PRÁTICAS CULTURAIS PARA O MANEJO DE MOFO-BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum*) EM FEIJOEIRO

LEILA DE CASTRO LOUBACK FERRAZ

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **ARMANDO BERGAMIN FILHO**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia, Área de Concentração:
Fitopatologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril – 2001

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Ferraz, Leila de Castro Louback

Práticas culturais para manejo de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em feijoeiro /

Leila de Castro Louback Ferraz. - - Piracicaba, 2001.

154 p.: il.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.

Bibliografia.

1. Agricultura irrigada 2. Feijão 3. Fitopatologia 4. Microclimatologia 5. Mofo-branco
6. Relação hospedeiro-patógeno 7. Solarização do solo I. Título

CDD 635.652

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

*“Será que aquilo
que vemos,
é realmente
a realidade
do que existe?
Gostaria de
investigar isto!”*

(Rafael Louback Ferraz-7 anos)

Aos

*Meus filhos Rafael e Ester,
pelo carinho, incentivo e compreensão.*

Ao

*Meu esposo Cilas
pela caminhada, amizade, afeto, pelos
sonhos e momentos partilhados .*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. **Armando Bergamin Filho** pelos ensinamentos, direção, valiosa orientação e apoio.

Ao meu co-orientador Dr. **Luiz Carlos Bhering Nasser** pelo conhecimento compartilhado, apoio, pela amizade e incentivo constante.

A **FAPESP** pela concessão da bolsa de estudos, pelo apoio financeiro na condução dos ensaios e estágio.

A chefia da **EMBRAPA/Cerrados**, pela disponibilidade de uso de suas instalações, pelo apoio na condução dos ensaios e visitas no campo.

Ao Dr. **Greg Boland** (University of Guelph-CA), e Dr. **Terry Anderson** (Agric. Agri-food Canada) pelo estágio, ensinamentos, e afetuosa acolhida em seu país.

Aos meus pais **Noêmia** e **Ismael Louback** pelo apoio e palavras de incentivo; pelos meus irmãos **Márcia**, **Lília** e **Wallace** e demais familiares por acreditar na minha caminhada.

A **UNIMEP**, na pessoa do Digníssimo Reitor **Almir de Souza Maia** pelo apoio, e pela concessão de alojamento.

Ao Prof. **José Antônio Frizzone** pelo apoio na condução dos ensaios de irrigação.

A todos os **professores** do departamento de Fitopatologia ESALQ/USP, pelos valiosos ensinamentos.

Ao estagiário e colega de linha de pesquisa, **Alexandre F. S. Mello**, pelo apoio árduo na condução dos experimentos de campo.

Ao Dr. **Carlos Sphear** (EMBRAPA/Cerrados) pela concessão de diversas palhas utilizadas como cobertura nos ensaios de campo.

Ao Prof. **Ricardo Ferraz de Oliveira** pelo incentivo e empréstimo de equipamentos.

A Dra **Raquel Ghini** (EMBRAPA/Meio ambiente) pelo apoio e troca de idéias.

Ao Dr. **José A. Gomes** (EMBRAPA/Cerrados), pela valiosa auxílio nas análises estatísticas.

As funcionárias e amigas, **Silvia Lourenço** e **Cássia Figueiredo**; ao funcionário, **Pedro Artúcio**, pelo apoio efetivo na condução dos ensaios.

Ao funcionário **João Alves da Silva** (EMBRAPA/Cerrados), pelo auxílio na condução do ensaio em Brasília.

Aos **funcionários** do departamento de Fitopatologia ESALQ/USP, pelo apoio.

Aos amigos e colegas de estudos, **Ângela Nunes, Regina Sartori, Célia Malvas, Renato Bazzanesi, Célia Tremacoldi, Alice Quezado, Quelmo, Marta Nishijima, Zilton, Carolina, José Bringel, Nilceli Fernandes, Leonardo Ganesi, Liliane Freitas, Eliza Basso e Flávia Patrício**, pelas alegrias e dúvidas compartilhadas.

Ao Prof. **Hiroshi Kimati**, pelos conselhos.

Aos amigos **Letícia, Rev. Omir Wesley**, e suas filhas, **Daniela, Talita e Débora**, pelo apoio, carinho e abrigo.

Ao funcionário **Gilmar** (Engenharia Rural-ESALQ), pela análise de curva de retenção.

Aos meus sobrinhos, **Felipe, Ana Luiza, Ricardo Filho, Edésio Jr, Luciana, Glauci, Vânia, Eliza, Caio, Lucas e Tiago**, pelas alegrias.

Aos meus cunhados (as) **Raquel, Jairo** (in memorian), **Maria Adélia, Daniel, Ricardo, Edésio**, e **Mônica** pelas palavras de incentivo.

A minha sogra **Nair Ferraz**, pelas muitas orações.

Aos meus filhos, **Rafael e Ester**, e meu esposo, **Cilas Ferraz**, pelas muitas alegrias, palavras de incentivo e paciência nos momentos de ausência.

E a todos, que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho.

Agradeço.

***E a Deus
Pela vida, sabedoria
e por tudo.***

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	xvi
LISTA DE ANEXOS	xxi
RESUMO.....	xxiv
SUMMARY	xxvi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Ocorrência de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> no mundo e no Brasil	2
2.2 <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> em feijoeiro	3
2.3 Biologia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	4
2.4 Controle.....	6
2.5 Solarização do solo	9
2.6 Manejo de água.....	10
2.7 Cobertura morta sobre o solo	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Solarização do Solo	15
3.1.1 Efeito do aquecimento do solo na viabilidade dos escleródios de <i>S. sclerotiorum</i>	18
3.1.2 Viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo (Piracicaba, 1997/98)	19
3.1.3 Viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99)	19
3.1.4 Viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999)	19
3.2 Manejo de água e cobertura do solo com palha	25
3.2.1 Efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de <i>S. sclerotiorum</i>	25

3.2.2 Efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de <i>S. sclerotiorum</i> em plantas de feijoeiro	26
3.2.3 Lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (Piracicaba, 1998)	27
3.2.4 Frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro	30
4 RESULTADO	38
4.1 Solarização do Solo	38
4.1.1 Efeito do aquecimento do solo na viabilidade dos escleródios de <i>S. sclerotiorum</i>	38
4.1.2 Viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo (Piracicaba, 97/98)	39
4.1.3 Viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99)	41
4.1.4) Viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999)	44
4.2 Manejo de água e cobertura do solo com palha	69
4.2.1 Efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de <i>S. sclerotiorum</i>	69
4.2.2. Efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de <i>S. sclerotiorum</i> em plantas de feijão	71
4.2.3 Lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (Piracicaba 1998)	73
4.2.4 Frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro	76
5 DISCUSSÃO	114
5.1 Solarização do Solo	114
5.2 Manejo de água e cobertura do solo com palha	119
6 CONCLUSÕES	124
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
8 ANEXO	140

LISTA DE FIGURAS

Página

1. Cor violácea do meio de cultura semi-seletivo NEON (acima, à direita) e mudança de cor do meio semi-seletivo para amarelo devido à germinação dos escleródios de *S. sclerotiorum* (acima, à esquerda e abaixo, à direita).....20
2. Solo e escleródios contidos em vasos de alumínio (acima) e palhas de milheto, niger, e quinoa (abaixo, da esquerda para a direita) (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).....21
3. Irrigação do solo antes da cobertura com plástico (acima) e aspecto geral da cobertura do solo com plástico transparente (abaixo) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo, Piracicaba, 1997/98).22
4. Palha de milho (acima, à esquerda), invólucros de nylon contendo escleródios (acima, à direita) e parcela coberta com plástico transparente (abaixo) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo, Piracicaba, 1998/99).....23
5. Escleródios e meias de nylon utilizadas no enterrio (acima), cobertura do solo com palha de milho (centro) e vista geral do experimento (abaixo) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo, Brasília, 1999).....24
6. Infestação do solo com escleródios de *S. sclerotiorum* (acima) e teste de uniformidade da lâmina de água a cada m² (abaixo) (ensaio de níveis de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro, Piracicaba, 1998).....34
7. Curva de retenção construída previamente antes do ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (Piracicaba, 1998).35

8. Lâmina média de água irrigada observada após 60 minutos de irrigação, referente ao ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (Piracicaba, 1998).....35
9. Curva de retenção de amostras de solo previamente retiradas antes do experimento de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).36
10. Frascos de vidro utilizados no ensaio de respirometria (acima) e vista geral das parcelas cobertas previamente com palha de milho (abaixo) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).37
11. Incidência de escleródios viáveis (%), observados após 7 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).47
12. Incidência de escleródios contaminados (%), observados após 10 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON, em diferentes temperaturas (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).....47
13. Rachaduras em escleródios de *S. sclerotiorum* incubados em solo aquecido a 60°C por 24h (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (300Kv, 9mm, 25x, 500µm) (foto mev).48
14. Bactérias observadas em rachaduras de escleródios de *S. sclerotiorum* incubados em solo aquecido a 60°C por 24h (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev).48
15. Células globosas do anel de proteção externo de escleródio (à direita: 5kV, 8mm, 50x, 200µm) e aspecto externo de escleródio e hifas não contaminados (à esquerda: 5kV, 8mm, 2000x, 5µm), observados em escleródio submetido à temperatura de 4°C (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev).49

16. Hifas que compõem os escleródios de *S. sclerotiorum*, observadas em escleródio submetido à temperatura de 4°C (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto meV). 49
17. Incidência de escleródios viáveis (%) observada após 7 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON. Letras acima das barras simbolizam as diferenças estatísticas na comparação pelo teste de Tukey ($p<0,05$) (2º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*). 50
18. Incidência de escleródios contaminados (%) observada após 10 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON. Letras acima das barras simbolizam as diferenças estatísticas na comparação pelo teste de Tukey ($p<0,05$) (2º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*). 50
19. Incidência e tipo de contaminantes (%) observada nos escleródios após 10 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON (S= solo aquecido; NS=solo não aquecido) (2º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*). 51
20. Aspectos dos escleródios submetidos a diferentes temperaturas, observados após 10 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON (à esquerda de cada tratamento=escleródios não aquecidos; à direita=escleródios aquecidos) (2º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*). 51
21. Incidência de escleródios viáveis (%) observados após 7 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON. Letras acima das barras simbolizam as diferenças estatísticas na comparação pelo teste de Tukey ($p<0,05$) (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*). 52
22. Incidência de escleródios contaminados (%) observados após 10 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON. Letras acima das barras

- simbolizam as diferenças estatísticas na comparação pelo teste de Tukey ($p<0,05$). (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*)..... 52
23. Incidência e tipo de contaminantes observados nos escleródios após 10 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON. (S= solo aquecido; NS= solo não aquecido em estufa) (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*). 53
24. Aspectos dos escleródios observados após 10 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON. À esquerda, os que não foram submetidos ao aquecimento e à direita, os escleródios submetidos ao aquecimento (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*). 53
25. Células globosas presentes no anel de proteção de escleródios não submetidos ao processo de aquecimento (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev). 54
26. Hifas germinando a partir de escleródios não submetidos ao processo de aquecimento (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev). 54
27. Colônias de *Penicillium* spp. observadas sobre escleródios submetidos ao processo de aquecimento (acima) e aspecto da colônia em escleródio contaminado (abaixo) (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev). 55
28. (A) Incidência média de escleródios viáveis (%) observados após 7 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON. (B) Incidência média de escleródios contaminados (%) observados após 10 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON. S=solarizado, NS=não solarizado. Datas de coleta=30, 60 e 90 dias. Letras acima das barras representam a diferença significativa pelo teste de Tukey ($p<0,05$) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo, Piracicaba, 1997/98). 56

29. Incidência média de escleródios viáveis (%) enterrados a diferentes profundidades (5, 10, 30cm) em tratamentos solarizados (*S*) e não solarizados (*NS*), observados após 7 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo, Piracicaba, 1997/98).57
30. Incidência e tipo de contaminantes presentes em escleródios em diferentes datas de coleta (30, 60 e 90 dias) e diferentes tratamentos de solo (solarizado=*S* e não solarização=*NS*), nas profundidades de enterrio 5, 10 e 30cm, observados após 10 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo. Piracicaba, 1997/98).58
31. Temperaturas do solo observadas no dia 14 de dezembro de 1997 para os tratamentos solarizados (*S*) e não solarização (*NS*), nas profundidades de enterrio de 5, 10, 30cm (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo; Piracicaba, 1997/98).59
- 32: Temperaturas médias diárias do ar (máxima, média e mínima) e do solo ocorridas no mês de dezembro de 1997, referente aos tratamentos de solo de solarização (*S*) e não solarizados (*NS*), nas profundidades de enterrio (5, 10, 30cm) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo; Piracicaba, 1997/98).59
33. (A) Incidência de escleródios viáveis (%), observados após 7 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON (interação dos fatores solarização do solo e data de coleta). (B) Incidência de escleródios contaminados (%), observados após 10 dias de incubação em meio NEON de acordo com a data de coleta. Letras acima das barras representam as diferenças significativas através do teste de Tukey ($p<0,05$) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Piracicaba, 1998/99)60
34. Incidência de escleródios viáveis (%), enterrados a diferentes profundidades (5, 10, 30cm), em solo solarizado (*S*), solarizado com palha (*PS*) e não

- solarizado (*NS*), observados após 7 dias de incubação em meio NEON (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Piracicaba, 1998/99).....61
35. Incidência de contaminantes presentes nos escleródios (%), em distintas datas de coleta (30, 60 e 90 dias), para solo solarizado (*S*), solarizado com palha (*PS*) e não solarizado (*NS*), nas profundidades de enterrio de 5, 10 e 30cm, observados em escleródios após 10 dias de incubação em meio NEON (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Piracicaba, 1998/99).....62
36. Aspecto externo dos escleródios observados após 90 dias do processo de solarização do solo na presença de palha de milho sobre o solo (*PS*). Acima, com menor aumento (94x) e abaixo, em maior detalhe (346x) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Piracicaba, 1998/99) (foto mev).63
37. (A) Temperaturas do solo observadas no dia 30 de dezembro de 1998, (B) temperaturas médias diárias do solo durante o mês de janeiro, para os tratamentos de solo solarizado (*S*), solarizado com palha (*PS*) e não solarizado (*NS*), nas profundidades de enterrio de 5, 10 e 30cm (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Piracicaba, 1998/99).....64
38. Incidência de escleródios viáveis (%), observados após 7 dias de incubação em meio NEON, para os tratamentos de solo de solarizado (*S*), solarizado com palha (*PS*), palha (*P*) e não solarização (*NS*), nas profundidades de enterrio de 5, 10 e 30cm, em 3 datas de coleta (30,60 e 90 dias) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Brasília, 1999).65
39. (A) Incidência de escleródios viáveis (%), observados após 7 dias de incubação em meio NEON (interação dos fatores solarização do solo x data de coleta). (B) Incidência de escleródios viáveis (%), observados após 7 dias de incubação em meio NEON (interação dos fatores solarização do solo x

- profundidade de enterrio). (C) Incidência de escleródios contaminados (%), observados após 10 dias de incubação em meio NEON (interação dos fatores solarização do solo x data de coleta) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Brasília, 1999)..... 66
40. Incidência de contaminantes (%) observados em escleródios após 10 dias de incubação em meio NEON, em datas de coleta distintas (30, 60 e 90 dias), de acordo com os tratamentos de solo solarizado (*S*), solarizado com palha (*PS*), palha (*P*) e não solarizado (*NS*), nas profundidades de enterrio de 5, 10 e 30 cm (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Brasília, 1999)..... 67
41. Temperaturas médias diárias do solo observadas nos tratamentos solarizado (*S*), solarizado com palha (*PS*), palha (*P*) e não solarizado (*NS*), nas profundidades de enterrio de 5, 10 e 30cm (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Brasília, 1999). 68
57. Valores das lâminas de água (mm) aplicadas através de irrigação e chuvas ocorridas durante todo o ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro. 102
58. Umidades do solo, medidas em volume (cm^3/cm^3), observadas antes da irrigação, referentes ao ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro. 102
59. Número de apotécios observados em subparcelas de 4m^2 para cada tratamento e a incidência de plantas de feijoeiro com sintomas de mofo-branco considerando o nível de umidade do solo (ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro). 103
60. Número de apotécios observados em subparcelas de 4m^2 para cada tratamento e a incidência de plantas de feijoeiro com sintomas de mofo-branco considerando o espaçamento entre fileiras de plantas (ensaio de lâmina de

água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).	104
61. Produção de grãos em subparcelas de 4m ² para cada tratamento de avaliação da lâmina de água no solo e espaçamento entre fileiras de feijoeiro (45cm, barra cheia; 70cm, barra vazia) (ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).	105
62. Número de apotécios (em subparcelas de 4m ²), observados nos diversos tratamentos (P=presença de palha sobre o solo, SP=solo descoberto, 3, 7 e 12 dias=frequência de irrigação) (1º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).	106
63. Incidência de plantas doentes (%), observadas nos diversos tratamentos (P=presença de palha sobre o solo, SP=solo descoberto, 3, 7 e 12 dias=frequência de irrigação) (1º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).	106
64. Índice de área foliar observado nos diversos tratamentos (P=presença de palha sobre o solo, SP=solo descoberto, 3, 7 e 12 dias=frequência de irrigação) (1º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).	107
65. Peso médio final de grãos (em subparcelas de 4m ²) produzidos nos diferentes tratamentos (P=presença de palha sobre o solo, SP=solo descoberto, 3, 7 e 12 dias=frequência de irrigação) (1º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).	107
66. Vista geral do ensaio realizado no campo (acima); aspecto das parcelas com presença de palha de milho sobre o solo (abaixo) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).	108
67. Número médio de apotécios (em subparcelas de 4m ²), observados em diversas datas de avaliação (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).	109

