

**MODO DE OCORRÊNCIA DO MOFO BRANCO
(*SCLEROTINIA SCLEROTIORUM*) EM FEIJOEIRO IRRIGADO
NA REGIÃO DOS CERRADOS**

Takao Mitsueda¹
Maria José d'Avila Charchar²

RESUMO - Recentemente, a incidência do mofo branco do feijoeiro (*Sclerotinia sclerotiorum*) em áreas irrigadas na região do cerrado tem aumentado rapidamente. Pensava-se que esta doença, nesta região, surgia principalmente a partir de ascosporos. Estes, por sua vez, originados dos apotécios formados pela germinação do escleródio presentes na superfície do solo. Porém neste trabalho, esclareceu-se que o micélio originado do escleródio desempenha importante função na ocorrência da doença, principalmente no DF. Mas, como o desenvolvimento inicial da doença se processa mais acentuadamente nas folhas e vagens do feijoeiro, próximo ao solo, há uma grande dificuldade de controle por pulverização com defensivos após a sua ocorrência. Portanto, a integração de outros tipos de controle é fundamental para combater este patógeno.

¹ Fitopatologia, Consultor da EMBRAPA/JICA.

² Eng. Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 08223, CEP 73301-970 Planaltina, DF.

Introdução

Até 1988, o mofo branco do feijoeiro (*Sclerotinia sclerotiorum*) não era visto como uma doença tão importante na região dos cerrados. No levantamento da ocorrência desta doença nas áreas de cultivo, no Estado de Minas Gerais, não foi encontrada esta doença (Goulart, 1988). O mofo branco era antes considerado uma doença muito importante para o feijão-vagem, chegando a causar perdas consideráveis as quais prolongavam-se durante o armazenamento e transporte do produto (Sartorato et al., 1987). Desde o relato por Charchar et al (1990, 1991) de grande incidência desta doença em feijoeiro irrigado por pivô central no DF, a sua importância tem sido reconhecida nesta região.

Dentro do gênero *Sclerotinia*, são conhecidas as espécies *S. sclerotiorum*, *S. trifoliorum* e *S. minor*. Dentre estas, a *S. sclerotiorum* é um parasita de amplo espectro, havendo relatos (Purdy, 1979) sobre o parasitismo de 64 famílias, 225 gêneros e 383 espécies (incluindo espécies cultivadas), causando grandes danos em várias culturas.

Uma das características desta doença é a formação de escleródios nas plantas infectadas (Figura 1A). O escleródio é formado pelo condensamento das hifas, com o seu tamanho chegando até 10 mm, e, quando maduros, apresentam a cor negra. Este escleródio, após a morte da planta hospedeira ou da sua colheita, cai ao chão misturando-se ao solo, servindo de fonte de inóculo para o próximo plantio. O escleródio tem grande resistência às condições adversas do meio ambiente, tais como mudança na temperatura ou na umidade, mantendo a sua viabilidade pelo menos por 3 anos (Steadman, 1983), ou de 3 a 8 anos (Adams et al., 1979) no solo. Portanto, uma vez estabelecida a doença na área, o seu controle torna-se bastante difícil. O controle químico após a sua incidência é acompanhado de grande dificuldade devido ao seu meio de subsistência, como será descrito posteriormente. O objetivo deste trabalho foi estudar o processo de infecção e o desenvolvimento da *S. sclerotiorum* em feijão irrigado.

