amarelo, indicando sua viabilidade. Como testemunha, utilizaram-se escleródios enterrados em solo irrigado apenas com água. Para efeito da análise estatística, apenas os dados de seis dias após a incubação foram utilizados. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Também neste caso, os dados (x) foram transformados em $\sqrt{x+1}$, para a análise da variância; com posterior aplicação do teste Tukey (5% de probabilidade) para a comparação das médias dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito fungicida sobre a germinação carpogênica

Ao se comparar o efeito dos fungicidas na formação carpogênica dos escleródios no solo, constataram-se diferenças estatísticas entre os tratamentos (Figura 1). Os resultados indicaram que, na inibição de estipes após 75 dias de incubação, o produto vinclozolin foi o mais eficiente, apresentando 100% de inibição, seguido do iprodione, os quais não diferiram entre si estatisticamente (Figura 1, estipes). Os fungicidas tiofanato metílico e procymidone apresentaram eficiência intermediária, quando comparados à testemunha. Os fungicidas benomyl e

¹- nomes comerciais citados neste texto não significam preferência ou indicação de uso pelos autores.

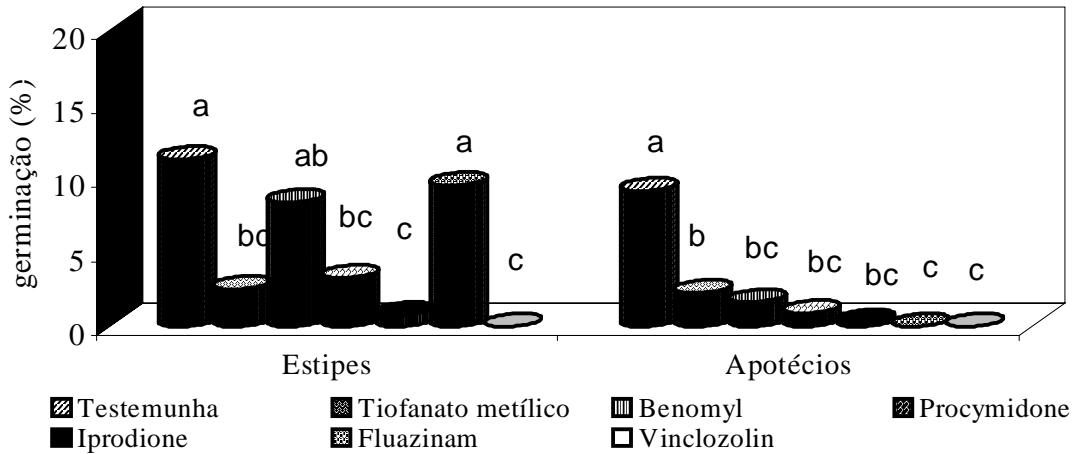


Figura 1. Efeito de fungicidas na porcentagem de germinação carpogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*, após 75 dias do enterrio de escleródios no solo (dados transformados em $\sqrt{x+1}$; colunas identificadas com letra(s) em comum não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade)

fluazinam foram os que apresentaram a menor eficiência de inibição na formação de estipes, não diferindo significativamente da testemunha.

Quanto à formação de apotécios, todos os fungicidas diferiram da testemunha (Figura 1, apotécios), revelando inibição significativa nessa formação. Os fungicidas vinclozolin e fluazinam apresentaram 100% de eficiência nessa inibição, e iprodione e procymidone apresentaram eficiência entre 85% e 95%. O fungicida tiofanato metílico foi o que apresentou a menor eficiência de inibição, seguido do fungicida benomyl.

De modo geral, o fungicida vinclozolin foi o tratamento superior, apresentando uma eficiência de 100% na inibição de estipes e apotécios. O fungicida fluazinam permitiu apenas a formação de estipes inviáveis, resultando na ausência de apotécios (Figura 2, letra c). Oliveira (1998), também estudando a ação

de fungicidas na germinação carpogênica de *S. sclerotionia*, observou que o fungicida fluazinam apresentou os melhores resultados, com inibições de 95,7% em ágar-água e 100% no solo, seguido do fungicida vinclozolin com 93,8% e 95%, respectivamente.