68. Área abaixo da curva de produção de apotécios (AACPA) (em subparcelas de 4m^2) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro)..... 109
69. Número de escleródios que germinaram carpogenicamente (em subparcelas de 4m^2), em diversas datas de avaliação (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro)..... 110
70. Área abaixo da curva de produção de escleródios que germinaram carpogenicamente (AACPEscl) (em subparcelas de 4m^2) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro)..... 110
71. Escleródios formados em vagens infectadas (acima) e apotécios formados no solo das parcelas experimentais (abaixo) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro)..... 111
72. Sintomas de mofo-branco em vagens infectadas durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio)..... 112
73. Incidência média de plantas doentes (%), observadas aos 76 dias após a emergência, durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio). 112
74. Índice médio de área foliar de plantas de feijão observado durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio)..... 113
75. Produção média de grãos de feijão (em subparcelas de 4m^2) em relação a diferentes tratamentos (presença de palha=P, ausência de palha=SP, e frequências de irrigação de 3 dias =3d, 7 dias =7d e 12 dias =12d) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro)..... 113

LISTA DE TABELAS

Página

1. Composição química e física do solo, referente ao ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (Piracicaba, 1998).28
2. Análise de variância da variável incidência de escleródios viáveis, observados após 7 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo (Piracicaba, 97/98).40
- 3: Análise de variância da variável incidência de escleródios contaminados, observados após 10 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo (Piracicaba, 1997/98).41
- 4: Análise de variância da variável incidência de escleródios viáveis, observados após 7 dias de incubação em meio NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99).43
- 5: Análise de variância da variável incidência de escleródios contaminados, observados após 10 dias de incubação em meio NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 98/99).44
- 6: Análise de variância da variável incidência de escleródios viáveis, observados após 7 dias de incubação em meio NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999).45
- 7: Análise de variância da variável incidência de escleródios contaminados observados após 10 dias de incubação em meio NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999).46

8: Área abaixo da curva abaixo da produção de apotécios (AACPA) (1º ensaio).	69
9: Área abaixo da curva de produção de apotécios (AACPA) observados durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de <i>S. sclerotiorum</i> , realizado em condições controladas, em vasos (2º ensaio).....	71
10: Área abaixo da curva de produção de apotécios (AACPA) e área abaixo da curva de produção de escleródios que formaram apotécios (AACPEscl), observados durante o ensaio de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de <i>S. sclerotiorum</i> em plantas de feijoeiro.	72
11: Área abaixo da curva do índice de área foliar (AACIaf), observada durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de <i>S. sclerotiorum</i> em plantas de feijoeiro.	73
12: Análise de variância da variável número de apotécios observados durante o ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.....	74
13: Número de apotécios observados da interação época (data de avaliação) e lâmina de água, referente ao ensaio de lâminas de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.....	75
14: Análise de variância da variável área abaixo da curva de incidência de plantas doentes (AACInc), para o ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.....	75
15: Área abaixo da curva de incidência de plantas doentes (AACInc), em relação à variável lâmina de água, referente ao ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.	76
16: Análise da produção final de grãos de plantas observadas no ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.....	76

17: Produção final de grãos em relação ao espaçamento entre fileiras de plantas (ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).....	76
18: Análise de variância para a variável área abaixo da curva de produção de apotécios (AACApo) (1º ensaio).	77
19: Área abaixo da curva de produção de apotécios (AACApo) (1º ensaio).....	78
20: Análise de variância para a variável área abaixo da curva de incidência de plantas doentes (AACInc) (1º ensaio).....	78
21: Área abaixo da curva de incidência de plantas doentes (AACInc) (1º ensaio).	78
22: Análise de variância para a variável índice de área foliar (IAF) (1º ensaio).	79
23: Índice de área foliar (IAF) para a variável época (data de avaliação) (1º ensaio).	79
24: Índice de área foliar de plantas de feijão (IAF) para a variável frequência de irrigação (1º ensaio).	80
25: Análise de variância para a variável número de apotécios observados durante ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).	81
26: Análise de variância para a variável número de escleródios que germinaram carpogenicamente observados durante ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).....	82
27: Número médio de apotécios formados (Apotécios) e número médio de escleródios que germinaram carpogenicamente (Escleródios), em relação ao tratamento de frequência de irrigação (2º ensaio).	82
28: Número médio de apotécios formados (Apotécios) e número médio de escleródios que germinaram carpogenicamente (Escleródios), em relação à data de avaliação (2º ensaio).	83
29: Número de apotécios formados (Apotécios) em relação à presença de palha de milho (palha) e à data de avaliação (2º ensaio).....	83

30: Área abaixo da curva de produção de apotécios (AACPA) e área abaixo da curva de produção de escleródios que formaram apotécios (AACPEscl), em relação à variável frequência de irrigação (2º ensaio).	83
31: Análise de variância da incidência de plantas doentes observadas durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).	84
32: Incidência de plantas doentes em relação à presença ou à ausência de palha (2º ensaio).....	84
33: Incidência de plantas doentes em relação à frequência de irrigação (2º ensaio).	84
34: Análise de variância dos dados de respirometria do solo, observados no período de crescimento vegetativo das plantas (1º coleta) após 3 dias de incubação, referente o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).	85
35: Análise de variância dos dados de respirometria do solo, observados no período de floração das plantas (2º coleta) após 3 dias de incubação, referente o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).	85
36: Análise de variância dos dados de respirometria do solo, observados no período de maturação de grãos das plantas (3º coleta) após 3 dias de incubação, referente o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).	86
37: Dados de respirometria do solo, de acordo com o tratamento de presença de palha, observada durante o ensaio realizado no campo em parcelas experimentais, de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).....	86
38: Dados de respirometria do solo, de acordo com o tratamento de frequência de irrigação, observada durante o ensaio realizado no campo em parcelas experimentais, de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).....	86

- 39: Análise de variância para índices de área foliar de plantas de feijoeiro (IAF) observados durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio). 87
- 40: Índice de área foliar médio (IAF) em relação ao tratamento de cobertura do solo com palha, observado durante ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio). 87
- 41: Índice de área foliar (IAF) em relação às datas de avaliação (2º ensaio). 88

LISTA DE ANEXOS

Página

1. Temperaturas do ar (mínima, média e máxima) diárias observadas durante o ensaio de viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo (Piracicaba, 1997/98).....	140
2. Radiação global e insolação diária observada durante o período do ensaio de viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo (Piracicaba, 1997/98).....	140
3. Volume de chuva precipitada diariamente (mm), observada durante o ensaio de viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo (Piracicaba, 1997/98).....	141
4. Temperaturas do ar (mínima, média e máxima), diárias observadas durante o ensaio de viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99).	141
5. Radiação global diária observada durante o período do ensaio de viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> , após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99).	142
6. Volume de chuva precipitada diariamente (mm), observada durante o ensaio de viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> , após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99).....	142
7. Temperaturas do ar (máxima, média e mínima) ocorridas durante o ensaio de viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999).	143
8. (A) Radiação global (cal/cm ² /dia); (B) Brilho solar (h/dia); (C) Volume de chuva precipitada diariamente (mm); ocorridos durante o ensaio de viabilidade de escleródios de <i>S. sclerotiorum</i> após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999).	144

9. Radiação global diária observada durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de <i>S. sclerotiorum</i> em plantas de feijão.....	145
10. Temperaturas diárias do ar (mínima, média e máxima), observadas durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de <i>S. sclerotiorum</i> em plantas de feijão.....	145
11. Umidades relativas do ar (médias diárias), observadas durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de <i>S. sclerotiorum</i> em plantas de feijão.....	146
12. Volume diário de água irrigada e chuva precipitada (mm), observada durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de <i>S. sclerotiorum</i> em plantas de feijão.....	146
13. Temperaturas diárias do ar (mínima, média e máxima), observadas durante o ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.....	147
14. Umidades relativas do ar (mínima, média e máxima diária), ocorridas durante o ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.	147
15. Temperaturas diárias do ar (média, máxima, e mínima) observadas durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (1º ensaio).	148
16. Umidades relativas do ar (médias diárias), observadas durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (1º ensaio).....	148
17. Radiação global (média diária) observada durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (1º ensaio).....	149
18. (A) Volume diário de água irrigada (mm) e (B) chuva precipitada (mm) observada durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (1º ensaio).	150

19. Temperaturas diárias do ar (mínima, média e máxima), observadas durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio). 151
20. Umidades relativas do ar (médias diárias), observadas durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio)..... 151
21. Radiação global (média diária) observada durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio)..... 152
22. (A) Volume diário de água irrigada (mm), e (B) chuva precipitada (mm); observada durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio). 153
23. (A) Temperaturas médias diárias do solo a 5 cm de profundidade e do ar, (B) Temperaturas do solo (5 cm de profundidade) e do ar, ocorrida durante o dia 21 de julho de 2000 (56 DAE), nos tratamentos de presença de palha (p), ausência de palha (sp), em frequências de irrigação de 3 (3d), 7 (7d) e 12 (12d) dias (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro)..... 154

PRÁTICAS CULTURAIS PARA O MANEJO DE MOFO-BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum*) EM FEJOEIRO

Autor: LEILA DE CASTRO LOUBACK FERRAZ

Orientador: PROF. DR. ARMANDO BERGAMIN FILHO

RESUMO

Estudou-se, em solo aquecido em estufa, o efeito de diferentes temperaturas e de diversas palhas na inviabilização dos escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*. Em três ensaios de campo, estudou-se a cobertura com palha de milho em solo solarizado na viabilidade de escleródios, durante três meses. Escleródios foram produzidos em meio cenoura+fubá a 20°C e incorporados ao solo (ensaios em estufa), ou acondicionados em invólucros e enterrados no solo a 05, 10 e 30cm (ensaios no campo). Os tratamentos de solo no campo foram: solarizado (*S*), não solarizado (*NS*) e solarizado com adição de palha (*PS*). Foram feitas avaliações a cada 30 dias, em meio NEON, observando a viabilidade e a presença de contaminantes nos escleródios.

O aquecimento do solo em estufa a 50 e 60°C com diversas palhas inviabilizaram os escleródios, que tiveram maior incidência de contaminantes. No campo, o efeito da solarização do solo foi significativo, inviabilizando os escleródios enterrados a diferentes profundidades: em *S* após 90 dias, nas 3 profundidades, e em *PS*, após 60 dias, a 5 e 10 cm de profundidade. A incidência de escleródios contaminados em solos solarizados foi maior em *S*, seguido de *PS*. A maior variabilidade de contaminantes, porém, foi observada em *PS*. As temperaturas do solo em *PS* foram maiores quando comparadas aos outros tratamentos na mesma profundidade.

O efeito de diferentes coberturas mortas sobre o solo na formação de apotécios foi estudado em dois ensaios em condições controladas. No primeiro ensaio utilizaram-se as palhas de milho, trigo, feijão, quinoa, amaranthus, niger e milheto. No segundo, milho, trigo, feijão, neem, amaranthus, sorgo e milheto. Uma parcela controle, com solo descoberto, foi comparada aos tratamentos. Escleródios foram produzidos em meio cenoura+fubá durante 30 dias, no escuro, a 20°C, e depois utilizados na infestação do

solo contidos em vasos, então cobertos com palha. Os vasos foram mantidos úmidos a 18°C (10h luz/14h escuro). Foram observados o número de apotécios, a relação C/N e a altura da palha.

A presença de palha de amaranthus e quinoa, no primeiro ensaio, e amaranthus e neem, no segundo, reduziu a produção de apotécios, ao contrário das palhas de niger, no primeiro ensaio, e de feijoeiro, no segundo. Tratamentos com solo descoberto sempre produziram grande número de apotécios. Ensaio similar foi realizado no campo em parcelas experimentais com o cultivo de feijoeiro. Uma parcela controle, com solo descoberto, foi comparada aos tratamentos. Os tratamentos com palha de neem e amaranthus tiveram menos produção de apotécios.

No campo foram estudados os efeitos da lâmina de água e da densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro. Os tratamentos foram espaçamentos entre fileiras de plantio de 45 e 75cm e em três lâminas de água foram aplicadas ao solo (úmido, ideal e seco). Também foi estudado o efeito da frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro em dois ensaios de campo. Foram estabelecidos os seguintes tratamentos: frequências de irrigação (3, 7 e 12 dias) e presença ou ausência de palha de milho sobre o solo.

O tratamento úmido resultou em maior número de apotécios e maior incidência da doença. O espaçamento, no entanto, não influenciou nessas variáveis. A produção de grãos, porém, foi influenciada pelo espaçamento entre fileiras de plantas, com maior produção a 70 cm. No primeiro ensaio de frequência de irrigação, os tratamentos com palha de milho apresentaram menor número de apotécios e menor incidência de plantas doentes. A produção de grãos não foi afetada estatisticamente pelos tratamentos. No segundo, ensaio os tratamentos sem palha produziram mais apotécios, apesar de diferença estatística não ter sido detectada. A frequência de irrigação de três dias favoreceu a formação de apotécios e a incidência de plantas doentes. Houve menor incidência de plantas doentes nos tratamentos com presença de palha e no tratamento com 12 dias de intervalo entre irrigações. Presença ou ausência de palha e frequência de irrigação não tiveram efeito estatístico na produção final de grãos.

CULTIVATING PRACTICES FOR THE MANAGEMENT OF WHITE MOLD (*Sclerotinia sclerotiorum*) IN BEANS

Author: LEILA DE CASTRO LOUBACK FERRAZ

Adviser: PROF. DR. ARMANDO BERGAMIN FILHO

SUMMARY

The effect of different temperatures and crop mulch in the inactivation of the sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* was studied. In three field experiments, the covering with corn crop mulch and the solarization of the soil in relation to the viability of sclerotia was studied for three months. Sclerotia were produced in carrot+cornmeal medium at 20 °C and incorporated into the soil (oven experiment), or conditioned in involucre and buried in the soil at 5, 10 and 30 cm (field experiment). The soil treatments in the field were: solarization (*S*), non-solarization (*NS*), and crop mulch added to solarized soil (*PS*). Sclerotia samples were collected every 30 days to observe the viability and presence of contaminants in NEON medium. The oven-heating of the soil at 50 and 60° C and the use of diverse types of crop mulch inactivated the sclerotia, which had a higher incidence of contaminants. In the field, the effect of soil solarization was significant. The sclerotia were killed in *S* after 90 days in the first experiment at three depths and in *PS* after 60 days at 5 and 10 cm in the other two experiments. The incidence of contaminant in sclerotia in solarized soils was significant with a higher rate in *S*, followed by *PS*; however, a larger variability of contaminants was observed in *PS*. Temperatures of the soil in *PS* were higher when compared to the other treatments at the same depth.

The effect of different mulch coverings on the soil in the formation of apothecia was studied in two experiments under controlled conditions. In the first experiment, corn, wheat, bean, quinoa, amaranthus, niger and millet straw were used; and in the second, corn, wheat, bean, neem, amaranthus, sorghum and millet. Treatments with uncovered soil always produced a large number of apothecia. Sclerotia were

produced in carrot+cornmeal medium for 30 days, in darkness at 20° C, and later used in the infestation of the soil contained in pots, then covered with straw. The pots were kept humid at 18°C (10h light/ 14h darkness). The number of apothecia, the C/N relationship and the height of the straw were observed.

The presence of amaranthus and quinoa straw in the first experiment, and amaranthus and neem, in the second, reduced apothecia production, unlike the niger straw in the first experiment, and bean in the second. Treatments with uncovered soil always produced a large number of apothecia. A similar procedure was done in the field in experimental portions with the cultivation of beans. A controlled portion with uncovered soil was compared to the treatments. The treatments with neem straw and amaranthus had less apothecia production.

In the field, the effects of irrigation and of the planting density in white mold development in beans were studied. The treatments were spaced among rows at 45 and 75cm and three water applications were supplied to the soil (humid, ideal and dry). The effect of irrigation frequency and straw presence on the soil on white mold development in beans in two field experiments was also studied. The following treatments were established: irrigation frequencies (3, 7 and 12 days) and presence or absence of corn straw on the soil.

The humid treatment resulted in a larger number of apothecia and larger incidence of disease. The spacing did not influence these variables. However, the spacing of rows influenced the production of grains with larger production at 70cm. In the first experiment of irrigation frequency, the treatments with corn straw presented a smaller number of apothecia and smaller incidence of disease. The production of grains was not statistically affected by the treatments. In the second experiment the treatments without straw produced more apothecia, although no statistical difference was detected. The three-day irrigation frequency favored apothecia formation and the incidence of disease. There was smaller incidence of disease in the treatments with straw and in the treatment with 12 days intervals between irrigations. The presence or absence of straw and irrigation frequency did not have statistical effects in the final production of grains.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da agricultura irrigada no Brasil tem modificado as condições microclimáticas da cultura do feijoeiro, principalmente em relação à umidade do solo e à temperatura, fato que tem favorecido a ocorrência de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, agente causal do mofo-branco do feijoeiro.