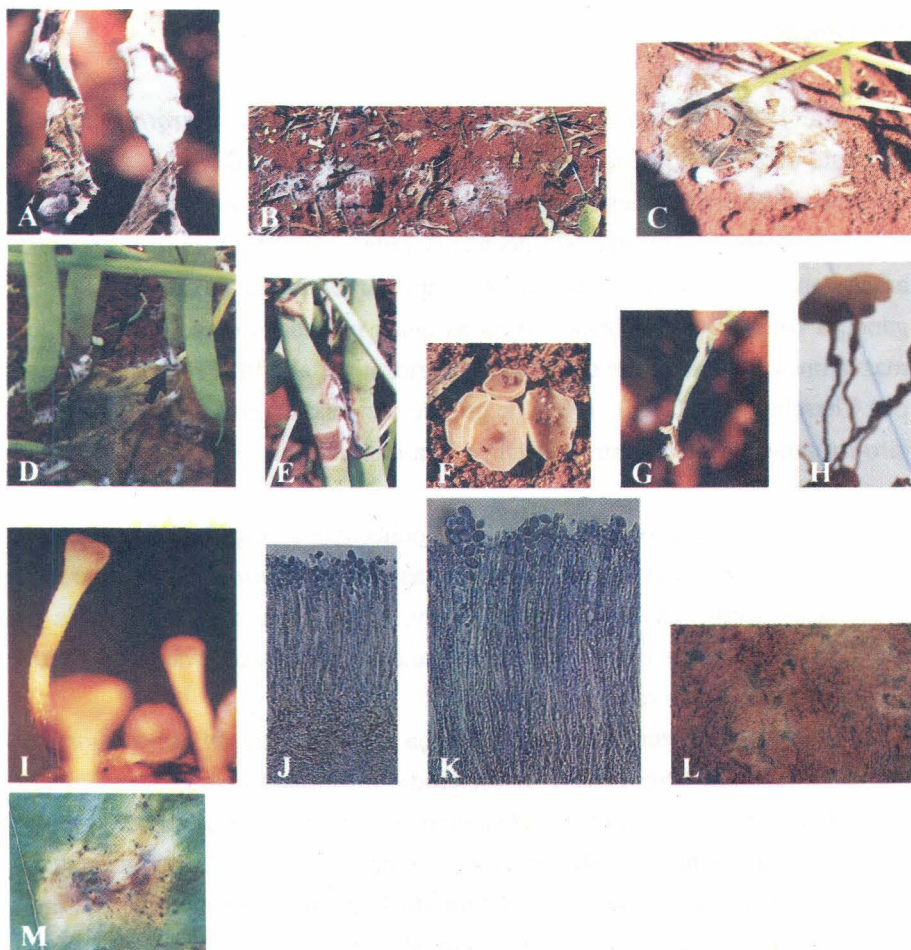


FIG. 1. Infecção e desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo branco do feijoeiro).

(A). Esclerócios formados sobre a vagem infectada. (B). Crescimento do micélio na superfície do solo, em condição de campo. Muitas folhas mortas caídas e infectadas pelo micélio originado do esclerócio. (C). Mesma descrição do B, só que mostrando em detalhe pela aproximação. (D). Vagem de feijão infectada através do contato com folha morta colonizada pelo patógeno. (E). Após a infecção do tecido sadlo da hospedeira, o patógeno pode facilmente ser transmitido para outra planta pelo simples contato. (F). Apotécio no campo. O diâmetro de um disco de 3-10 mm. Compara-se ao diâmetro de um cigarro (tubo branco que esta debaixo). (G). Uma vagem ainda nova já infectada. Talvez o patógeno tenha invadido a hospedeira através de tecido senescente da flor. (H). Apotécios formados de um esclerócio em condições de campo. (I). Apotécios formados de um esclerócio em condições de laboratório. (J). Um corte longitudinal de um apotécio (x 150) é visto através do microscópio. (K). Aumento de "K" (x 600). Temos a presença de ascas e ascosporos. (L). Micélio esbranquiçado, provenientes de esclerócels na superfície do solo. (M). Folha de feijoeiro infectada quando em contato com o micélio na superfície do solo.