Os resultados obtidos neste estudo permitem constatar que os fungicidas fluazinam e vinclozolin foram semelhantes em relação à eficiência de inibição carpogênica, apesar de primeiro não inibir totalmente a formação de estipes. Entretanto, não havendo formação de apotécios, não há liberação de ascósporos e, portanto, não ocorrerá a doença. Natti (1971) considera como fonte primária de infecção, em feijoeiro, os escleródios através de germinação miceliogênica e partículas de matéria orgânica infestada. Outros autores, porém, consideram os ascósporos liberados pelos apotécios como a fonte

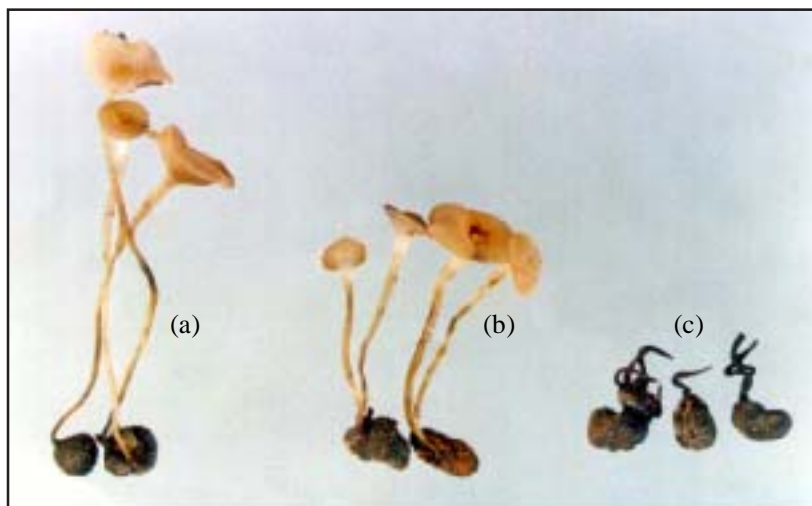


Figura 2. Efeito de fungicidas na germinação carpogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (a: testemunha; b: tiofanato metílico, procymidone, iprodione, benomyl; c: fluazinam)

primária de infecção (Abawi & Grogan 1975, Cook *et al.* 1975, Huang & Kemp 1989, Tu 1989).

Conforme constatado neste trabalho, os fungicidas utilizados inibiram a formação de apotécios. Entretanto, esse fato freqüentemente não é observado em campo, provavelmente devido ao fungicida ser lavado rapidamente dos escleródios pelo intenso uso da irrigação na época da floração, o que não permite um contato prolongado do fungicida com os escleródios.

Por outro lado, a simples presença de apotécios no campo, não deve ser um fator determinante para a aplicação de fungicidas. Tal prática deve resultar da presença concomitante de flores e de inóculo. O conhecimento da importância das flores do feijoeiro na epidemiologia do mofo branco é a chave para o seu controle químico (Vieira 1994). As aplicações subsequentes podem basear-se nos fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento da doença. Niedbalski & Richard (1969) recomendam iniciar a aplicação de fungicida quando surgirem as primeiras flores. Natti (1971) conseguiu um eficiente controle do mofo branco quando se pulverizou benomyl sobre a folhagem, poucos dias antes do estágio de pleno florescimento. A pulverização após esse estágio, segundo o autor, é ineficaz.

Visualmente, constatou-se que houve diferenças no comprimento das estipes entre os tratamentos (Figura 2). Embora esta tenha sido apenas uma observação qualitativa, em condições de campo, esses produtos juntamente com outros métodos de controle, principalmente em manejo integrado onde se utilizam controle químico e cobertura morta, podem contribuir para a redução da fonte de inóculo na forma

de ascósporos. Isso devido principalmente à redução do tamanho das estipes. Só os escleródios localizados nos 5 cm superficiais do solo (as estipes dos apotécios raramente atingem mais do que 5 cm de altura) são importantes no processo da doença, pois somente estes estão aptos a produzir e liberar ascósporos (Steadman 1983). Diferenças no tamanho das estipes também foram observadas por Oliveira (1998). A autora relata que, quando os escleródios foram incubados em ágar-água, os fungicidas fluazinan, procymidone, vinclozolin e benomyl apresentaram os menores valores comparados à testemunha. Entretanto, quando os escleródios foram incubados no solo, apenas o fungicida procymidone não diferiu da testemunha.