O controle desse patógeno em diversas culturas tem sido difícil, em virtude da ampla gama de plantas hospedeiras e da presença de estruturas de resistência do patógeno (escleródios), que dificultam práticas agronômicas usualmente eficientes no controle de patógenos veiculados pelo solo, como a rotação de cultura. Em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), é desconhecida a existência de cultivares resistentes. Além disso, a rápida disseminação de *S. sclerotiorum* entre lavouras por meio de sementes contaminadas, aliada à disseminação por meio de ascósporos, dificultam ainda mais o controle do patógeno. O controle químico precisa ser melhor estudado, principalmente quanto à influência da densidade de inóculo presente na área. A literatura recomenda, como métodos de controle para a cultura do feijoeiro, o controle cultural por meio da água de irrigação, o uso de plantio direto, maior espaçamento entre plantas e cultivares de hábito de crescimento ereto (Hall & Nasser, 1996; Tu, 1997). O controle biológico, apesar de resultados preliminares promissores, ainda não é utilizado na prática (Zhou & Boland, 1998).

Devido à importância e ao difícil controle dessa doença, foram estudadas neste trabalho outras medidas de controle cultural, como a solarização do solo, a frequência de irrigação e a utilização de diferentes substratos como cobertura morta sobre o solo. Essas medidas têm potencial para reduzir a formação de apotécios e podem ser utilizadas no controle de *S. sclerotiorum* em feijoeiro, principalmente em sistemas irrigados que empregam plantio direto ou convencional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ocorrência de *Sclerotinia sclerotiorum* no mundo e no Brasil

Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary (Sin. *Whetzelinia sclerotiorum* (Lib.) Korf & Dumont) é um fungo da família Sclerotiniaceae, da ordem Leotiales, Phylum Ascomycota (Hawksworth *et al.*, 1995). Esse fungo é de ampla ocorrência, tanto em locais de clima temperado quanto tropical, em regiões secas (especificamente em sistemas irrigados) e em regiões úmidas. *S. sclerotiorum* é um patógeno muito agressivo, com capacidade de causar sintomas em diversas partes das plantas. Cerca de 75 famílias, 278 gêneros, 408 espécies e 42 subespécies ou variedades de plantas já foram relatadas como hospedeiras, incluindo tanto plantas cultivadas como não cultivadas (Boland & Hall, 1994).

No Brasil, o primeiro registro de ocorrência deste patógeno foi feito em 1921, em batata (*Solanum tuberosum*), no Estado de São Paulo (Chaves, 1964). Em 1954, pela primeira vez, foi relatada a ocorrência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), no Rio Grande do Sul (Chaves, 1964). *S. sclerotiorum* é hoje importante patógeno de diversas espécies cultivadas em diversos locais do Brasil, tais como tomate (*Lycopersicon esculentum*), no Distrito Federal (Santos *et al.*, 1994), amendoim (*Arachis hypogaea*) na Bahia (Oliveira & Mello, 1988) e em Pernambuco (Costa *et al.*, 1989), fumo (*Nicotiana tabacum*), no Rio Grande do Sul (Bredemeier *et al.*, 1982), soja (*Glycine max*), no Distrito Federal (Nasser, 1985), Minas Gerais (Machado, 1984) e Paraná (Yorinori & Homechin, 1977), e em ervilha (*Pisum sativum*), no Distrito Federal (Café Filho, 1985). O patógeno também foi mencionado infectando alface (*Lactuca* spp.), *Brachiaria decumbens*, *Melinis multiflora* (Gasparotto *et al.*, 1982), cenoura (*Daucus carota*) (Oliveira *et al.*, 1989), girassol (*Helianthus annuus*) (Homechin, 1982c) e tremoço (*Lupinus albus*) (Homechin, 1982b). Algumas plantas daninhas também foram relatadas como hospedeiras por Homechin (1982a), como amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla*), caruru (*Amaranthus* spp.), corda de viola (*Ipomea* sp.), erva-quente (*Borreria alaja*), fazendeiro (*Galinsola parviflora*), guanxuma (*Sida rhombifolia*) e picão preto (*Bidens*

pilosa). Recentemente, *S. sclerotiorum* foi relatado atacando o algodoeiro (*Gossipium* spp.) em sistemas irrigados (Charchar *et al.*, 1999).

A ocorrência em feijão de *S. sclerotiorum* já foi relatada no Brasil, Argentina, México, Peru, Colômbia, Venezuela, outras regiões da América Latina, Ásia, África, Europa, Austrália e América do Norte (Schwartz & Pastor-Corrales, 1989).

2.2 *Sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro

O feijoeiro é cultivado em todo o mundo, em cerca de 100 países. De acordo com dados da FAO (2000), no ano de 1999, 27.243.355ha foram utilizados para o plantio do feijoeiro no mundo. No Brasil, em 2000, a área plantada foi de 4.340.440ha. Nesse mesmo ano, a Índia apresentou a maior área plantada (cerca de 9.900.000ha), porém a produtividade foi baixa (459kg/ha) quando comparada à produtividade de países como os EUA (1.827kg/ha) e Brasil (715kg/ha). A média mundial em 1999, foi de 720kg/ha.

No Brasil, o feijão é uma das bases alimentares da população e é cultivado em todo o seu território. A produtividade brasileira varia significativamente entre regiões: Distrito Federal (1.742kg/ha), São Paulo (1.000kg/ha), Goiás (988kg/ha), Piauí (270kg/ha). A maior parte do cultivo do feijão no Brasil é feita em caráter de subsistência por pequenos agricultores. Entretanto, devido a fatores de mercado, o feijão começou a ser cultivado também de forma empresarial, utilizando tecnologias avançadas, como a irrigação por aspersão, principalmente no cultivo de inverno, denominada de terceira safra. No Brasil existem três épocas de plantio: águas (agosto a dezembro), seca (janeiro a abril) e inverno (maio a agosto). Esta última é a que depende de maior investimento e tecnologia, como a irrigação por pivô central, e os estados de MG, SP, DF, GO e BA são os pioneiros na adoção dessa prática. A grande vantagem dessa época de plantio é a alta produtividade, podendo chegar em alguns locais a 3.800kg/ha (Yokoyama *et al.*, 1996).

De acordo com Menezes (1995), o feijoeiro é a principal cultura sob pivô central e aproximadamente 15% da produção brasileira (450.000ton) é conseguida com essa técnica. A agricultura irrigada é intensiva e fixa. O sistema de cultivo de área

irrigada altera as condições microclimáticas e, portanto, interfere na ocorrência e incidência de doenças, principalmente de patógenos veiculados pelo solo, como *S. sclerotiorum*. Esse patógeno tem causado sérios danos no cultivo de feijão irrigado. A primeira constatação de *S. sclerotiorum* em feijoeiro sob condições de irrigação por aspersão no Brasil ocorreu em São Gotardo-MG (Nasser & Anjos, 1985). Os Estados brasileiros onde a doença foi relatada em feijoeiro são: Distrito Federal (Charchar *et al.*, 1991), Espírito Santo (Santos & Athaide, 1983), Minas Gerais (Nasser & Anjos, 1985), Paraná, Rio Grande do Sul (Menezes *et al.*, 1981), Pernambuco (Felizardo & Machado, 1989) e São Paulo (Rezende *et al.*, 1969).

Os prejuízos econômicos são significativos em feijão, podendo ocorrer danos de até 85% em algumas regiões do mundo (Tu, 1987). Segundo Santos & Dhingra (1989), no Estado de Minas Gerais foram observados de 85 a 100% de danos. Em 1990, foram observados danos de 60% em feijão irrigado na região dos Cerrados (Nasser *et al.*, 1990). Nesse mesmo ano, 51,7% das áreas com pivô, no Distrito Federal, estavam infestadas com *S. sclerotiorum* (Charchar *et al.*, 1994).

2.3 Biologia de *Sclerotinia sclerotiorum*

S. sclerotiorum produz escleródios, que são estruturas de resistência que sobrevivem por cerca de 8 anos, tanto no solo e como em restos vegetais. Em regiões de temperaturas amenas, em condições de alta umidade, sob a superfície do solo, e até no máximo 5cm de profundidade, os escleródios podem germinar carpogenicamente, dando origem a apotécios. Estes irão produzir ascósporos, que são disseminados pelo vento, e infectam determinados tecidos da planta hospedeira (Purdy, 1979). De acordo com Steadman (1983), cerca de 10.000 a 30.000 ascósporos podem maturar simultaneamente em um único apotécio. Assim, o inóculo de somente um apotécio pode ter impacto importante na epidemiologia da doença, principalmente em feijoeiro.

Natti (1971) estudou a fonte primária de infecção desse fungo em feijoeiro e não constatou a presença de ascósporos no campo observado, apontando como fonte inicial da doença a germinação miceliogênica dos escleródios aderidos à matéria orgânica. Outros autores, porém, consideram os ascósporos liberados pelos apotécios

como a fonte primária de infecção de mofo-branco em feijoeiro (Abawi & Grogan, 1975; Huang & Kemp, 1989; Tu, 1989a). Segundo Tu (1989b), os principais sítios iniciais de infecção de mofo-branco em feijoeiro por meio de ascósporos são injúrias causadas pela queda das pétalas das flores, ferimentos e folhas de plantas em contato com ascósporos no solo ou escleródios germinando miceliogenicamente, também presentes no solo.

A infecção ocorre geralmente na junção do pecíolo com a haste, aproximadamente 10 a 15cm acima da linha do solo. Inicialmente, os sintomas são manchas aquosas em folhas e hastes jovens, que poderão causar apodrecimento, geralmente de cor marrom, causando total destruição do tecido parenquimatoso, com produção abundante de micélio branco e cottonoso, que dará origem a novos escleródios, dentro e fora do tecido da hospedeira. (Schwartz & Pastor-Corrales, 1989).

Epidemias de mofo-branco ocorrem a temperaturas abaixo de 21°C (Schwartz & Pastor-Corrales, 1989). Segundo Steadman (1983), a faixa de temperatura entre 4 e 20°C favorece a formação do apotécio, mas Phillips (1994) aponta que o estabelecimento da infecção por meio de ascósporos é mais rápido entre 20 e 25°C. No Brasil, a principal época de ocorrência de mofo-branco é o inverno, quando médias de temperaturas mínimas e temperaturas máximas são de 15 e 26 °C, respectivamente.

O alto nível de umidade relativa e a água livre sobre a planta favorecem a ocorrência da doença. Um período de 48 a 72h de molhamento constante sobre as folhas do feijoeiro durante o florescimento é uma condição necessária para a ocorrência de infecção por meio de ascósporos. A disseminação secundária (contato da planta infectada com a planta sadia) ocorre principalmente a temperaturas ao redor de 18°C, com 100% de umidade relativa. Entretanto, somente 16 a 24h de constante molhamento são necessárias para infectar flores por meio de ascósporos (Abawi & Grogan, 1979). A variação de incidência entre campos é devida a variações de precipitação, drenagem do solo, densidade de inóculo, práticas culturais e densidades de plantio diferentes.

2.4 Controle

Na ausência do patógeno em determinada região, deve-se adotar medidas de evasão, como controle rigoroso da qualidade sanitária da semente, controle de movimentação de pessoas e equipamentos provenientes de áreas infestadas e inspeção no período reprodutivo da cultura, quando ocorre maior predisposição à doença.

Em solos já infestados com o patógeno deverão ser tomadas diversas medidas de controle em conjunto, visto que medidas isoladas não têm demonstrado eficiência. Segundo Schwartz & Pastor-Corrales (1989), a rotação de cultura não é recomendada como medida de controle, pois os escleródios podem sobreviver no solo por vários anos. A rotação com plantas não hospedeiras é de pouca aplicabilidade para este fungo, em virtude de seu caráter polífago (Steadman, 1983 e Boland & Hall, 1994). Todavia, medidas de rotação de cultura, utilizando gramíneas, como trigo, aveia e milho, podem diminuir a incidência desse patógeno em tomate rasteiro (Lopes *et al.*, 1995).

O controle químico pode ser feito com diversos produtos, como Benomyl e Tiabendazol. Essa estratégia, porém, pode não ser eficiente em feijoeiro de crescimento indeterminado e em condições de alta umidade do solo (Steadman, 1979). Os produtos Procimidone, Vinclozolim e Iprodione também foram testados com resultados satisfatórios. Os altos custos, porém, podem comprometer a eficiência dessas medidas de controle (Steadman, 1983). No Brasil, Vinclozolim tem sido recomendado para o controle desse patógeno em feijoeiro cultivado sob pivô (Moreira *et al.*, 1992), além de Fluazinam e Benomyl (Oliveira *et al.*, 1995). Estudos recentes demonstraram que a prática da fungigação pode ser eficiente. Os produtos que apresentaram maior eficiência em condições de campo foram Fluazinan, seguido de Procymidone, Vinclozolin, Benomyl e Carbendazim (Oliveira, 1998). Porém, segundo Costa (1997), em nove áreas cultivadas com a cv. Carioca sob plantio direto com diferentes densidades de inóculo, quando se utilizou o fungicida Procimidone (0,5kg de i.a/ha), somente foi obtido controle na densidade de inóculo até 27 escleródios/m². Acima deste valor não se obteve controle eficiente, indicando que a eficiência do controle químico está diretamente relacionada à quantidade de inóculo presente na área.

Fontes de resistência genética em *Phaseolus vulgaris* para *S. sclerotiorum* ainda não foram detectadas. Alguns estudos têm sido realizados com a utilização de resistência parcial no cruzamento de *P. vulgaris* e *P. coccineus* (Miklas & Grafton, 1992). Resistência de campo em diversos cultivares de feijoeiro foi observada por vários autores. Entretanto, a resistência não é observada quando ascósporos são inoculados em condições controladas (com 18 a 36h de alta umidade) (Schwartz & Pastor-Corrales, 1989).

Controle cultural de mofo-branco em feijoeiro tem sido observado em algumas situações, como com a diminuição do volume da água de irrigação. O nível de umidade do solo é importante para a formação de apotécios, que são formados, em maior número, em solos próximos à saturação. O controle de *S. sclerotiorum* por meio da redução do nível de tensão de água no solo foi estudado por diversos autores (Duniway *et al.*, 1977; Steadman, 1983; Hunter *et al.*, 1984; Ferraz *et al.*, 1999). A frequência de irrigação foi estudada no cultivo de canola, quando detectou-se que períodos sem irrigação estavam diretamente relacionados ao atraso no aparecimento de apotécios (Twengström *et al.*, 1998).

Alguns autores sugerem que o plantio direto tem potencial para diminuir a incidência de *S. sclerotiorum* no campo, principalmente em feijoeiro (Hall & Nasser, 1996; Tu, 1997). A alta velocidade de degradação de restos de cultura nos trópicos aumenta a população de microrganismos antagônicos, que atuam por meio de parasitismo direto, antibiose ou competição com os escleródios.

A arquitetura da planta ou, mais especificamente, plantas eretas, além do espaçamento entre fileiras de plantio, parecem afetar diretamente a incidência e a severidade da doença. A planta de crescimento indeterminado e arbusto mais aberto tem reduzido a produção de apotécio em comparação com o tipo arbustivo de alta densidade ou tipo prostrado (Steadman, 1979). Diversos autores estudaram o assunto (Schwartz *et al.*, 1978; Huang & Kemp, 1989; Charchar *et al.*, 1991; Park, 1993; Saidom *et al.*, 1993), observando que a maior abertura do dossel da planta e o maior espaçamento entre plantas favorecem a circulação do ar e a penetração da luz, resultando em períodos de orvalho menores, o que resulta em menor predisposição a infecção.

A viabilidade dos escleródios poderá ser comprometida pela presença de predadores de escleródios no solo, como *Bradysia coprophila* (Anas & Reeleder, 1988) e *Onychiurus* sp. (Ordem Collembola) (Anas & Reeleder, 1987).

A presença de microrganismos antagônicos no solo tem papel importante na inviabilização dos escleródios. Segundo Adams & Ayres (1979), esse fator é o principal componente que afeta a sobrevivência dos escleródios. Mais de 30 espécies de fungos e bactérias foram relatadas como antagonistas ou parasitas de *Sclerotinia* spp. Segundo Whipps & Budge (1990), os seguintes fungos foram relatados como micoparasitas de escleródios: *Gliocladium virens*, *Gliocladium roseum*, *Coniothyrium minitans*, várias espécies de *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. pseudokoningii*) e *Paecilomyces lilacinus*. O controle do mofo-branco em feijoeiro pode ser eficiente com a aplicação de *Epicoccum purpureans* (Zhou & Reeleder, 1991; Zhou *et al.* 1991). Schwartz & Steadman (1989) citam outros micoparasitas de *S. sclerotiorum*, como *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Mucor* spp., *Sporidesmium sclerotivorum* e *Teratosperma oligocladium*. Algumas substâncias antibióticas produzidas por *Gibberella baccata*, *Streptomyces* spp. e bactérias controlam a germinação dos escleródios. De acordo com Huang (1991), o monocultivo de girassol resultou no declínio rápido de *S. sclerotiorum* e observou-se alta frequência de hiperparasitismo com *Coniothyrium minitans* e *Trichoderma* spp.