Metodologia e Resultados

1. Levantamento de Campo

1.1 Levantamento na Região de Brasília-DF.

Foram feitos levantamentos em 4 áreas de ocorrência do mofo branco em Brasília-DF (Tabela 1). Nessas áreas, a ocorrência da doença foi confirmada 40-60 dias após a semeadura e, desde o início, foi observando minuciosamente, a superfície do solo, e não foram verificadas a formação de apotécios, havendo sim, grande desenvolvimento e expansão do micélio em matéria orgânica, tais como em folhas caídas na superfície do solo. Este micélio se alastrava em contato com folhas e bainhas (Figura 1B, C, D). Na Fazenda Rondon, foram feitas amostragens numa área de 5 x 5 m, com a doença (Tabela 2). Após 3 semanas, observaram-se que todas as plantas estavam contaminadas. Nesse período, observando apenas o aspecto geral da área, não se percebeu a ocorrência da doença, sendo possível somente constatar o ataque do patógeno quando se observou as folhas e vagens mais próximo ao solo.

TABELA 1. Áreas avaliadas quanto a ocorrência de *S. sclerotiorum* em feijão irrigado com pivo central no DF (1990).

Fazenda	Núcleo Rural	Cultura	Nível de ocorrência
Rondon	Rio Preto	Feijão	alta
Bonato	Jardim	Feijão	média
R.L.	PAD/DF	Feijão	alta
Campinas	Rio Preto	Feijão	média

TABELA 2. Desenvolvimento do mofo branco em feijoeiro irrigado na Fazenda Rondon-DF (1990)*.

Data	Nº de plantas afetadas numa área de 5 x 5 m
25/07/90	36
01/08/90	320
09/08/90	600

* Data da semeadura: 28-30/05/90.

Entre a superfície do solo e a folhagem das plantas de feijão, cria-se um ambiente ideal com alta umidade e sombreamento, para o desenvolvimento do patógeno, permitindo o alastramento da doença para as partes sãs (Figura 1E). No período seco (período de irrigação) a temperatura média oscila em torno de 20-25°C (Figura 2), sendo a temperatura ideal para o desenvolvimento do patógeno, contribuindo para o alastramento da doença.

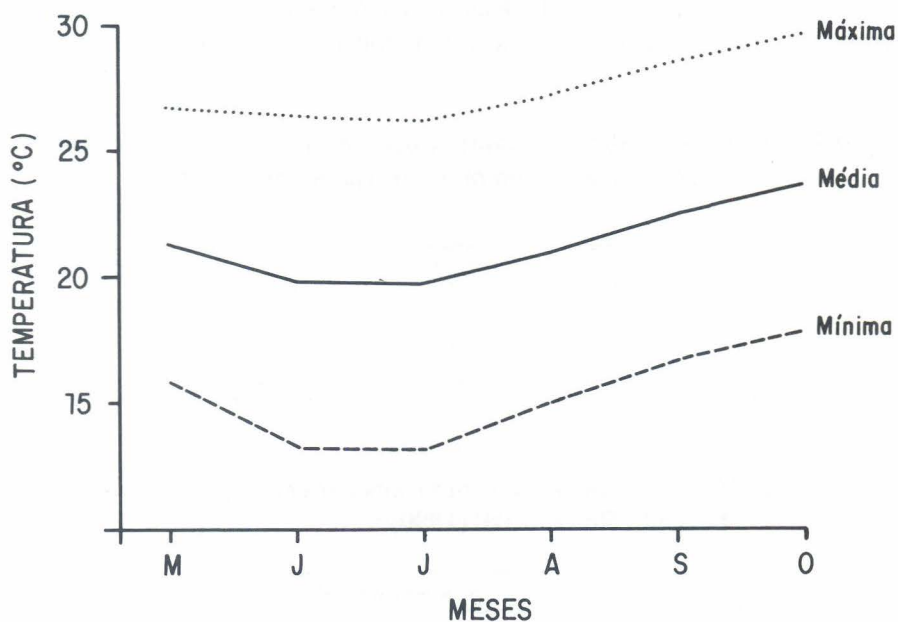


FIG. 2 - Temperatura média no período seco no ano de 1990 no CPAC.