Efeito fungicida sobre a germinação miceliogênica

O efeito dos fungicidas na germinação miceliogênica dos escleródios de *S. sclerotiorum* foi observado até aos 30 dias após o enterrio, uma vez que, após este período, os escleródios começam a germinar carpogenicamente.

O meio Neon (Nasser *et al.* 1994) mostrou-se eficiente na detecção da eficiência dos fungicidas sobre a viabilidade miceliogênica dos escleródios.

Os resultados de germinação miceliogênica dos escleródios obtidos aos quinze e trinta dias após o enterrio, em solo tratado com fungicida, indicam a eficiência dos fungicidas utilizados para o controle do mofo branco em feijoeiro (Figura 3). Após quinze dias de incubação dos escleródios no solo, os fungicidas tiofanato metílico, procymidone e

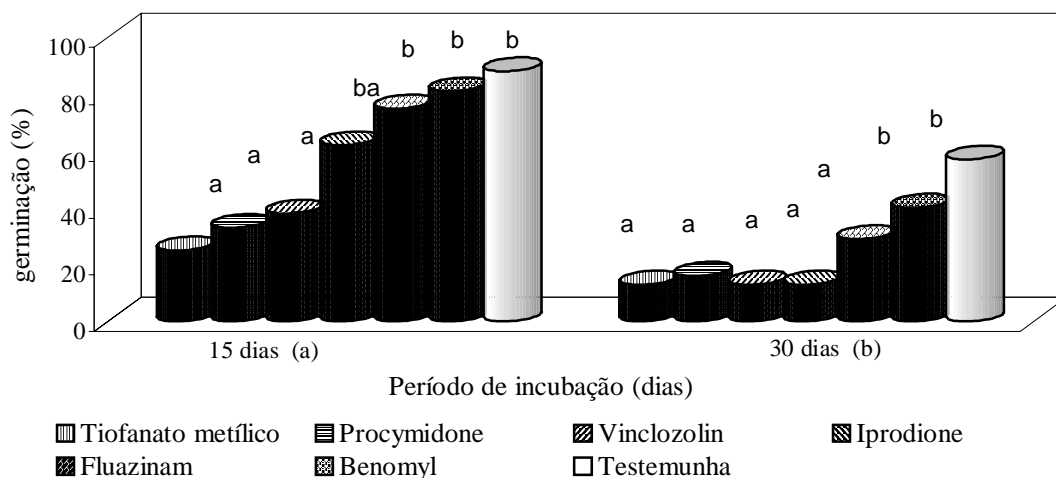


Figura 3. Efeito de fungicidas na germinação miceliogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*, em solo esterilizado e infestado artificialmente, em condições controladas, aos 15 (a) e aos 30 dias (b) após a inoculação (colunas identificadas por letra(s) em comum não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade)

vinclozolin foram os que apresentaram a maior eficiência na inibição miceliogênica dos escleródios (Figura 3, letra a). Esse resultado sugere que, sob esses tratamentos, haverá uma menor formação de estipes ou até mesmo de apotécios, uma vez que quanto maior o número de escleródios viáveis, maior a germinação carpogênica. Os fungicidas benomyl, fluazinan e iprodione foram os menos eficientes na germinação miceliogênica dos escleródios, não diferindo estatisticamente da testemunha.

Após trinta dias de incubação dos escleródios no solo, observou-se que houve uma queda significativa na germinação miceliogênica (Figura 3, letra b). Apenas o tratamento com o fungicida benomyl não diferiu da testemunha. Os demais tratamentos não diferiram entre si, porém, diferiram do fungicida benomyl e da testemunha.