O controle biológico ainda não tem sido amplamente utilizado no campo, embora estudos tenham demonstrado o potencial promissor de controle de *S. sclerotiorum* pelo fungo *Coniothyrium minitans*. O controle biológico de *S. sclerotiorum* tem sido estudado com diversas estratégias. Estuda-se o controle do inóculo inicial, objetivando a morte dos escleródios presentes no solo ou inibindo a sua germinação, a redução do inóculo secundário e da dispersão do inóculo através da aplicação de suspensão de esporos de agentes de controle biológico. A prevenção da infecção na rizosfera por meio de agentes de controle biológico em sementes também foi estudada. A presença de raças hipovirulentas de *S. sclerotiorum* apresentou resultados favoráveis de controle desse patógeno. A pulverização de agentes de controle biológico na filosfera, combinado a fatores de temperatura e umidade relativa do ar, foi estudada visando a

redução da infecção, a inibição da germinação dos ascósporos ou a ocupação de sítios de infecção na planta. Medidas isoladas de controle biológico, porém, não têm sido eficiente na prática (Zhou & Boland, 1998).

A integração de diferentes estratégias de controle biológico, físico, químico e práticas culturais parece ser a estratégia correta para um controle eficiente e economicamente viável de *S. sclerotiorum* em diversas culturas, principalmente no sistema de feijão irrigado no Brasil.

2.5 Solarização do solo

Medidas de controle utilizando a técnica de solarização do solo têm sido estudadas desde 1970, com resultados positivos para diversos patógenos veiculados pelo solo, inclusive para *S. sclerotiorum* (Souza, 1994). A solarização do solo consiste na cobertura com plástico transparente do solo previamente molhado próximo à saturação. O plástico irá funcionar como captor da energia solar, com o objetivo de aquecer o solo e os patógenos nele presentes. Essa técnica pode ser utilizada tanto no campo como em casa-de-vegetação e foi desenvolvida inicialmente em Israel, em 1973, para o controle de *Verticillium dahliae* em berinjela, tomate e algodão. Posteriormente, foi utilizada para o controle de ervas daninhas, patógenos (fungos, bactérias, nematóides), pestes e agentes abióticos danosos presentes no solo (Katan e DeVay, 1991).

Alguns autores não conseguiram controle satisfatório de *S. sclerotiorum*, principalmente quando comparado ao controle de *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora infestans*, *Pythium debaryanum* e *Verticillium dahliae* (Abu-Blan *et al.*, 1990; Abu-Blan & Abu-Gharbich, 1994). Outros autores, entretanto, conseguiram obter, com a solarização, o controle de *S. sclerotiorum* (Saleh *et al.*, 1990), com níveis de eficiência em torno de 90% de morte dos escleródios, quando comparados com fumigantes, como brometo de metila e “methan-sodium” (Yephet, 1988). Esse processo proporcionou a diminuição do número de apotécios formados em tratamento de solo infestado artificialmente (Wu, 1991). O mesmo efeito também foi observado em escleródios situados a 10 e 15cm de profundidade (Phillips, 1990). Em estudos utilizando-se caixas com solo, foi observada a morte dos escleródios após um

período de solarização de 14 dias, enterrados a 15cm, e de 21 dias, quando enterrados a 20cm (Kye & Kim, 1985). Observou-se a diminuição da viabilidade dos escleródios enterrados a 10cm na cultura de alface (Porter & Merriman, 1985), bem como a diminuição da viabilidade dos escleródios enterrados em profundidades de 5, 15 e 30cm após um período de 15 e 30 dias de solarização, com melhores resultados no período de 30 dias, principalmente a 30cm de profundidade (Cartia *et al.*, 1994). A utilização de coletor solar auxiliou na desinfestação de substratos utilizados para propagação de plantas, provocando a morte dos escleródios de *S. sclerotiorum* (Ghini, 1993).

Essa prática pode ter sua eficiência aumentada quando associada a outras práticas de controle. Assim, observou-se uma significativa redução da viabilidade dos escleródios em solos solarizados e tratados com fungicida, quando comparados ao tratamento de solarização isoladamente (Chen & Wu, 1990). No Brasil, em estudo recente, estudou-se o efeito de vermicomposto, herbicida (EPTC), fungicida (Procimidone), *Trichoderma harzianum* e *Bacillus subtilis* associados ou não à solarização (Pereira *et al.*, 1996). Estudos utilizando a interação de solarização do solo e presença de palhas sobre o solo em alguns sistemas de plantio, como o de plantio direto, ainda são inexistentes.

2.6 Manejo de água

O nível de umidade do solo é importante para a formação de apotécios. Segundo Steadman (1983), tem-se um nível ótimo de formação de apotécios quando a umidade do solo é mantida a -0,25bar (-25kPa) por 10 a 15 dias. Solos mantidos por uma a duas semanas com uma tensão $\geq$ -30kPa, antes ou durante o florescimento do feijoeiro, propiciaram a ocorrência de mofo-branco (Hunter *et al.*, 1984). Os apotécios somente foram formados em solos saturados ou próximos à saturação, em campos de feijoeiro (Abawi & Grogan, 1975), e a produção de apotécios “in vitro” foi suprimida a -0,05 ou -0,06MPa (-50 ou -60kPa) (Duniway *et al.*, 1977). Apotécios foram formados em solo saturado, mas não a -6bar (-600kPa) em meio de cultura (Grogan & Abawi, 1975). Teo *et al.* (1992) aplicaram cinco herbicidas ou micoparasitas (*Penicillium* spp. e *Trichoderma oligocladium*) contra *S. sclerotiorum*, variando o nível de tensão de água

no solo. Foram feitas avaliações quanto à germinação carpogênica dos escleródios. Verificou-se que não ocorreu formação de apotécios em todos os tratamentos com tensões entre - 0,7 a -1,5MPa (-700 a -1.500kPa), evidenciando a grande contribuição do monitoramento da tensão de água no solo para o controle desse patógeno. Entretanto, outra linha de evidência indica a formação de apotécios em campos de soja em condições secas, ou seja, em solos mantidos a $\geq$ -5bar (-500kPa) por duas semanas (Boland & Hall, 1988).

A prática de redução do nível de água aplicado ao solo foi estudada em solos de cerrado cultivados com feijoeiro, com níveis diferenciados de matéria orgânica, visando o controle de *S. sclerotiorum*. A supressão ou diminuição da viabilidade dos escleródios ocorreu quando se irrigou somente 8 dias após o solo apresentar um potencial de água de -54kPa (Ferraz *et al.*, 1999).

Pré-lixiviação (lavagens contínuas prévias) dos escleródios também está associada à capacidade dos escleródios em germinar carpogenicamente. Casale & Hart (1983) observaram que escleródios pré-lixiviados, incubados em solos saturados, germinaram 4 a 5 dias mais cedo que os escleródios não lixiviados. Após 27 dias de incubação, os escleródios lixiviados apresentaram 80% de germinação carpogênica contra 10% dos não lixiviados.

A frequência de irrigação tem sido pouco investigada como meio de controle de *S. sclerotiorum* em feijoeiro. Dillard *et al.* (1995) relataram uma maior formação de apotécios em escleródios submetidos a processos de lavagem constante “in vitro”, quando comparados a escleródios mantidos em período prolongado de saturação. No cultivo de canola, foi verificada maior formação de apotécios para irrigações com frequência diária, em comparação às estabelecidas a cada três e sete dias. Períodos de ausência de irrigação foram diretamente relacionados ao atraso no aparecimento de apotécios (Twengström *et al.*, 1998).

2.7 Cobertura morta sobre o solo

No sistema de plantio direto, tem-se a presença de cobertura morta sobre o solo, o que ajuda a manter água livre por um período mais prolongado, auxiliando na

germinação uniforme das sementes. A cobertura sobre o solo proporciona o aumento da infiltração de água e diminui a evaporação, diminuindo a temperatura do solo. Em sistemas irrigados de plantio direto, há economia de energia, ocasionada pela diminuição da frequência de irrigação (Balbino *et al.*, 1996).

A amplitude térmica de solos cobertos no sistema de plantio direto é, de modo geral, menor que no sistema convencional. Uma desvantagem da diminuição da temperatura dos solos cobertos foi relacionada com a redução da taxa de crescimento de plântulas, principalmente nas semeaduras mais precoces (Sutton & Vyn, 1990). A influência da cobertura na temperatura e umidade dos solos brasileiros foi estudada por Morote *et al.* (1990). Observou-se que, em solos cultivados com soja, a presença de resteva de trigo na superfície proporcionou maior retenção de umidade e reduziu a temperatura a 5cm de profundidade de 38 para 30°C às 15h do dia. Bragagnolo & Mielniczuk (1990) observaram diferenças de temperatura do solo quando cobertos por diversos tipos de restos de gramíneas. Os solos desnudos apresentavam maiores temperaturas, podendo chegar a 36,7°C nos dias mais quentes. Na presença de restos de siratro (*Macroptilium atropurpureum* DC cv. Siratro), a temperatura chegou a 21,8°C. Em todos os cultivos de milho, a presença de diversas coberturas proporcionou uma manutenção por maior tempo da umidade do solo. A diminuição de temperatura provavelmente poderá alterar algumas fases do ciclo biológico de habitantes do solo, como fungos, bactérias, nematóides e artrópodes.

Outro aspecto importante consiste na propriedade de determinadas plantas apresentarem efeitos alelopáticos em relação às culturas subseqüentes, que poderão também auxiliar no controle de algumas plantas daninhas, mas podem ser prejudiciais quando afetam o desenvolvimento da planta cultivada. Os efeitos alelopáticos das substâncias podem ter origem na liberação por lixiviação dos resíduos de parte aérea e subterrânea das plantas (Brownik & Doll, 1982).

A cobertura morta sobre o solo, além de alterar sua temperatura, altera o microclima próximo à superfície. Em dias claros, a temperatura do ar próxima à camada de cobertura morta, ao meio-dia, por exemplo, é maior que a temperatura do ar medida na mesma altura, pois a cor clara dos restos culturais refletem a radiação solar para a

camada de ar adjacente, elevando sua temperatura. À noite, porém, essas condições microclimáticas são alteradas, diminuindo a temperatura na camada acima dos restos culturais, devido à menor emissão de ondas largas re-irradiadas para a atmosfera. Em noites de inverno, esse fenômeno pode ocasionar a formação de geadas mais intensas no sistema de plantio direto, quando comparado ao sistema convencional (Fernandes, 1997).

O efeito da cobertura morta sobre o solo tem sido pouco investigado com relação à ocorrência de doenças causadas por patógenos veiculados pelo solo. A utilização de cobertura morta através da prática do plantio direto para diversas culturas, como o feijoeiro, tem levado à investigação da possível influência dessas práticas na germinação carpogênica dos escleródios, visto que a temperatura e a umidade do solo são alteradas nesse sistema, fato que poderá influir diretamente na germinação dos escleródios de *S. sclerotiorum* e, conseqüentemente, na incidência de mofo-branco em feijoeiro. A ausência de determinados comprimentos de onda abaixo das palhas pode também influenciar na germinação carpogênica dos escleródios, como estudado por Purdy (1979) e Idczak (1988).

A população de microrganismos antagônicos abaixo de restos de cultura tem sido pouco investigada. A alta velocidade de degradação de restos de cultura sobre solos tropicais (Coleman *et al.*, 1989) pode levar ao aumento da microbiota do solo (Linderman, 1989), que poderá auxiliar no controle de diversos patógenos por parasitismo direto, antibiose ou competição.

Alguns autores reconhecem certo potencial de diminuir a incidência de *S. sclerotiorum* no campo, principalmente em feijoeiro (Tu, 1997), na prática de plantio direto. Hall & Nasser (1996) recomendam o plantio direto para diminuir a incidência desse patógeno em feijoeiro, em áreas cultivadas com arroz no verão, nos Cerrados brasileiros. Observações feitas em algumas áreas com plantio direto de feijoeiro sobre palha de arroz no Distrito Federal indicaram a redução da incidência de *S. sclerotiorum* (Nasser *et al.* 1994). Além disso, os mesmos autores conduziram estudos em que os solos foram cobertos com 3 a 5cm de restos de cultura (trigo ou feijão), com manipulação da umidade do solo. Observou-se a redução da sobrevivência dos

escleródios, principalmente em condições úmidas. Resultados recentes evidenciaram que a presença de palha de gramíneas em solos com níveis diferenciados de matéria orgânica reduziram consideravelmente a formação de apotécios em solos cultivados com feijoeiro (Ferraz *et al.*, 1999).

A solarização do solo, a frequência de irrigação e o uso de cobertura morta sobre a planta na cultura do feijoeiro têm potencial para controlar *S. sclerotiorum*. Resultados quantitativos, porém, não estão disponíveis, impossibilitando recomendações precisas de controle cultural dessa doença na cultura do feijoeiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em câmara de crescimento, laboratório e campo, na Estação Experimental da “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. Um ensaio de solarização do solo foi realizado na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/Cerrados), em Planaltina, DF.

3.1 Solarização do Solo

3.1.1 Efeito do aquecimento do solo na viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*

3.1.1.1 Efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum* (1º ensaio)

Este estudo teve como objetivo observar o efeito de diferentes temperaturas do solo na viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*. Escleródios de *S. sclerotiorum* do isolado UnB-916 (provenientes da coleção da Universidade de Brasília, coletados em plantas de ervilha, em Brasília, DF), após serem submetidos à assepsia (3min em hipoclorito de sódio a 1% e 3min em álcool a 50%), foram incubados por sete dias em placas de Petri contendo meio de BDA com estreptomicina. Após esse período, o micélio proveniente dos escleródios foi repicado para o meio cenoura+fubá (Ferraz & Café Filho, 1996) e incubado durante um período de 30 dias, no escuro, a 20°C (± 2). Os escleródios produzidos foram separados do meio de cultura por meio de lavagem, e, posteriormente, foram secados ao ar e peneirados em malhas de 2,38 a 6,35mm.

Em assadeiras de alumínio, foi colocado solo coletado de área cultivada previamente com feijão. Os escleródios foram incorporados ao solo molhado com água destilada. As assadeiras de alumínio foram mantidas por 24h em estufas a 40, 50 e 60°C. Após esse período, os escleródios foram incubados à temperatura ambiente (23°C) por 3 dias. Em seguida, os escleródios foram coletados, lavados em água corrente e

submetidos à assepsia (3min em hipoclorito de sódio a 1% e 3min em álcool a 50%). Os escleródios foram incubados a 18°C no escuro em meio semi-seletivo NEON (Steadman *et al.*, 1994; Nasser *et al.*, 1995). Após sete dias foram avaliados quanto à viabilidade, por meio da mudança de cor do meio (de cor violácea para amarela, quando os escleródios apresentavam viabilidade) (Figura 1). Adicionalmente, após um período de 3 dias a 20°C (12h luz/12h escuro), nesse mesmo meio, os escleródios foram observados em lupa e microscópio quanto à incidência de contaminantes (fungos e bactérias). Os resultados foram comparados com o tratamento de escleródios acondicionados em geladeira, a 4°C. Cada tratamento foi avaliado em quatro placas contendo cinco escleródios.

Também foram realizadas observações ao microscópio eletrônico de varredura sobre a possível presença de rachaduras e contaminantes nos escleródios. As amostras foram separadas do meio NEON e fixadas em glutaraldeído 2,5% por 48h, em geladeira. Em seguida foram lavadas em tampão cacodilato a 0,05M e pós-fixados em tetróxido de ósmio (solução 50%) por 1h. A desidratação foi realizada sequencialmente por 10min, em acetona, com valores crescentes de 30, 50, 70, 90 e 100%. As amostras foram submetidas à secagem na presença de CO₂ e metalizadas com ouro.

3.1.1.2 Efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum* (2º ensaio)

Este ensaio teve o objetivo de investigar o efeito de diversas temperaturas do solo (20, 30, 40, 50 e 60°C), simulando uma curva térmica, na inviabilização dos escleródios de *S. sclerotiorum*. No dia 20 de abril de 2000, vasos de alumínio de 18cm de diâmetro por 15cm de altura foram preenchidos com solo cultivado anteriormente com feijoeiro. Escleródios do mesmo isolado utilizado no ensaio anterior foram produzidos por 30 dias no meio cenoura+fubá, separados do meio de origem e colocados no solo. Foram utilizados escleródios com diâmetro acima de 2mm. O solo foi infestado com cerca de 50 escleródios até, no máximo, cinco cm de profundidade. Os vasos foram mantidos a 22°C (12h luz/12h escuro) durante 40 dias e irrigados duas vezes por semana.

Após esse período, foram incubados em diferentes estufas a diferentes temperaturas. O processo foi repetido por 3 dias consecutivos.

Em seguida, os vasos contendo os escleródios foram mantidos à temperatura ambiente por um período adicional de 3 dias. Os escleródios foram coletados e submetidos à lavagem em água corrente e à assepsia (3min em hipoclorito de sódio a 1% e 3min em álcool a 50%). Após serem secados em papel de filtro estéril, os escleródios foram colocados em placas de Petri contendo o meio semi-seletivo NEON e incubados por 6 dias a 18°C no escuro. Foram feitas avaliações da viabilidade dos escleródios, conforme já descrito. Após essa avaliação, as placas contendo os escleródios foram incubadas a 22°C (12h luz/ 12h escuro) por mais 3 dias, quando se procedeu à contagem e à identificação dos contaminantes presentes nos escleródios, com auxílio de lupa e microscópio.

O experimento foi instalado com o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e cada vaso de alumínio correspondeu a uma repetição. Antes e depois de submetidos à incubação em estufa foram coletadas amostras de 15 escleródios por vaso. Estes foram colocados em placa de Petri contendo meio de cultura semi-seletivo NEON (cinco escleródios por placa).