1.2 Levantamento na Região de Paracatu-MG.

Situado a cerca de 300 km a sudeste do CPAC, em Minas Gerais, é uma das áreas principais de colonização para o desenvolvimento dos Cerrados. Pela sua distância, a frequência do levantamento foi comparativamente menor do que a realizada no DF. Também havia a dificuldade de fazer o levantamento no início da manifestação da doença, pois só se chegava ao local após o recebimento da notícia da presença da doença na área. A diferença entre a ocorrência da doença em Paracatu e no DF, foi que no primeiro local houve a formação de grande quantidade de apotécios na superfície do solo e a observação de transmissão via ascósporos, que causavam o abortamento das flores (Figura 1F, G). A quantidade de apotécios variou de 1 a 17 por metro quadrado, mas os escleródios que formavam os apotécios, na sua grande maioria, localizavam-se a uma profundidade de 0-3 cm (Tabela 3, 4). Logicamente, o micélio branco que se desenvolviam e se alastravam, em áreas de Paracatu, não diferiam com o micélio observado em área do DF. Segundo dados obtidos verbalmente em Paracatu, o surgimento da doença ocorria 35-60 dias após a semeadura, também sem grandes variações em relação ao DF. Mas esse período coincide com a floração e transmissão dos ascósporos na estrutura floral.

TABELA 3. Ocorrência de apotécios de *S. sclerotiorum* em campo infestado em Paracatu (1991).

Pontos observados	Amostras coletadas	Número de apotécios/m ²
A	a	7
	b	4
	c	1
	d	1
	e	2
B	f	6
	g	4
	h	11
	i	17
	j	7

TABELA 4. Relação entre quantidade de escleródio de *S. sclerotiorum* que formam apotécios e a profundidade do solo. (Paracatu, 1991).

Profundidade solo (cm)	Quantidade escleródio	Quantidade de apotécios por escleródio		
		Média	Min.	Máx.
0-1	25	3.1	1	6
1-2	32	2.8	1	6
2-3	11	2.3	1	4
3-4	4	1.3	1	4
4-5	1	1.0	1	1
5<	0	-	-	-

Por que a formação de apotécios em Paracatu e não no DF? Em experimentos de laboratório, utilizando-se escleródios coletados no DF e incubados em vasos, obteve-se formação de apotécios em pequena quantidade, demonstrando a capacidade de formação dos mesmos. A característica comum de ambas as áreas é que, a doença se manifesta e desenvolve após o encobrimento total da área pela folhagem, no espaço entre a superfície do solo e a folhagem do feijoeiro, causando dificuldade no seu controle por pulverizações de defensivos. No Brasil, ainda não há relatos que mostre a eficiência do controle químico desta doença em condições de campo. São utilizadas para o controle, variedades menos susceptíveis e métodos de controle por manejo cultural. Neste 2 anos de estudo, pode-se concluir que a fonte de inóculo é o escleródio que se mistura e permanece no solo por longo tempo conforme já relatado por diversos autores (Charchar, 1991, Merriman, 1976, Santos & Dhingra, 1989). Portanto, necessita-se de um método de controle, tendo como alvo o escleródio no solo.

2. Experimento em Laboratório

2.1 Identificação dos isolados

Foram recuperados 14 isolados de *S. sclerotiorum* das partes afetadas de diferentes culturas (Tabela 5). As plantas hospedeiras foram leguminosas, como a soja, a ervilha e principalmente o feijão. Além destas, tomate, melancia e pimenta do reino foram espécies encontradas infectadas pelo patógeno.

TABELA 5. Localização, data de coleta e a espécie da planta que deu origem aos isolados de *Sclerotinia sclerotiorum*.

Isolado	Local	Data	Origem
Rond.	Rio Preto, DF	julho/1990	Feijão
Claud.	Jardim, DF	outubro/1990	Feijão
Rubens	PAD/DF	julho/1190	Ervilha
Camp.	Rio Preto, DF	agosto/1990	Ervilha
SG-1	São Gotardo, MG	março/1991	Soja
SG-2	São Gotardo, MG	março/1991	Soja
SG-3	São Gotardo, MG	março/1991	Soja
Para-1	Paracatu, MG	julho/1990	Feijão
Para-2	Paracatu, MG	fevereiro/1991	Feijão
Para-3	Paracatu, MG	fevereiro/1991	Feijão
Para-4	Paracatu, MG	fevereiro/1991	Feijão
Suika	Paracatu, MG	agosto/1991	Melancia
Kosho	DF	agosto/1991	Pimenta
Tomato	Rio Preto, DF	julho/1991	Tomate