Os resultados sugerem que a germinação miceliogênica está intimamente relacionada com a germinação carpogênica. Quando esses produtos foram aplicados no solo para verificar a eficiência sobre a germinação carpogênica, o fungicida benomyl foi o menos eficiente, ou seja, foi o tratamento que permitiu uma maior germinação carpogênica. O fungicida fluazinan permitiu apenas formação de estipes inviáveis, por isso, não ocorreu a formação de apotécios. Porém, o número de estipes formadas não diferiu estatisticamente da testemunha.

A importância de se conhecer o efeito desses produtos sobre a viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* é relevante, uma vez que esse fungo é muito agressivo, apresentando várias formas de infecção. A alta eficiência desses produtos no seu ciclo biológico, com exceção do fungicida benomyl que apresentou resultados intermediários, pode influenciar na redução da densidade de inóculo no solo, inibindo a germinação miceliogênica e carpogênica dos escleródios. Esse controle é bastante importante, pois, segundo Steadman (1983), mais de dois milhões de ascósporos são produzidos durante o período de sobrevivência do apotécio.

CONCLUSÕES

1. Entre os fungicidas avaliados, vinclozolin foi o produto mais eficiente apresentando 100% de inibição na formação de estipes e apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum*; o fungicida fluazinan permitiu apenas a formação de estipes inviáveis, resultando na ausência de apotécios.

2. Após quinze dias de incubação, o fungicida tiofanato metílico reduziu em 75% a germinação miceliogênica de escleródios, seguido dos fungicidas procymidone e vinclozolin, que apresentaram, em média, 60% de inibição; os fungicidas benomyl, fluazinan e iprodione não foram eficientes na inibição dessa germinação sob tal condição.

3. Após trinta dias de incubação dos escleródios no solo, os fungicidas procymidone, tiofanato metílico, vinclozolin, iprodione e fluazinan foram os mais eficientes na inibição da germinação miceliogênica; o fungicida benomyl não se mostrou eficiente também nesta condição.

REFERÊNCIAS

- Abawi, G. S. & R. G. Grogan. 1975. Source of primary inoculum and effects of temperature and moisture on infection of beans by *Whetzelinia sclerotiorum*. *Phytopathology*, 65 (3): 300-309.
- Cook, G. E., J. R. Steadman & M. G. Boosalis. 1975. Survival of *Whetzelinia sclerotiorum* and initial infection of dry edible beans in Western Nebraska. *Phytopathology*, 65 (3): 250-255.
- Costa, J. L. da S. 1997. Soil inoculum density limit the effectiveness of chemicals on the control of white mold in dry beans. In *Resistance - Integrated Approach to Combating Resistance*. IACR. Rothamsted, Harpenden, Hertsuk.
- Huang, H. C. & G. A. Kemp. 1989. Growth habitat of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) and incidence of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*). *Plant Protection Bulletin*, 31 (3):304-309.
- Letham, D. B., D. O. Huett & D. S. Trimboli. 1976. Biology and control of *Sclerotinia sclerotiorum* in cauliflower and tomato crops in coastal New South Wales. *Plant Disease Report*, 60 (4): 286-289.
- Nasser, L. C. B., G. J. Boland & J. C. Sutton. 1994. An efficient semi-selective medium to detect *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary on seeds. In *Training course on detection of seeds borne fungi*, 5th. Esal, Lavras. 8 p.
- Natti, J. J. 1971. Epidemiology and control of bean white mold. *Phytopathology*, 61 (6): 669-674.
- Nieldbalski, J. F. & S. F. Richard. 1969. *Sclerotinia* white mold control in snap and lima beans with 2,6-dichloro-4-nitroaniline. *Plant Disease Report*, 53 (7): 573-575.

Oliveira, S. H. F. 1998. Controle químico de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro: ação in vitro sobre o ciclo de vida, ação preventiva e curativa em condições controladas, eficiência e modo de aplicação em campo. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo. 74 p.

Steadman, J. R. 1983. White mold- a serious yield-limiting disease of bean. *Plant Disease Report*, 67 (4):346-350.

Tu, J. C. 1989. Management of white mold of white bean in Ontário. *Plant Disease Report*, 73 (4):281-285.

Vieira, R. F. 1994. Mofo branco no feijoeiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 17 (178): 54-63.