3.1.1.3 Efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*

O objetivo deste ensaio foi observar o efeito da adição de diversas palhas sobre o solo, aquecidos à temperatura fixa de 50°C em estufa, na viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*. Os tratamentos consistiram da adição sobre o solo das seguintes palhas: niger (*Guizotia abyssinica*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), milheto (*Pennisetum americanum*) e quinoa (*Chenopodium quinoa*) (Figura 2). A mesma metodologia descrita anteriormente foi utilizada. O processo foi repetido por 3 dias consecutivos. Antes dos vasos serem colocados na estufa, colocou-se 100ml de água destilada por vaso.

O experimento foi instalado com o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e cada vaso de alumínio correspondeu a uma repetição. Antes e depois

de submetidos à incubação em estufa foram coletadas amostras de 15 escleródios por vaso. Estes foram colocados em placa de Petri contendo meio de cultura semi-seletivo NEON (cinco escleródios por placa).

3.1.2 Viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo (Piracicaba, 1997/98)

Este experimento foi realizado em área experimental de 300m², em Piracicaba-SP, durante 90 dias, a partir de 20 de outubro de 1997. Procedeu-se à produção dos escleródios de *S. sclerotiorum* com o mesmo isolado e a mesma metodologia utilizadas nos ensaios anteriores. Os escleródios foram acondicionados em invólucros de malha de nylon perfurada (15 escleródios/invólucro) e enterrados nas profundidades de 5, 10 e 30cm. Os locais de enterrio estavam separados uns dos outros por cerca de 60cm para evitar a interferência entre parcelas. O solo foi irrigado previamente até a saturação e coberto com plástico transparente de 100µm de espessura (Figura 3). Conjuntos de invólucros contendo escleródios foram enterrados em parcelas não cobertas com plástico (tratamento “não solarizado” - *NS*) e em parcelas de solo cobertas com plástico (tratamento “solarizado” - *S*). Os tratamentos foram monitorados quanto à temperatura do solo, utilizando geotermômetros conectados a um coletor de dados (Campbell 21X). Foram realizadas coletas periódicas dos invólucros durante o experimento após 30, 60 e 90 dias. Os escleródios foram avaliados quanto à viabilidade e presença de contaminantes como descrito nos ensaios anteriores.

O experimento foi instalado com o delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial nas parcelas (níveis de solarização e profundidades) e épocas nas subparcelas (30, 60 e 90 dias), com 3 repetições. Cada invólucro contendo 15 escleródios correspondeu a uma repetição.

3.1.3 Viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99)

Este ensaio foi instalado em 16 de dezembro de 1998 e conduzido por 90 dias, em Piracicaba-SP. Utilizaram-se os mesmos tratamentos do ensaio anterior, adicionando-se mais um tratamento de cobertura do solo com palha de milho e solarização do solo (*PS*). Procedeu-se à produção dos escleródios com o mesmo isolado e mesmas metodologias de enterrio e avaliação quanto à viabilidade e à presença de contaminantes utilizadas no ensaio anterior.

Os tratamentos que receberam a cobertura do solo com palha de milho foram cobertos com palha, então molhados até a saturação do solo e, em seguida, cobertos com plástico transparente de 100µm de espessura. As parcelas experimentais tiveram a dimensão de 2m x 2m (Figura 4). A temperatura do solo foi monitorada por meio de geotermômetros nas diferentes profundidades, conectados a um coletor de dados (Campbell 21X).

3.1.4 Viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999)

Este ensaio foi realizado em Brasília-DF, a partir de 8 de setembro de 1999, durante 90 dias (Figura 5). Os tratamentos foram os mesmos do ensaio anterior mais um tratamento com cobertura do solo somente com palha de milho (*P*). O procedimento de produção de escleródios, enterrio e avaliações quanto à viabilidade e presença de contaminantes seguiram a mesma metodologia descrita para o ensaio anterior.

Os experimentos foram instalados com delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial (tratamentos do solo: *NS*, *S*, *PS* e *P*; profundidades: 5, 10 e 30cm) nas parcelas e épocas (30, 60 e 90 dias) nas subparcelas, com quatro repetições. Cada invólucro contendo 15 escleródios correspondeu a uma repetição.

Figura 1. Cor violácea do meio de cultura semi-seletivo NEON (acima, à direita) e mudança de cor do meio semi-seletivo para amarelo devido à germinação dos escleródios de *S. sclerotiorum* (acima, à esquerda e abaixo, à direita).

Figura 2. Solo e escleródios contidos em vasos de alumínio (acima) e palhas de milho, niger, e quinoa (abaixo, da esquerda para a direita) (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).

Figura 3. Irrigação do solo antes da cobertura com plástico (acima) e aspecto geral da cobertura do solo com plástico transparente (abaixo) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo, Piracicaba, 1997/98).

Figura 4. Palha de milho (acima, à esquerda), invólucros de nylon contendo escleródios (acima, à direita) e parcela coberta com plástico transparente (abaixo) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo, Piracicaba, 1998/99).

Figura 5. Escleródios e meias de nylon utilizadas no enterrio (acima), cobertura do solo com palha de milho (centro) e vista geral do experimento (abaixo) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo, Brasília, 1999).

3.2 Manejo de água e cobertura do solo com palha

3.2.1 Efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*

3.2.1.1 Primeiro ensaio (1998/99)

O ensaio foi estabelecido no dia 18 de dezembro de 1998, em condições controladas, com a cobertura morta sobre o solo, conferida pelas palhas de milho (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranthus (*Amaranthus* spp.), niger (*Guizotia abyssinica*) e milheto (*Pennisetum typhoides*). O ensaio foi mantido durante o período de 125 dias, até o dia 21 de abril de 1999.

Os escleródios foram produzidos em meio cenoura+fubá durante o período de 30 dias, mantidos no escuro a 20°C. Após esse período, os escleródios foram lavados e separados do meio de origem, a fim de serem utilizados na infestação do solo. O solo foi colocado em vasos de dimensões de 30cm de diâmetro e 40cm de altura. Esses vasos foram preenchidos com solo cultivado previamente com feijão e, após 15 dias, o solo foi infestado com 15g de escleródio/vaso (cerca de 140 escleródios/vaso). Durante a infestação do solo os escleródios foram misturados ao solo à cerca de 5cm da superfície. Em seguida, palha de cada tratamento, em camada de 6cm, foi colocada sobre a superfície do solo. Os vasos foram irrigados inicialmente com 2litros de água por vaso. A irrigação foi mantida, numa frequência de 600ml de água/vaso a cada 3 dias, até o final do ensaio. Os vasos foram mantidos em sala climatizada a 18°C (10h luz/14h escuro).

Foram observadas semanalmente: formação de apotécios, altura da palha e aspecto da degradação das palhas. As temperaturas do ar e do solo foram monitoradas por meio de geotermômetros conectados a um registrador (Campbell CR7). A composição química das palhas foi obtida através de análise em laboratório especializado. Uma parcela controle, sem palha, foi adicionada aos tratamentos. O experimento foi instalado com o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, e cada vaso correspondeu a uma repetição.

3.2.1.2 Segundo ensaio (2000)

O ensaio foi estabelecido no dia 18 de abril de 2000 em condições controladas, com a cobertura morta sobre o solo conferida pelas palhas de milho, trigo, feijão, neem (*Azadirachta indica*), amaranthus, sorgo (*Sorghum vulgare*) e milheto. Os escleródios foram produzidos a partir do isolado UnB-1540 (provenientes da coleção da Universidade de Brasília, coletado de plantas de fumo em Pernambuco), em meio cenoura+fubá durante o período de 30 dias, mantidos no escuro a 20°C. Após esse período, os escleródios foram lavados e separados do meio de origem para assim serem utilizados na infestação do solo.

O solo foi colocado em vasos de dimensões de 30cm de diâmetro e 40cm de altura e, posteriormente, infestados com 15g de escleródios/vaso (cerca de 140 escleródios/vaso). Durante a infestação do solo os escleródios foram misturados ao solo à cerca de 5cm da superfície. Em seguida os vasos foram irrigados com um volume de 2litros de água por vaso e mantidos com frequência de irrigação de 600ml de água/vaso a cada 3 dias até o final do ensaio. As palhas foram colocadas sobre o solo 30 dias depois da infestação. Uma parcela controle sem palha foi adicionada aos tratamentos. Os vasos foram mantidos em sala climatizada a 18°C (10h luz/14h escuro).

O número de apotécios, a altura da palha e o aspecto da degradação das palhas foram observados a cada 7 dias. O ensaio foi mantido no período de 125 dias. O experimento foi instalado com o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada vaso correspondeu a uma repetição.

3.2.2 Efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijoeiro

Este ensaio foi análogo ao ensaio anterior e realizado na mesma época e com as mesmas palhas. Este ensaio, porém, foi realizado no campo, em parcelas experimentais plantadas com feijoeiro. As parcelas tinham dimensão de 1m x 1m, separadas por 50cm.

Escleródios de *S. sclerotiorum* do isolado UnB-1540 foram produzidos em meio cenoura+fubá. A infestação do solo foi realizada no dia 18 de abril de 2000, com 12g de

escleródios/m². O plantio foi realizado no dia 17 de maio de 2000 (30 dias após a infestação do solo). A cobertura do solo foi conferida pela adição das palhas de milho, trigo, feijão, neem, amaranthus, sorgo e milheto logo após o plantio, com a altura de 6cm. Uma parcela controle não continha palha.

As avaliações foram realizadas observando-se o número de apotécios formados, a incidência de plantas doentes a cada 15 dias, a severidade da doença no final do ciclo, a temperatura diária do solo, o índice de área foliar a cada 7 dias e a produção final de grãos. Os números de apotécios observados em diferentes datas de avaliações foram também calculados quanto à área abaixo da curva de produção de apotécios durante o período do ensaio (Torres & Ventura, 1991). A severidade da doença foi avaliada usando-se escala de 0 a 9, que corresponde às seguintes severidades: 1=0%, 2=5%, 3=10%, 4=20%, 5=30%, 6=40%, 8=60%, 7=80% e 9=100% (Schoonhoven & Pastor-Corrales, 1987). O experimento foi instalado com o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições.

3.2.3 Lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (Piracicaba, 1998)

Em parcelas experimentais no campo foram conduzidos ensaios em duas densidades de plantio de feijoeiro e em três níveis de lâmina de água no solo. As parcelas experimentais foram infestadas dois meses antes do plantio com escleródios de *S. sclerotiorum*. Os escleródios do isolado UnB-916 (coletado em plantas de ervilha, Brasília-DF) foram produzidos em meio cenoura+fubá, seguindo metodologia já descrita. Os escleródios foram distribuídos uniformemente em solo demarcado (parcelas de 1m²) (Figura 6) e incorporados ao solo na profundidade de até 5cm. A infestação do solo foi realizada em duas épocas: 01 de maio de 1998, com 2g escleródios/m² (cerca de 25 a 30 escleródios/m²) e no dia 13 de junho de 1998 com 8g escleródios/m² (cerca de 100 escleródios/m²). Antes do plantio, o solo apresentava as seguintes características químicas e físicas (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química e física do solo, referente ao ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (Piracicaba, 1998).

Composição	Concentração
PH	6,8
M.O (g dm ⁻³)	25
P (mg dm ⁻³)	407
S-SO ⁴	11
K (mmolc dm ⁻³)	3,1
Ca (mmolc dm ⁻³)	120
Mg (mmolc dm ⁻³)	25
Al (mmolc dm ⁻³)	0
H + Al (mmolc dm ⁻³)	13
SB (mmolc dm ⁻³)	148,1
T (mmolc dm ⁻³)	161,1
V (%)	92
B (mg dm ⁻³)	0,35
Cu (mg dm ⁻³)	9,9
Fe (mg dm ⁻³)	15,8
Mn (mg dm ⁻³)	15,6
Zn (mg dm ⁻³)	24,0
Na (mg dm ⁻³)	4,6
N – Total	1,45
N - NO ₃	0,059
Areia (%)	45
Silte (%)	18
Argila (%)	37
Classe de Textura	argiloso

A semeadura foi realizada em 8 de julho de 1998 com 12 plantas por linha da cv. Carioca, em parcelas experimentais de 4m x 4m. Os tratamentos foram estabelecidos com os espaçamentos entre fileiras de plantio de 45 e 75cm e em três lâminas de água no solo, denominados úmido, ideal e seco.

Antes da infestação do solo e do plantio foi construída em laboratório uma curva de retenção de água do solo a ser plantado, a partir de amostras com estrutura natural do solo retirada a 10 e 22cm de profundidade e submetidas à centrifugação diferenciada após a saturação, correspondendo a diferentes tensões de água no solo. Os

valores de umidade de solo foram calculados por gravimetria em diversas tensões de água (Figura 7).

A irrigação foi feita por aspersão, em linha, com cinco aspersores colocados ao lado das parcelas experimentais. Os tratamentos diferenciados de água foram estabelecidos de acordo com a distribuição da água, perpendiculares à linha de aspersores. O tratamento úmido estava mais próximo do aspersor, a até 4m; o tratamento ideal correspondeu à faixa de 4 a 8m; o tratamento seco correspondeu à faixa de 8 a 12m.

A lâmina de água irrigada foi determinada por meio de teste de uniformidade, em que foram realizadas coletas de água em pluviômetros. Os tratamentos foram discriminados pelo gradiente de lâmina da seguinte maneira: a 2m de distância, tratamento úmido, conferido por uma lâmina de água de 22,3mm/h; a 6m de distância, tratamento ideal, correspondendo uma lâmina de água de 15,8mm/h; a 10 m de distância, tratamento seco, correspondendo a uma lâmina de água de 8,6mm/h. As lâminas médias de água estão representadas na Figura 7. O cálculo da lâmina de água a ser aplicada nas irrigações foi feito a partir da curva de retenção, de maneira a recuperar o armazenamento máximo em até 35cm de profundidade do solo.

Inicialmente foi realizada uma irrigação uniforme em toda a área do experimento, com uma lâmina de 15mm de água, e posteriormente de 4,8mm a cada 3 dias até o 15º dia após a emergência (DAE). No 15º DAE foi iniciado o tratamento diferenciado de água, quando foram coletadas amostras de solo, para medir a umidade atual. A tensão de água no solo foi monitorada diariamente com tensiômetros Soilcontrol watermeter Mod. WS-76 (P*), a 10 e 22cm de profundidade, a partir do 16º DAE. Foram retiradas amostras de solo para observar a umidade atual do solo a cada 3 dias.

As seguintes variáveis foram quantificadas: incidência de mofo-branco, período de surgimento de apotécios, número de apotécios no solo, temperatura do ar, umidade relativa do ar e produção de grãos. O experimento foi realizado em parcelas experimentais de 4m x 4m, com delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com seis fatores (três lâminas de água e dois espaçamentos entre fileiras), em três repetições. A área experimental totalizou cerca de 300m².

3.2.4 Freqüência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro

3.2.4.1 Primeiro ensaio

O ensaio foi conduzido em parcelas experimentais de feijoeiro no campo em condições controladas. Foram estabelecidos os seguintes tratamentos: três freqüências de irrigação (3, 7 e 12 dias), presença e ausência de palha de milho sobre o solo. Em área já infestada nos ensaios do ano anterior foi feita uma re-infestação do solo no dia 28 de abril de 1999, cerca de dois meses antes do plantio. A infestação foi realizada com escleródios de *S. sclerotiorum* do mesmo isolado utilizado no ano anterior. Os escleródios foram produzidos previamente em meio cenoura+fubá. O solo foi infestado com 20g de escleródios/m², com cerca de 130 escleródios/m². A infestação do solo foi feita com escleródios adicionados a até 5 cm de profundidade do solo, levemente escarificado na superfície, e devidamente demarcado a cada m².

Antes da inoculação foi construída uma curva de retenção de água no solo a partir de amostras de solo com estrutura natural retiradas a 10 e 22 cm de profundidade e submetidas à centrifugação diferenciada após a saturação, correspondendo a diferentes tensões de água, como descrito no ensaio anterior (Figura 8).

O cálculo da lâmina de água a ser aplicada nas irrigações foi realizado com base na evapotranspiração média diária, referente à região de Piracicaba, de 3mm/dia no período vegetativo, de 4,5mm/dia no período do florescimento e de 4,0mm/dia no período de maturação dos grãos do feijoeiro. Os tratamentos diferenciados de freqüência de irrigação foram determinados a cada 3, 7 e 12 dias e as lâminas foram estabelecidas multiplicando o valor da lâmina média diária pelo número de dias entre os intervalos de irrigação.

A semeadura foi feita no dia 15 de junho de 1999, com cerca de 12 plantas/m linear da cv. Carioca. A irrigação inicial foi feita da seguinte forma: 28mm de água e 12mm após a semeadura em intervalos de 3 dias até o 16º dia após a germinação, quando foram iniciados os tratamentos diferenciados de irrigação. Nesse dia foram retiradas amostras de solo em todas as parcelas a 10cm de profundidade para calcular a

umidade atual do solo. A tensão de água no solo foi monitorada em dias alternados com tensiômetros Soilcontrol watermeter Mod. WS-76(P*), a 10 e 22cm, a partir do 15º dia após a emergência (DAE). Após o início do tratamento diferenciado de água foram feitas coletas periódicas de solo, a cerca de 10cm de profundidade, para medir a umidade atual do solo. Essas coletas foram realizadas sempre a cerca de 12h antes do evento de irrigação, com a finalidade de estimar a tensão de água no solo por meio da curva de retenção de água construída previamente em laboratório (Figura 8).