A identificação foi feita pelo Dr. Takashi Nakajima, em fevereiro e março de 1992. Estes 14 isolados foram comparados e examinados com isolados de *S. sclerotiorum* e *S. trifoliorum*, trazidos do Japão, pelo teste de reação à temperatura e teste de compatibilidade (culturas opostas), obtendo como resposta que, todos os 14 isolados são *S. sclerotiorum* (Nakajima et al., 1992).

2.2 Germinação do escleródio

Foi feito o teste de germinação com escleródios coletados na fazenda Rondon em 1989 e conservados a 5-7 °C. Solo coletado na mesma fazenda em junho de 1990, foi enchido vasos com 20 cm de diâmetro e inoçulados com escleródios a uma profundidade de 0-5 mm. Estes vasos foram deixados em casa de vegetação em local protegido da incidência direta de raios solares. Como resultado, dos 410 escleródios inoculados, verificou-se que houve formação de apotécio a um e dois meses após a inoculação. Esses apotécios possuíam um esterigma mais grosso, e o seu formato era de uma tijela com

bordas mais espessas. A quantidade de apotécios formados por um escleródio variavam de cinco a oito (Figura 1H e I). Não foram verificadas diferenças quanto aos ascos e ascosporos (Figura 1J e K). Além do mais, neste teste, a três e quatro dias após a inoculação dos esclerídios, foi observado um crescimento de um micélio branco em abundância na superfície do solo, que contaminavam folhas de feijoeiro deixadas sobre esta colônia (Figura 1L e M).

2.3 Teste de contato do micélio com o tecido da planta de feijão

Foi feito o teste de contato em plântulas de feijão utilizando-se esclerídios e solo como no item II-2. Após misturar no solo o fertilizante NPK 4-30-16, encheram-se os vasos e duas sementes de feijão variedade Carioca foram semeadas. Após dez dias, foi feita a inoculação do escleródio (1g e 0,3g) nos vasos, a uma profundidade de 5 a 10 mm. Além destes vasos, foram inoculados 30 esclerídios na superfície do solo de outros vasos. Após o crescimento do micélio na superfície, utilizou-se o contato de partes sadias com folhas destacadas e infectadas que haviam sido colocadas sobre o micélio. E um outro método, na qual as folhas sadias entravam em contato direto com o micélio da superfície do solo (Figura 3).

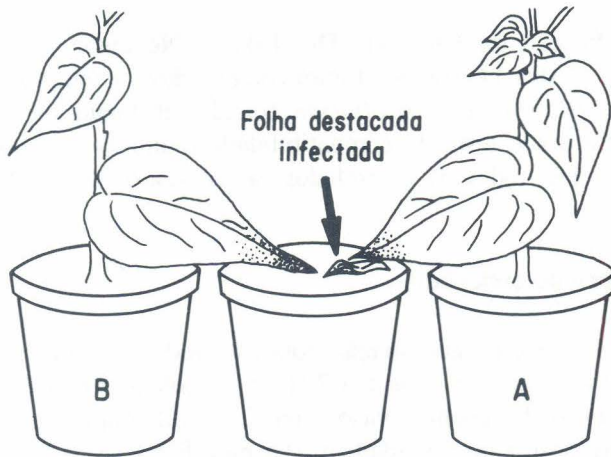


FIG. 3 - Dois métodos de infecção de *S. sclerotiorum* em feijão (A) através de folha destacada e infectada (B) direto pelo contato do micélio sobre o solo.

Na avaliação, como mostrado na Tabela 6, não se observou a ocorrência da doença no tratamento com a inoculação do escleródio em vasos. Por outro lado, foi possível transmitir a doença em folhas sadias a partir de folhas infectadas, colocadas sobre micélios que se desenvolveram na superfície do solo. A transmissão por folhas contaminadas é idêntica à observada no campo. Quanto a transmissão direta através do contato da planta sadia com o micélio na superfície do solo, foi igualmente semelhante.