A cobertura do solo nas parcelas com palha foi estabelecida logo após a emergência do feijoeiro (palha de milho em camada de 6cm de altura). A palha de milho tinha sido recém colhida e foi colocada inteira sobre o solo, sem sofrer nenhum processo de trituração.

As avaliações foram feitas observando-se as seguintes variáveis: incidência de mofo-branco, período de surgimento de apotécios, número de apotécios formados no solo, incidência e severidade da doença, tensão de água no solo, temperatura do ar, umidade relativa do ar, índice de área foliar e produção de grãos.

O experimento foi efetuado em parcelas experimentais de 4m x 4m, com delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial (três frequências de irrigação e presença e ausência de palha de milho), em três repetições. A área experimental totalizou cerca de 300m².

3.2.4.2 Segundo ensaio

O ensaio anterior foi repetido na mesma área experimental. Em área já infestada para ensaios nos anos anteriores foi feita uma re-infestação do solo no dia 18 de abril de 2000, 30 dias antes do plantio. A infestação foi feita com escleródios de *S. sclerotiorum*, do isolado UnB-1540 (coletado de plantas de fumo em Pernambuco). Os escleródios foram produzidos previamente em meio cenoura+fubá. Foram colocados cerca de 120 escleródios/m². Antes da inoculação, foi construída uma curva de retenção de água do solo, como descrito nos ensaios anteriores (Figura 9).

O cálculo da lâmina de água a ser aplicada nas irrigações foi feito com base na evapotranspiração média diária referente à região de Piracicaba e no teste de

uniformidade de água realizado antes do plantio, por meio de pluviômetros colocados a cada m^2 . Os tratamentos diferenciados de frequência de irrigação foram determinados a cada 3, 7 e 12 dias e as lâminas foram estabelecidas multiplicando o valor da lâmina diária pelo número de dias de intervalo das irrigações. Foi estabelecido um volume de água calculado de acordo com o valor de K_c , uma constante dependente do estágio fenológico das plantas, de valor 0,4 na germinação dos grãos, 0,7 no período vegetativo, 0,9 no período do florescimento, 0,7 no período de enchimento de grãos e 0,4 no período final de maturação dos grãos do feijoeiro. Esse valor de K_c foi multiplicado a cada dia pelo valor total acumulado de água desse respectivo dia que foi evapotranspirada no período que antecede ao dia da irrigação. De acordo com a lâmina média conferida pelo sistema de aspersão, calculava-se a quantidade de água necessária. A quantidade de água aplicada em cada tratamento foi sempre a mesma de acordo com o cálculo para a lâmina de irrigação baseada na evaporação de tanque classe A da Estação Meteorológica da ESALQ/USP e no coeficiente da cultura (K_c) (Wither & Vipond, 1977).

A semeadura foi feita com cerca de 12 plantas/m linear da cv. Carioca, no dia 17 de maio de 2000. A irrigação, antes de se estabelecer os tratamentos diferenciados de água, foi a seguinte regime: 28mm de água inicialmente e 12mm após a semeadura e em intervalos de 3 dias até o 16º dia após a germinação, quando foram iniciados os tratamentos diferenciados de irrigação. Nesse dia, foram retiradas amostras de solo em todas as parcelas a 10 cm de profundidade, para calcular a umidade atual do solo. Após o início do tratamento diferenciado de água, foram feitas coletas periódicas de solo, a cerca de 10cm de profundidade, para medir a umidade atual do solo. Essas coletas foram realizadas cerca de 12h antes da irrigação, com a finalidade de estimar a tensão de água no solo através da curva de retenção do solo construída previamente em laboratório (Figura 9). A cobertura do solo nas parcelas com palha de milho foi estabelecida logo após a semeadura do feijoeiro, com cerca de 6 cm de altura. A palha havia sido recém colhida e cortada parcialmente.

A atividade microbiológica do solo foi monitorada por meio de respirometria (Öhlinger, 1996) (Figura 10), com avaliações feitas no período vegetativo, na floração e na maturação de grãos. Amostras de solo foram coletadas e colocadas para secar em

estufa por 24h a 110°C, para quantificar a umidade atual do solo. Amostras de solo (50 g) foram peneiradas e colocadas em frascos de um litro com tampa. Dentro do frasco, sobre o solo, foram colocados pequenos frascos contendo 10ml de NaOH (0,5N). Depois de fechados hermeticamente, os frascos foram mantidos a 28°C. Cada tratamento teve três repetições e um tratamento tinha todos os componentes exceto o solo, no intuito de aferir a quantidade de CO₂ presente nos frascos maiores. Foram feitas leituras após 2, 3 e 4 dias, através de titulação, após a qual os frascos pequenos eram reabastecidos com NaOH, colocados nos frascos contendo solo, fechados, e incubados novamente até a próxima leitura. Depois de decorrido o tempo de incubação, utilizou-se 1ml de BaCl₂ 50% para precipitar o Na₂CO₃. O NaOH que não reagiu foi titulado com HCl 0,5N, sendo usado como indicador a fenolftaleína. A diferença entre a quantidade de NaOH inicial com a titulada forneceu o consumo de NaOH pelo CO₂ e os dados foram calculados a partir da diferença do HCl titulado da testemunha e das amostras, em relação ao peso seco do solo de acordo com os dias de incubação.

As avaliações foram feitas observando-se as seguintes variáveis: incidência de mofo-branco, época de surgimento de apotécios, número de apotécios formados no solo, incidência da doença, temperatura do ar, umidade relativa do ar, índice de área foliar e produção de grãos.

Figura 6. Infestação do solo com escleródios de *S. sclerotiorum* (acima) e teste de uniformidade da lâmina de água a cada m^2 (abaixo) (ensaio de níveis de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro, Piracicaba, 1998).

Figura 7. Curva de retenção construída previamente antes do ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (Piracicaba, 1998).

Figura 8. Lâmina média de água irrigada observada após 60 minutos de irrigação, referente ao ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (Piracicaba, 1998).

Figura 9. Curva de retenção de amostras de solo previamente retiradas antes do experimento de freqüência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Figura 10. Frascos de vidro utilizados no ensaio de respirometria (acima) e vista geral das parcelas cobertas previamente com palha de milho (abaixo) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

4 RESULTADOS

4.1 Solarização do Solo

4.1.1 Efeito do aquecimento do solo na viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*

4.1.1.1 Efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum* (1º ensaio)

Os escleródios incubados em geladeira (4°C) apresentaram alta viabilidade após sete dias incubação. Nenhum dos escleródios submetidos às temperaturas de 40, 50 e 60°C, porém, apresentaram viabilidade; não foi observada presença de contaminantes nos escleródios do tratamento em geladeira, ao contrário dos demais, especialmente no caso de incubação a 50°C (Figura 11). Os escleródios provenientes dos tratamentos a 40 e 60°C apresentaram menor incidência de contaminantes, em relação ao tratamento a 50°C; o número de espécies, porém, foi maior (Figura 12).

O exame dos escleródios submetidos a altas temperaturas ao microscópio eletrônico revelou rachaduras externas nos escleródios (Figura 13) e, nas rachaduras, bactérias foram observadas (Figura 14). As Figura 15 e 16 mostram escleródio não submetido a altas temperaturas.

4.1.1.2) Efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum* (2º ensaio)

Os escleródios não submetidos a altas temperaturas em estufa apresentaram maior viabilidade (de 80 a 100%) e menor incidência de escleródios contaminados (máximo de 20%). Os escleródios submetidos a temperaturas de 20, 30 e 40°C, porém, apresentaram maior viabilidade (perto de 100%) e baixa incidência de contaminantes (máximo de 5%) (Figuras 17 e 18). Aqueles submetidos a 50 e 60°C apresentaram drástica diminuição da viabilidade (de 0 a 18%, respectivamente) e maior incidência de contaminação (82 a 100%) (Figura 18), com presença de bactérias (Figura 19). A Figura

20 mostra escleródios observados após 10 dias de incubação, em meio de cultura semi-seletivo NEON, submetidos a várias temperaturas.

4.1.1.3 Efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*

Os escleródios não submetidos ao processo de solarização “in vitro”, na presença de diversas palhas, apresentaram alta viabilidade (de 60 a 100%) e pequena incidência de escleródios contaminados (máximo de 40%). Os escleródios colocados em solo contendo diversas palhas e aquecidos em estufa, porém, apresentaram drástica redução da viabilidade (máximo de 12%) e alta incidência de contaminantes (de 85 a 100%) (Figuras 21 e 22), de diversos gêneros, com predominância de *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e bactérias (Figura 23). As figuras 24 a 27 ilustram os resultados obtidos.

Escleródios não submetidos à alta temperatura, coletados no tratamento de palha de quinoa, apresentaram menor viabilidade e maior presença de contaminantes, quando comparados aos demais tratamentos não submetidos ao aquecimento (Figuras 21 e 22).

4.1.2 Viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo (Piracicaba, 97/98)

A viabilidade dos escleródios após o tratamento de solarização do solo e a data de coleta foram significativos. A interação entre essas duas variáveis também foi significativa. A variável profundidade de enterrio dos escleródios, no entanto, não foi significativa (Tabela 2). Assim, a inviabilidade dos escleródios após 90 dias de solarização do solo foi conferida independentemente da profundidade de enterrio (Figuras 28 A e 29). Quanto à incidência de escleródios contaminados, os resultados foram similares (Tabelas 2 e 3), indicando que, independentemente da profundidade de enterrio, a solarização do solo, de acordo com a data de coleta, teve grande influência na incidência de escleródios contaminados. Aos 90 dias, porém, não foi possível observar o número de escleródios contaminados, pois estes estavam totalmente degradados,

impossibilitando essa contagem. Mesmo assim é possível observar que o número de escleródios contaminados e a variabilidade de contaminantes foram maiores para os escleródios presentes em solos solarizados, principalmente aos 30 e 60 dias de coleta (Figura 28 B e Figura 30).

Tabela 2. Análise de variância da variável incidência de escleródios viáveis, observados após 7 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo (Piracicaba, 97/98).

Causas de variação ★	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Pr > F
Rep	2	84,5448	342,2724	2,04	0,1812
Prof	2	103,5570	51,7785	0,31	0,7417
Solar	1	39.447,0416	39.447,0416	234,63	0,0001*
Solar*Prof	2	193,6311	96,8155	0,58	0,5798
Solar*Prof (Rep)	10	1.681,2396	168,1239		
Época	2	17.163,4159	8.581,7079	67,11	0,0001*
Prof*Época	4	187,0141	46,7535	0,23	0,9213
Solar*Época	2	7.574,9644	3.787,4822	18,29	0,0001*
Solar*Prof*Época	4	354,2244	88,5561	0,43	0,7872
Solar*Prof*Época(Rep)	24	4.969,6422	207,0684		
Total	53	74.483,5142			

★ Rep = repetição; Prof = profundidade de enterrio dos escleródios; Solar = solarização do solo; Época= data de coleta

Tabela 3: Análise de variância da variável incidência de escleródios contaminados, observados após 10 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo (Piracicaba, 1997/98).

Causas de variação ★	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Pr > F
Rep	2	455,7881	227,8941	1,79	0,2167
Prof	2	500,3803	250,1902	1,96	0,1908
Solar	1	28.455,7066	28.455,7066	223,40	0,0001*
Solar*Prof	2	237,6300	118,8150	0,93	0,4252
Solar*Prof (Rep)	10	1.273,7474	127,3747		
Época	2	17.163,4159	8.581,7079	67,11	0,0001*
Prof*Época	4	633,3763	158,3441	1,24	0,3213
Solar*Época	2	12.957,8033	6.478,9016	50,66	0,0001*
Solar*Prof*Época	4	1.077,0133	269,2533	2,11	0,1114
Solar*Prof*Época(Rep)	24	3.069,1511	127,8813		
Total	53	65.824,0126			

★ Rep = repetição; Prof = profundidade de enterrio dos escleródios; Solar = solarização do solo; Época = data de coleta

As temperaturas do solo solarizado foram sempre maiores do que aquelas do solo não solarizado em todas as profundidades. Independentemente do tratamento do solo, a temperatura foi maior na profundidade de 5cm, seguido de 10 e 30cm. Observou-se que durante o período de um dia, maiores temperaturas ocorreram nos tratamentos com solarização, principalmente nas profundidades de 5 e 10cm. As temperaturas do solo solarizado foram de 8 a 10°C maiores do que aquelas de solos não solarizados (Figura 31). As temperaturas médias diárias do solo ocorridas durante um mês de ensaio estão representadas na Figura 32.

4.1.3 Viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99)

Os escleródios apresentaram pequena diminuição da viabilidade após 30 dias de solarização do solo com presença (PS) ou ausência (S) de palha de milho sobre o mesmo. Após 60 dias, porém, os escleródios provenientes do tratamento com solo

coberto com palha de milho e solarizado (*PS*), nas profundidades de 5 e 10cm, apresentaram drástica diminuição da viabilidade e após 90 dias sua inviabilização foi total em todas as profundidades. Nos tratamentos provenientes de solo solarizado (*S*), no entanto, não se observou decréscimo considerável da viabilidade dos escleródios aos 90 dias (Figura 33).

Os tratamentos de solarização do solo e as datas de coleta foram significativos quando analisados isoladamente. A interação entre essas duas variáveis também foi significativa. A profundidade de enterrio dos escleródios, porém, não foi significativa (Tabela 4). Assim, a inviabilização dos escleródios após 90 dias de solarização foi conferida independentemente da profundidade de enterrio em solo coberto com palha de milho e solarizado (*PS*) após 90 dias (Figuras 33 A e 34).

Tabela 4: Análise de variância da variável incidência de escleródios viáveis, observados após 7 dias de incubação em meio NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99).

Causas de variação ★	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Pr > F
Rep	2	622,3706	311,1853	1,32	0,2975
Prof	2	911, 4239	455,7119	1,93	0,1778
Solar	2	53.173,6965	26.586,8482	112,46	0,0001*
Solar*Prof	4	379,0790	94,7697	0,40	0,8052
Solar*Prof (Rep)	16	3.782,6293	236, 4143		
Época	2	23.009,1528	11.504,5764	54,47	0,0001*
Prof*Época	4	566,6849	141,6712	0,71	0,5920
Solar*Época	4	17.222,1412	4.305.535,31	21,51	0,0001*
Solar*Prof*Época	8	1.801,0943	225,1368	1,12	0,3706
Solar*Prof*Época (Rep)	36	72.006, 4400	200,1788		
Total	80	108.674,7124			

★ Rep = repetição; Prof = profundidade de enterrio dos escleródios; Solar = solarização do solo; Época = data de coleta

Quando se observou a incidência de escleródios contaminados, somente a data de coleta foi significativa, independentemente da profundidade de enterrio e da solarização do solo (Tabela 5 e Figura 33 B). Observou-se também que, aos 90 dias, os escleródios provenientes de *PS* estavam inviáveis (Figura 34) e contaminados (Figura 35). Escleródios provenientes de *NS* apresentaram alta viabilidade (Figura 34) e baixa incidência de contaminantes (Figura 35). Os contaminantes, onde ocorreram, foram principalmente *Penicillium* spp. e *Fusarium* spp., aos 30 dias, *Fusarium* spp e *Trichoderma* spp., aos 60 dias, e *Fusarium* spp e *Gliocladium* spp., aos 90 dias (Figura 35). Vistos ao microscópio eletrônico de varredura, após 90 dias do processo de solarização do solo na presença de palha de milho (*PS*), os escleródios apresentam seu anel de proteção alterado (Figura 36). As temperaturas do solo solarizado com palha (*PS*) foram sempre maiores que nos tratamentos apenas solarizados (*S*), com uma diferença média de 2°C entre tratamentos. Independentemente do tratamento de solarização, a temperatura sempre foi maior na profundidade de 5cm (Figura 37).

Tabela 5: Análise de variância da variável incidência de escleródios contaminados, observados após 10 dias de incubação em meio NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 98/99).

Causas de variação ★	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Pr > F
Rep	2	4.425,0274	2.212,5137	5,48	0,0154
Prof	2	1.390,0466	695,0233	1,72	0,2104
Solar	2	975,6763	487,8381	1,21	0,3246
Solar*Prof	4	849,0504	212,2626	0,53	0,7185
Solar*Prof (Rep)	16	6.461,1593	403,8224		
Época	2	20.552,2688	276,1344	16,12	0,0001*
Prof*Época	4	838,1355	209,5338	0,33	0,8568
Solar*Época	4	2.544,9037	636,2259	1,00	0,4212
Solar*Prof*Época	8	3.485,9852	435,7482	0,68	0,7028
Solar*Prof*Época(Rep)	36	22.945,7066	637,3807		
Total	80	64.467,9600			

★ Rep = repetição; Prof = profundidade de enterrio dos escleródios; Solar = solarização do solo; Época= data de coleta

4.1.4) Viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999)

O ensaio de solarização do solo, realizado em Brasília, iniciado em outubro de 1999, apresentou resultados similares aos observados no ensaio realizado em Piracicaba, em 1998. A viabilidade dos escleródios nos tratamentos com solarização+palha (PS), nas profundidades de 5 e 10 cm, foi diminuída drasticamente após 60 dias e, aos 90 dias, ocorreu inviabilização total dos escleródios (Figura 38). Foi observada uma diminuição da viabilidade dos escleródios nos tratamentos solarizados (S), nas profundidades de 5 e 10 cm, sem conferir, entretanto, a inviabilização total dos escleródios.

O efeito da solarização do solo, a data de coleta e a interação desses fatores foram significativos para a variável incidência de escleródios viáveis (Tabela 6 e Figura 39 A). A profundidade de enterrio, isoladamente, não interferiu nos resultados obtidos, mesmo sendo significativa (Tabela 6 e Figura 39 B).

Com relação à incidência de contaminantes nos escleródios, observou-se efeito contrário comparado à porcentagem de escleródios viáveis, com maior incidência de

contaminantes nos escleródios provenientes dos tratamentos *S*, seguido de *PS* aos 30 dias (Figuras 39 C e 40). A incidência de contaminantes foi significativa para tratamentos de solarização em interação com a data de coleta, com uma maior incidência aos 30 dias nos tratamentos *PS* e *S*. Muitos escleródios coletados aos 60 e 90 dias estavam degradados, resultando em número menor de escleródios avaliados nessas datas. Observou-se, também, um efeito significativo na interação com a profundidade de enterrio e a solarização do solo (Tabela 7). Houve grande variabilidade de contaminantes nos escleródios recuperados, os mais freqüentes sendo, independentemente dos tratamentos, *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp., *Verticillium* spp. e *Gliocladium* spp. (Figura 40). As temperaturas médias diárias do solo submetido à solarização+palha (*PS*) e à solarização (*S*) apresentaram um acréscimo de até 8°C em relação às temperaturas observadas no solo não submetido à solarização, nas profundidades correspondentes. Em solos cobertos com palha (*P*), porém, observou-se um decréscimo de temperatura, de cerca de 2 a 6°C (Figura 41).

Tabela 6: Análise de variância da variável incidência de escleródios viáveis, observados após 7 dias de incubação em meio NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999).

Causas de variação ★	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	3	4374,0403	1458,0134	3,71	0,0210
Prof	2	913,4859	456,7429	1,16	0,3252
Solar	3	8189,9913	2729,9971	6,95	0,0009*
Solar*Prof	6	6350,4934	1058,4156	2,69	0,0307*
Solar*Prof (Rep)	33	12965,7606	392,9018		
Época	2	25931,2259	12965,6129	29,20	0,0001*
Prof*Época	4	1020,5911	255,1477	0,57	0,6819
Solar*Época	6	7930,7518	1321,7919	2,98	0,0118*
Solar*Prof*Época	12	4341,9927	361,8327	0,81	0,6343
Solar*Prof*Época (Rep)	72	31965,7116	443,9682		
Total	143	103984,0449			

★ Rep = repetição; Prof = profundidade de enterrio dos escleródios; Solar = solarização do solo; Época= data de coleta

Tabela 7: Análise de variância da variável incidência de escleródios contaminados observados após 10 dias de incubação em meio NEON, referente ao ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999).

Coeficiente de Variação ★	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	3	1077,4572	359,1524	0,85	0,4758
Prof	2	777,8443	388,9221	0,92	0,4077
Solar	3	3520,6694	1173,5564	2,78	0,0563
Solar*Prof	6	5683,1784	947,1964	2,25	0,0631
Solar*Prof (Rep)	33	13919,0461	421,7892		
Época	2	7487,9018	3743,9509	6,44	0,0027*
Prof*Época	4	6524,7686	1631,1921	2,81	0,0318*
Solar*Época	6	22242,5243	3707,0873	6,38	0,0001*
Solar*Prof*Época	12	5504,1152	458,6762	0,79	0,6596
Solar*Prof*Época(Rep)	72	41836,8966	581,0680		
Total	143	108574,402			

★ **Rep** = repetição; **Prof** = profundidade de enterrio dos escleródios; **Solar** = solarização do solo; **Época**= data de coleta

Figura 11. Incidência de escleródios viáveis (%), observados após 7 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).

Figura 12. Incidência de escleródios contaminados (%), observados após 10 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON, em diferentes temperaturas (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).

Figura 13. Rachaduras em escleródios de *S. sclerotiorum* incubados em solo aquecido a 60°C por 24h (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (300Kv, 9mm, 25x, 500µm) (foto mev).

Figura 14. Bactérias observadas em rachaduras de escleródios de *S. sclerotiorum* incubados em solo aquecido a 60°C por 24h (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev).

Figura 15. Células globosas do anel de proteção externo de escleródio (à direita: 5kV, 8mm, 50x, 200 μ m) e aspecto externo de escleródio e hifas não contaminados (à esquerda: 5kV, 8mm, 2000x, 5 μ m), observados em escleródio submetido à temperatura de 4°C (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev).

Figura 16. Hifas que compõem os escleródios de *S. sclerotiorum*, observadas em escleródio submetido à temperatura de 4°C (1º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev).

Figura 17. Incidência de escleródios viáveis (%) observada após 7 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON. Letras acima das barras simbolizam as diferenças estatísticas na comparação pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (2º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).

Figura 18. Incidência de escleródios contaminados (%) observada após 10 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON. Letras acima das barras simbolizam as diferenças estatísticas na comparação pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (2º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).

Figura 19. Incidência e tipo de contaminantes (%) observada nos escleródios após 10 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON (S= solo aquecido; NS=solo não aquecido) (2º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).

Figura 20. Aspectos dos escleródios submetidos a diferentes temperaturas, observados após 10 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON (à esquerda de cada tratamento=escleródios não aquecidos; à direita=escleródios aquecidos) (2º ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).

Figura 21. Incidência de escleródios viáveis (%) observados após 7 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON. Letras acima das barras simbolizam as diferenças estatísticas na comparação pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).

Figura 22. Incidência de escleródios contaminados (%) observados após 10 dias de incubação em meio de cultura semi-seletivo NEON. Letras acima das barras simbolizam as diferenças estatísticas na comparação pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*).

Figura 25. Células globosas presentes no anel de proteção de escleródios não submetidos ao processo de aquecimento (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev).

Figura 26. Hifas germinando a partir de escleródios não submetidos ao processo de aquecimento (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev).

Figura 27. Colônias de *Penicillium* spp. observadas sobre escleródios submetidos ao processo de aquecimento (acima) e aspecto da colônia em escleródio contaminado (abaixo) (ensaio de efeito da palha em solo aquecido sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev).

Figura 28. (A) Incidência média de escleródios viáveis (%) observados após 7 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON. (B) Incidência média de escleródios contaminados (%) observados após 10 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON. S=solarizado, NS=não solarizado. Datas de coleta=30, 60 e 90 dias. Letras acima das barras representam a diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo, Piracicaba, 1997/98).

Figura 29. Incidência média de escleródios viáveis (%) enterrados a diferentes profundidades (5, 10, 30cm) em tratamentos solarizados (S) e não solarizados (NS), observados após 7 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo, Piracicaba, 1997/98).

Figura 30. Incidência e tipo de contaminantes presentes em escleródios em diferentes datas de coleta (30, 60 e 90 dias) e diferentes tratamentos de solo (solarizado=*S* e não solarização=*NS*), nas profundidades de enterrio 5, 10 e 30cm, observados após 10 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo. Piracicaba, 1997/98).

Figura 31. Temperaturas do solo observadas no dia 14 de dezembro de 1997 para os tratamentos solarizados (*S*) e não solarização (*NS*), nas profundidades de enterrio de 5, 10, 30cm (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo; Piracicaba, 1997/98).

Figura 32: Temperaturas médias diárias do ar (máxima, média e mínima) e do solo ocorridas no mês de dezembro de 1997, referente aos tratamentos de solo de solarização (*S*) e não solarizados (*NS*), nas profundidades de enterrio (5, 10, 30cm) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo; Piracicaba, 1997/98).

Figura 33. (A) Incidência de escleródios viáveis (%), observados após 7 dias de incubação em meio semi-seletivo NEON (interação dos fatores solarização do solo e data de coleta). (B) Incidência de escleródios contaminados (%), observados após 10 dias de incubação em meio NEON de acordo com a data de coleta. Letras acima das barras representam as diferenças significativas através do teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Piracicaba, 1998/99)

Figura 34. Incidência de escleródios viáveis (%), enterrados a diferentes profundidades (5, 10, 30cm), em em solo solarizado (*S*), solarizado com palha (*PS*) e não solarizado (*NS*), observados após 7 dias de incubação em meio NEON (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Piracicaba, 1998/99).

Figura 35. Incidência de contaminantes presentes nos escleródios (%), em distintas datas de coleta (30, 60 e 90 dias), para solo solarizado (S), solarizado com palha (PS) e não solarizado (NS), nas profundidades de enterrio de 5, 10 e 30cm, observados em escleródios após 10 dias de incubação em meio NEON (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Piracicaba, 1998/99).

Figura 36. Aspecto externo dos escleródios observados após 90 dias do processo de solarização do solo na presença de palha de milho sobre o solo (*PS*). Acima, com menor aumento (94x) e abaixo, em maior detalhe (346x) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Piracicaba, 1998/99) (foto mev).

Figura 37. (A) Temperaturas do solo observadas no dia 30 de dezembro de 1998, (B) temperaturas médias diárias do solo durante o mês de janeiro, para os tratamentos de solo solarizado (S), solarizado com palha (PS) e não solarizado (NS), nas profundidades de enterrio de 5, 10 e 30cm (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Piracicaba, 1998/99).

Figura 38. Incidência de escleródios viáveis (%), observados após 7 dias de incubação em meio NEON, para os tratamentos de solo de solarizado (*S*), solarizado com palha (*PS*), palha (*P*) e não solarização (*NS*), nas profundidades de enterrio de 5, 10 e 30cm, em 3 datas de coleta (30,60 e 90 dias) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Brasília, 1999).

Figura 39. (A) Incidência de escleródios viáveis (%), observados após 7 dias de incubação em meio NEON (interação dos fatores solarização do solo x data de coleta). (B) Incidência de escleródios viáveis (%), observados após 7 dias de incubação em meio NEON (interação dos fatores solarização do solo x profundidade de enterrio). (C) Incidência de escleródios contaminados (%), observados após 10 dias de incubação em meio NEON (interação dos fatores solarização do solo x data de coleta) (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Brasília, 1999).

Figura 40. Incidência de contaminantes (%) observados em escleródios após 10 dias de incubação em meio NEON, em datas de coleta distintas (30, 60 e 90 dias), de acordo com os tratamentos de solo solarizado (S), solarizado com palha (PS), palha (P) e não solarizado (NS), nas profundidades de enterrio de 5, 10 e 30 cm (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Brasília, 1999).

Figura 41. Temperaturas médias diárias do solo observadas nos tratamentos solarizado (*S*), solarizado com palha (*PS*), palha (*P*) e não solarizado (*NS*), nas profundidades de enterrio de 5, 10 e 30cm (ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo; Brasília, 1999).

4.2 Manejo de água e cobertura do solo com palha

4.2.1 Efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*

4.2.1.1 Primeiro ensaio (1998/99)

A partir de 90 dias após o início do ensaio, os tratamentos com diferentes coberturas mortas apresentaram resultados diferenciados quanto ao número de apotécios (Figura 42). Os escleródios que estavam incubados em solos contendo a cobertura com palha de niger apresentaram maior número de apotécios, seguidos dos tratamentos sem cobertura morta (controle) e com palhas de feijoeiro e milho. Os escleródios colocados em solo coberto com palha de quinoa não apresentaram formação de apotécios. Aspecto geral dos vasos com diferentes tipos de palha é mostrado na Figura 43. A área abaixo da curva de produção de apotécios mostrou diferenças significativas entre tratamentos ($p < 0,05$) (Tabela 18). As palhas de amaranthus e quinoa conferiram o menor número de apotécios observados. As diversas palhas estudadas apresentaram alturas diferenciadas durante o período do ensaio, sendo a palha de feijoeiro a que apresentou a maior degradação e a de niger, a menor (Figura 44). A relação C/N também foi diferente entre tratamentos (Figura 45).

Tabela 8: Área abaixo da curva abaixo da produção de apotécios (AACPA) (1º ensaio).

Palhas	AACPA	Diferenças significativas*	
niger	27,625	A	
feijoeiro	19,375	A	B
controle	15,500	A	B
trigo	15,250	A	B
milheto	4,500	A	B
milho	3,500	A	B
amaranthus	0,875		B
quinoa	0,000		B

*As letras representadas na coluna representam as diferenças significativas dos tratamentos ao lado, através do teste de Tukey ($p < 0,05$).

A temperatura do ar durante o ensaio variou entre 20 e 24°C. As temperaturas do solo coberto com diferentes palhas apresentaram diferenças entre si (Figuras 46 B e C), como também durante um período de 24 horas (Figura 46 A). Os solos cobertos com niger, milho, trigo e milheto apresentaram as maiores temperaturas durante o dia, em torno de 24°C; os solos sem presença de palha e aqueles cobertos com palhas de quinoa, feijoeiro e milho apresentaram as menores temperaturas durante o dia, em torno de 19°C (Figura 46 A). As temperaturas do solo mais altas, em torno de 24°C, não foram suficientes para inibir a germinação carpogênica dos escleródios, como observado em solo coberto com palha de niger, que apresentou maior número de apotécios formados (Figuras 42 e 46).

4.2.1.2 Segundo ensaio (2000)

Do período inicial do ensaio até aos 35 dias não foi observada a presença de apotécios sobre o solo. A partir dos 35º dia, porém, as diversas coberturas mortas sobre o solo apresentaram resultados diferenciados quanto ao número de apotécios (Figura 47). Os escleródios que estavam incubados em vasos não contendo cobertura morta sobre o solo (controle) apresentaram grande número de apotécios, seguido de solos cobertos com palha de feijoeiro. Os escleródios colocados em solo coberto com palha de *amaranthus* e neem, porém, apresentaram pequena formação de apotécios (Figura 47).

Os tratamentos diferiram quanto à área abaixo da curva de produção de apotécios ($p < 0,05$); os tratamentos com *amaranthus* e neem apresentaram o menor valor (Tabela 9). Observou-se também maior degradação das palhas de neem e *amaranthus* (Figura 48). Os tratamentos também diferiram em relação à variável C/N. As palhas de *amaranthus* e neem apresentaram a menor relação C/N, quando comparadas às demais (Figura 49). As diversas palhas apresentaram constituição química diferenciada. A palha de *amaranthus* apresentou uma maior concentração de potássio, fósforo e magnésio (Figura 50 A), quando comparadas às demais palhas. A palha de neem apresentou maior concentração de nitrogênio e cálcio (Figura 50 A), quando comparada às demais. As palhas de sorgo e feijoeiro apresentaram as maiores concentrações de ferro (Figura 50

B). Quanto aos demais elementos químicos, a composição foi similar entre as palhas estudadas.

Tabela 9: Área abaixo da curva de produção de apotécios (AACPA) observados durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*, realizado em condições controladas, em vasos (2º ensaio).

Tratamentos Palha	Valor de AACPA	Diferenças*		
controle	876,8	A		
feijoeiro	599,4	A	B	
milho	578,4	A	B	
milheto	343,9		B	C
trigo	233,6		B	C
sorgo	220,5		B	C
neem	77,9			C
amaranthus	72,6			C

Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

As letras minúsculas na coluna indicam as diferenças estatísticas

4.2.2. Efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijão

A Figura 51 mostra aspecto geral deste ensaio de campo. Apotécios só foram identificados 30 dias após o plantio, de forma diferenciada entre tratamentos (Figura 52 A e B). Nos tratamentos sem cobertura morta (controle), os escleródios tinham maior número de apotécios e maior frequência de germinação carpogênica, seguidos de solos cobertos com palha de feijoeiro (Figura 52). Os tratamentos com amaranthus e neem apresentaram pequena formação de apotécios (Figura 52 A e B).

Tipo de palha e data de avaliação tiveram efeitos significativos ($p \leq 0,05$). A área abaixo da curva de produção de apotécios também diferenciou os diversos tratamentos ($p < 0,05$). Amaranthus e neem apresentaram menor formação de apotécios, quando comparados aos demais tratamentos (Tabela 10). A área abaixo da curva de produção de escleródios que germinaram carpogenicamente também teve efeito significativo ($p < 0,05$), de acordo com o tipo de palha. amaranthus e neem apresentaram menor

número de escleródios que germinaram carpogenicamente, quando comparados aos demais tratamentos. Os maiores números foram observados nos tratamentos controle (sem cobertura morta) e com palha de feijoeiro (Tabela 10).

Tabela 10: Área abaixo da curva de produção de apotécios (AACPA) e área abaixo da curva de produção de escleródios que formaram apotécios (AACPEscl), observados durante o ensaio de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijoeiro.

Tratamentos	AACPA	Diferenças*	AACPEscl	Diferenças*
controle	3.466,3	A	967,7	A
feijoeiro	3.122,5	A	971,7	A
milheto	2.576,3	A B	832,0	A B
sorgo	2.332,0	A B	765,5	A B C
milho	2.082,5	A B	671,2	A B C
trigo	1.747,8	A B	563,7	A B C
neem	936,5	B	343,0	B C
amaranthus	880,3	B	247,8	B C

*Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

*As letras minúsculas na coluna indicam as diferenças estatísticas.

O índice de área foliar (IAF) do feijoeiro também diferenciou os tratamentos. Solo descoberto (controle), palha de neem e de amaranthus apresentaram plantas com maior índice de área foliar, ao contrário do tratamento com palha de feijoeiro, que apresentou o menor IAF (Figura 53). A área abaixo da curva de índice de área foliar (AACIaf) também diferenciou os tratamentos ($p < 0,05$) (Tabela 11). A produção de grãos não diferiu entre tratamentos ($p < 0,05$) mas houve tendência de maior produção nos tratamentos com palha de amaranthus, neem e em solo descoberto (Figura 54).