TABELA 6. Teste de contato da planta de feijão com micélio originados de esclerócios de *S. sclerotiorum*.

Métodos utilizados	Quantidade de mudas testadas	Mudas que apresentaram sintomas
Sem contato da planta com micélio:		
- Inoculação de escleródio (1 g)	15	0
- Inoculação de escleródio (0.3 g)	15	0
Folha destacada e infectada	7	5
Direto pelo contato da planta com micélio sobre o solo	5	4
Testemunha	5	0

Os resultados acima descritos indicam que o escleródio e micélio desempenham importante função na ocorrência da doença, principalmente no DF.

Discussão

Existe a possibilidade de que parte do surgimento da doença na área de feijão, seja por sementes contaminadas (Steadman, 1975), além da movimentação de implementos agrícolas contaminados. Em condições adequadas de temperatura e umidade, são conhecidos dois tipos de germinação do escleródio. Existe a germinação com desenvolvimento de micélio branco e outra que desenvolve na superfície do solo, uma frutificação chamada apotécio. Nas áreas de feijoeiro no Japão, o último tipo de germinação é a mais importante e geralmente a disseminação dos ascósporos pelos apotécios é a principal fonte de inóculo primário (Akai, 1981). Em compensação, observa-se alguma ocorrência em testes em casas de vegetação, da germinação do primeiro

tipo, mas a transmissão no campo é inexpressiva (Sugimoto, 1959). Os autores constataram que no levantamento da doença no DF, não ocorria a formação de apotécio, havendo áreas com considerável ocorrência da doença exclusivamente por micélios. Saito (1977) afirma que escleródios que desenvolvem micélios tendem a suprimir a formação de apotécios. Adams et al. (1976) relata danos causados em mudas de alface diretamente por micélios oriundos do escleródio.

No feijão, não existem relatos indicando a ocorrência da doença por transmissão direta dos micélios para as plântulas, a não ser em telados. No campo, a maioria dos relatos (Hungerford et al., 1953; Natti, 1971; Abawi et al., 1975) afirmam que a transmissão para as partes sadias ocorrem somente após o contato com micélios crescidos em sementes e folhas em decomposição. Steadman (1975) afirma que é incomum a transmissão direta do micélio para as mudas. Logicamente não é necessário dizer que, em todos os relatos, a fonte de inóculo primário são os ascosporos.

Neste trabalho, tanto no levantamento de campo como no experimento de laboratório, se observou com menos frequência a transmissão da doença, por micélios originados do escleródio, para as partes sadias. O processo de infecção predominante ocorreu após a multiplicação do fungo em folhas caídas na superfície do solo, e o contato do tecido sadio neste micélio. Isto assemelha-se ao processo que os ascosporos do patógeno não conseguem infiltrar diretamente nas partes sadias, alastrando-se indiretamente por folhas mortas ou estruturas florais senescentes.

Por último, registra-se uma visão pessoal sobre o controle da doença. Foi dito que o controle da doença, após a sua ocorrência, é extremamente difícil. Portanto, o seu controle visará principalmente a redução ou a eliminação do escleródio no solo. Como foi relatado nesse experimento, os escleródios que formavam os ascosporos situavam-se, na sua grande maioria, até a 3 cm de profundidade. Merriman (1976, 1979) afirma que enterrando os escleródios com aração profunda diminui a formação de ascosporos, pelo longo período de controle da sua atividade, mas uma nova aração traz o perigo de devolver os mesmos à superfície do solo. Para um método de controle prático, necessita-se de pesquisa que inclua, por exemplo, a rotação de cultura. Radke (1986) relata que alguns herbicidas prejudicam ou deformam a formação de ascosporos, e Santos et al (1989), indicam a possibilidade de controle biológico utilizando fungos parasitas do escleródio. Ambas pesquisas serão promissoras no futuro.

Agradecimentos

Nesta oportunidade, agradeço pela orientação do ex-líder da equipe Dr. Bunkichiro Watanabe e atual líder Dr. Tadashi Morinaka e pela colaboração dos pesquisadores e funcionários da Fitopatologia do CPAC, os mais profundos agradecimentos.

Referências Bibliográficas

- ABAWI, G. S.; GROGAN, R.G. Source of primary inoculum and effects of temperature and moisture on infection of beans by *Whetzelinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 65, p.300-309, 1975.
- ADAMS, P.B.; TATE, C.T. Mycelial germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* on soil. **Plant Disease Reporter**, v. 60, p.515-518, 1976.
- ADAMS, P. B.; AYERS, W. A. Ecology of *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, v. 65, p.896-899, 1979.
- AKAI, J. Studies on the epidemiology and control of *Sclerotinia* disease of beans caused by *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) DeBary. Rep. Hokkaido Pref. Agr. Exp. Stn. v. 36, p.1-83, 1981.
- CHARCHAR, M.J.d'A.; NASSER, L.C.B.; GOMES, A. C. Levantamento de doenças do feijoeiro irrigado com pivô central no Distrito Federal. In: REUNIÃO SOBRE FEIJÃO IRRIGADO, GO. **Anais**. Goiânia, GO: (s.n.), 1990.
- CHARCHAR, M.J.d'A.; NASSER, L.C.B. BARRETO LUIZ, A.J.; VIVALDI, L. J. Efeito de diferentes práticas culturais no controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) do feijoeiro irrigado. **Fitopatologia Brasileira**, v. 16, n. 2, p.20, 1991.
- GOULART, A.C.P. Bean diseases in the northern region of the state of Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 13, n. 3, p.230-235, 1988.
- HUNGERFORD, C.W.; PITTS, R. The *Sclerotinia* disease of beans in Idaho. **Phytopathology**, v. 43, p.519-521, 1953.
- MERRIMAN, P.R. Survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 8, p.385-389, 1976.
- MERRIMAN, P.R.; PYWELL, M.; HARRISON, G.; NANCARROW, J. Survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and effects of cultivation practices on disease. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 11, p.567-570, 1979.

- NAKAJIMA, T.; CHARCHAR, M.J.d'A.; MITSUEDA, T. Identification of causal fungi of *Sclerotinia* disease of legumes in Cerrado. 1992. No prelo.
- NATTI, J. J. Epidemiology and control of bean white mold. **Phytopathology**, v. 61, p.669-674, 1971.
- PARTYKA, R.E.; MAI, W.F. Effects of environment and some chemicals on *Sclerotinia sclerotiorum* in laboratory and potato field. **Phytopathology**, v. 52, p.766-770, 1962.
- PURDY, L.H. *Sclerotinia sclerotiorum*: History, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution and impact. **Phytopathology**, v. 69, p.875-880, 1979.
- RADKE, V.L. Effects of herbicides on carpogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v. 70, p.19-23, 1986.
- SAITO IZUMI. Studies on the maturation and germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) DeBary, a causal fungus of bean stem rot. Rep. Hokkaido Pref. Agr. Exp. Stn., v. 26, p.1-106, 1977.
- SANTOS, A.F.; DHINGRA, O.D. Pathogenicity of Gliocladium on the sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 14, p.198-200, 1989.
- SARTORATO, A.; RAVA, C.A.; YOKOYAMA, M. Principais doenças e pragas do feijoeiro comum no Brasil. 3 ed. Goiânia, GO: EMBRAPA/CNPAF, 1987.
- STEADMAN, J.R. Nature and epidemiological significance of infection of bean seed by *Whetzelinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 65, p.1323-1324, 1975.
- STEADMAN, J.R. White mold-a serious yield-limiting disease of bean. **Plant Disease**, v. 67, p.346-350, 1983.
- SUGIMOTO, T. On the relationships between occurrence of *Sclerotinia* disease of legumes and growth of mycelia of the pathogen. **Bull. Agr. Facul. Hokkaido Univ.**, v. 3, p.114-120, 1959.