Tabela 11: Área abaixo da curva do índice de área foliar (AACIaf), observada durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijoeiro.

Tratamentos	AACPA	Diferenças*
neem	164,05	A
amaranthus	153,59	A
controle	143,53	A B
milheto	135,83	A B
sorgo	134,33	A B
trigo	133,16	A B
milho	130,54	A B
feijoeiro	93,06	B

* Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

* As letras minúsculas na coluna indicam as diferenças estatísticas

As temperaturas do solo foram coletadas no período de 17 de junho a 31 de agosto de 2000, que correspondem ao período de 24 a 99 dias após o plantio. As temperaturas médias diárias do solo e do ar variaram entre 10 e 27°C (Figura 55). As temperaturas foram geralmente similares entre tratamentos durante todo o ensaio (Figura 55 A), com exceção da palha de neem, o mesmo acontecendo num período de 24 horas (Figura 55 B). A incidência de plantas doentes e a severidade de doença foram avaliadas no período de 10 a 18 de agosto de 2000, com o tratamento com palha de feijoeiro mostrando menor incidência e menor severidade ($p < 0,05$) (Figura 56).

4.2.3 Lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (Piracicaba 1998)

Os primeiro apotécios foram detectados aos 55 dias após a emergência das plantas. Chuvas intermitentes ocorreram durante o período do ensaio. A Figura 57 mostra os valores das lâminas de água aplicadas através de irrigação e as chuvas ocorridas durante todo o ciclo da cultura. A umidade do solo foi maior no tratamento úmido, intermediário no tratamento ideal e menor no tratamento seco (Figura 58). A partir de 62 dias, até o final do experimento, os tratamentos ideal e úmido apresentaram umidades do solo semelhantes. O total de água aplicada em todo o ciclo da cultura foi de 356 mm.

O tratamento úmido resultou em maior número de apotécios nas primeiras avaliações e maior incidência da doença durante todo o experimento (Figura 59). O número de apotécios identificados no tratamento seco, porém, aumentou consideravelmente nas últimas avaliações (Figura 59), provavelmente em virtude de chuvas freqüentes (Figuras 57). Somente as interações entre lâminas de água e época (data de avaliação) foram estatisticamente significativas (Tabela 12). O tratamento seco, na quinta avaliação, e úmido, na primeira avaliação, diferiram dos demais, com maior número de apotécios observados (Tabela 13). A análise dos dados da área abaixo da curva da incidência de plantas doentes mostrou que a variável lâmina de água foi significativa ($p \leq 0,05$); maiores valores foram observados nos tratamentos úmido e ideal, diferindo do tratamento seco, que apresentou menor incidência de plantas doentes (Tabelas 14 e 15). O espaçamento não influenciou diretamente no número de apotécios formados e na incidência da doença em feijoeiro (Figura 60). A incidência da doença nos tratamentos não teve correlação direta com a produção de grãos. A produção de grãos, porém, foi influenciada pelo espaçamento entre fileiras de plantas (Figura 61; Tabelas 16 e 17).

Tabela 12: Análise de variância da variável número de apotécios observados durante o ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	2	2,0222	1,0111	0,45	0,6504
Água	2	1,0888	0,5444	0,24	0,7896
Esp	1	0,1777	0,1777	0,08	0,7844
Esp*Água	2	0,2888	0,1444	0,06	0,9382
Esp*Água(rep)	10	22,5111	2,2511		
Época	4	1,7111	0,4277	0,35	0,8405
Época*Água	8	31,0222	3,8778	3,20	0,0054*
Esp*Época	4	1,0444	0,2611	0,22	0,9285
Esp*Época*Água	8	8,4888	1,0611	0,88	0,5431
Esp*Época*Água(rep)	48	58,1333	1,2111		
Total	89	126,4888			

★ Rep = repetição; Esp = espaçamento entre fileiras; Água = lâminas de água; Época = data de avaliação.

Tabela 13: Número de apotécios observados da interação época (data de avaliação) e lâmina de água, referente ao ensaio de lâminas de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.

Tratamentos		Média	Diferenças *
Época (data de avaliação)	Lâmina de Água	Apotécios	
5º	Seco	2,3333	A
1º	Úmido	1,3333	A B
2º	Úmido	0,8333	B
3º	Úmido	0,6667	B
3º	Ideal	0,6667	B
2º	Ideal	0,5000	B
4º	Ideal	0,5000	B
4º	Úmido	0,3333	B
4º	Seco	0,3333	B
1º	Ideal	0,1667	B
1º	Seco	0,0000	B
2º	Seco	0,0000	B
3º	Seco	0,0000	B
5º	Úmido	0,0000	B
5º	Ideal	0,0000	B

*Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 14: Análise de variância da variável área abaixo da curva de incidência de plantas doentes (AACInc), para o ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.

Causas de variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	2	16.684,7777	8.342,3888	0,50	0,6236
Esp	1	11.755,5555	11.755,5555	0,70	0,4230
Água	2	275.256,7777	137.628,3888	8,17	0,0079*
Esp*Água	2	34.163,4444	17.081,7222	1,01	0,3972
Erro	10	168.451,8888	16.845,1888		
Total	17	506.312,4444			

★ Rep = repetição; Esp = espaçamento entre fileiras; Água = lâminas de água

Tabela 15: Área abaixo da curva de incidência de plantas doentes (AACInc), em relação à variável lâmina de água, referente ao ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.

Tratamento Lâmina de Água	AACInc	Diferenças*
Úmido	320,33	A
Ideal	155,50	A B
Seco	17,83	B

*Diferenças das médias observadas utilizando o teste de Tukey ($p < 0,05$).

*As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 16: Análise da produção final de grãos de plantas observadas no ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.

Causas de variação ★	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	2	84.656,1677	42.328,0838	4,12	0,0495
Água	2	33.999,5877	16.999,7938	1,66	0,2394
Esp	1	291.338,8888	291.338,8888	28,36	0,0003*
Água*Esp	2	39.887,4011	19.943,7005	1,94	0,1939
Erro	10	102.710,6988	10.271,0698		
Total	17	552.592,7444			

★ Rep = repetição; Esp = espaçamento entre fileiras; Água = lâminas de água

Tabela 17: Produção final de grãos em relação ao espaçamento entre fileiras de plantas (ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Espaçamento	Produção de grãos	Diferenças*
70 cm	894,98	A
45 cm	640,53	B

*Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

*As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas

4.2.4 Frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.

4.2.4.1 Primeiro Ensaio

Apotécios foram identificados no campo a partir de 27 dias após a emergência das plantas até o final do ensaio. Os tratamentos com ausência de cobertura com palha de

milho apresentaram maior formação de apotécios, quando comparados aos tratamentos com presença de palha de milho (Figura 62). A área abaixo da curva de produção de apotécios (AACAp_o) foi significativa para a variável palha, ao contrário da variável frequência de irrigação (Tabela 18). Os tratamentos com palha de milho apresentaram menor número de apotécios (Tabela 19). Sintomas de mofo-branco em plantas de feijoeiro foram observados somente a partir dos 69 dias após a emergência das plantas. A severidade das plantas doentes ficou em torno de 5%. A análise de variância dos dados para a área abaixo da curva de incidência de plantas doentes (AACInc), nas duas datas, indica que somente o tratamento de cobertura do solo com palha foi significativo (Tabela 20), com maior incidência nos tratamentos descobertos (Figura 63 e Tabela 21). O índice de área foliar em diversas datas para os diversos tratamentos é mostrado na Figura 64. Houve efeito significativo para as variáveis frequência de irrigação e data de avaliação (Tabelas 22, 23 e 24). A produção de grãos não foi afetada estatisticamente pelos tratamentos de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo (Figura 65).

Tabela 18: Análise de variância para a variável área abaixo da curva de produção de apotécios (AACAp_o) (1º ensaio).

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	2	96565,86	48282,93	2,78	0,1099
Freq	2	12148,69	6074,35	0,35	0,7134
Palha	1	91592,00	91592,00	5,27	0,0446*
Palha*Freq	2	9177,58	4588,792	0,26	0,7732
Erro	10	173893,81	17389,38		
Total	17	163627,02			

★ Rep = repetição; Freq = frequência de irrigação; Palha = presença de palha sobre o solo; Época = data de avaliação.

Tabela 19: Área abaixo da curva de produção de apotécios (AACApo) (1º ensaio).

Tratamentos	Média	Diferenças *
Palha	AACApo	
sem palha (descoberto)	192,89	A
palha de milho	50,22	B

Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

* As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 20: Análise de variância para a variável área abaixo da curva de incidência de plantas doentes (AACInc) (1º ensaio).

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	2	16.088,2805	8.044,1402	7,49	0,0103
Freq	2	164,2875	82,1437	0,08	0,9269
Palha	1	8.954,4761	8.954,4761	8,34	0,0162*
Palha*Freq	2	1.389,4458	694,7229	0,65	0,5444
Erro	10	10.742,6960	1.074,2696		
Total	17	37.339,1860			

★ Rep = repetição; Freq = frequência de irrigação; Palha = presença de palha sobre o solo; Época = data de avaliação.

Tabela 21: Área abaixo da curva de incidência de plantas doentes (AACInc) (1º ensaio).

Tratamentos	Média	Diferenças *
Palha	AACInc	
sem palha (descoberto)	84,74	A
palha de milho	40,13	B

* Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

* As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 22: Análise de variância para a variável índice de área foliar (IAF) (1º ensaio).

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	2	2,0018	1,0009	2,53	0,1293
Freq	2	3,3173	1,6586	4,19	0,0477*
Palha	1	0,1351	0,1351	0,34	0,5721
Palha*Freq	2	1,0303	0,5151	1,30	0,3147
Palha*Freq (rep)	10	3,9600	0,3960		
Época	6	40,1108	6,6851	37,48	0,0001*
Freq*Época	12	3,9673	0,3306	1,85	0,0555
Palha*Época	6	2,0595	0,3432	1,92	0,0885
Palha*Freq*Época	12	3,3028	0,2752	1,54	0,1292
Palha*Freq*Época (rep)	71	12,6625	0,1783		
Total	124	72,5475			

★ Rep = repetição; Freq = frequência de irrigação; Palha = presença de palha sobre o solo; Época = data de avaliação.

Tabela 23: Índice de área foliar (IAF) para a variável época (data de avaliação) (1º ensaio).

Tratamentos	Média	Diferenças *
Data de Avaliação	IAF	
64 DAE	2,233	A
54 DAE	2,158	A
49 DAE	1,857	A B
70 DAE	1,669	B
41 DAE	1,484	B
70 DAE	0,778	C
34 DAE	0,778	C

* Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

* As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 24: Índice de área foliar de plantas de feijão (IAF) para a variável frequência de irrigação (1º ensaio).

Tratamentos	Média	Diferenças *
Frequência de Irrigação	IAF	
7 dias	1,476	A
12 dias	1,595	A B
3 dias	1,351	B C

* Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

* As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas

4.2.4.2 Segundo ensaio

Uma vista geral do experimento encontra-se na Figura 66. Os apotécios foram observados, pela primeira vez, 32 dias após a emergência e continuaram a ser formados durante todo o experimento (Figuras 67 e 69). Os tratamentos sem palha produziram mais apotécios e tiveram maior proporção de germinação carpogênica (Figuras 67-70), apesar de diferença estatística não ter sido detectada (Tabelas 25 e 26), ao contrário da variável frequência de irrigação, que mostrou efeito significativo, do mesmo modo que a variável data de avaliação (Tabelas 25 e 26). A frequência de irrigação de três dias foi mais favorável tanto para a formação de apotécios quanto para o número de escleródios que germinaram carpogenicamente (Tabela 27), o mesmo acontecendo com a avaliação aos 68 dias (Tabela 28). Mais apotécios foram formados nos tratamentos sem palha (solo descoberto) quando comparados aos tratamentos com palha (Tabela 29).

Com relação à área abaixo da produção de apotécios (AACPA) e à área abaixo da curva de escleródios que germinaram carpogenicamente (AACPEsc), somente a frequência de irrigação foi estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) (Figuras 68 e 70). A frequência de irrigação de três dias proporcionou maiores valores ($p \leq 0,05$) de AACPA e de AACPEsc (Tabela 30). A Figura 71 ilustra o aspecto dos apotécios formados no solo e das vagens de feijoeiro infectadas pelo patógeno. A Figura 72 ilustra alguns dos sintomas de mofo-branco em plantas de feijoeiro observados durante o ensaio. Plantas de feijoeiro apresentaram sintomas de mofo-branco somente a partir dos 64 dias após a emergência. Houve menor incidência de plantas doentes nos tratamentos com presença de palha sobre o solo (Figura 73 e Tabelas 31 e 32) e no tratamento com 12 dias de

intervalo de irrigação (Tabelas 31 e 33). Os resultados de respirometria do solo foram dependentes da data de coleta (Tabelas 34-36). Houve, de modo geral, maior liberação de CO₂ nos solos dos tratamentos com palha (Tabela 37) e nos tratamentos com frequência de irrigação de três dias (Tabela 38). Maiores índices de área foliar foram obtidos nos tratamentos descobertos (Figura 74 e Tabelas 39 e 40). A frequência de irrigação não teve influência sobre o crescimento vegetativo das plantas de feijoeiro. A época de avaliação foi significativa, com maior índice aos 52 dias após a emergência (Tabela 42). Presença ou ausência de palha e frequência de irrigação não tiveram efeito estatístico na produção final de grãos (Figura 75).

Tabela 25: Análise de variância para a variável número de apotécios observados durante ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	2	82.372,4222	41.186,2111	9,89	0,0043*
Freq	2	188.502,0222	94.251,0111	22,62	0,0002*
Palha	1	11.446,9444	11.446,9444	2,75	0,1284
Palha*Freq	2	12.788,0222	6.394,0111	1,53	0,2623
Palha*Freq (rep)	10	41.663,1778	4.166,3178		
Época	4	742.818,1556	185.704,5389	21,11	0,0001*
Freq*Época	8	121.497,6444	15.187,2056	1,73	0,1164
Palha*Época	4	112.021,6667	28.005,4167	3,18	0,0213*
Palha*Freq*Época	8	24.550,5333	3.068,8167	0,35	0,9417
Palha*Freq*Época (rep)	48	422.246,4000	8.796,8000		
Total	89	175.9906,989			

★ Rep = repetição; Freq = frequência de irrigação; Palha = presença de palha sobre o solo; Época = data de avaliação.

Tabela 26: Análise de variância para a variável número de escleródios que germinaram carpogenicamente observados durante ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	2	9501,42222	4750,71111	9,46	0,0049
Freq	2	12738,68889	6369,34444	12,68	0,0018*
Palha	1	883,60000	883,60000	1,76	0,2142
Palha*Freq	2	497,40000	248,70000	0,50	0,6237
Palha*Freq (rep)	10	5023,24444	502,32444		
Época	4	83420,26667	20855,06667	29,73	0,0001*
Freq*Época	8	8339,86667	1042,48333	1,49	0,1873
Palha*Época	4	5534,17778	1383,54444	1,97	0,1138
Palha*Freq*Época	8	2821,82222	352,72778	0,50	0,8481
Palha*Freq*Época (rep)	48	33672,66667	701,51389		
Total	89	162433,1556			

★ Rep = repetição; Freq = frequência de irrigação; Palha = presença de palha sobre o solo; Época = data de avaliação.

Tabela 27: Número médio de apotécios formados (Apotécios) e número médio de escleródios que germinaram carpogenicamente (Escleródios), em relação ao tratamento de frequência de irrigação (2º ensaio).

Tratamentos	Apotécios	Diferenças*	Escleródios	Diferenças*
Frequência de irrigação				
3 dias	206,80	a	65,167	a
7 dias	120,60	b	43,000	b
12 dias	101,63	b	37,700	b

*Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

*As letras minúsculas na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 28: Número médio de apotécios formados (Apotécios) e número médio de escleródios que germinaram carpogenicamente (Escleródios), em relação à data de avaliação (2º ensaio).

Data de avaliação	Datas	Apotécios	Diferenças*	Escleródios	Diferenças*
4º	68 DAE	295,22	a	97,722	a
3º	53 DAE	171,72	b	61,278	b
2º	40 DAE	131,28	b	39,611	b
5º	84 DAE	96,00	b c	39,444	b
1º	32 DAE	20,83	c	5,056	c

* Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

* As letras minúsculas na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 29: Número de apotécios formados (Apotécios) em relação à presença de palha de milho (palha) e à data de avaliação (2º ensaio).

Palha	Data de avaliação	Número médio de Apotécios	Diferenças*
sem palha	68 DAE	358,78	a
palha	68 DAE	231,67	a b
sem palha	53 DAE	195,33	b c
palha	40 DAE	176,67	b c
palha	53 DAE	148,11	b c d
sem palha	84 DAE	110,22	b c d
sem palha	40 DAE	85,89	b c d
palha	84 DAE	81,78	c d
sem palha	32 DAE	21,22	d
palha	32 DAE	20,44	d

* Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

* As letras minúsculas na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 30: Área abaixo da curva de produção de apotécios (AACPA) e área abaixo da curva de produção de escleródios que formaram apotécios (AACPEscl), em relação à variável frequência de irrigação (2º ensaio).

Tratamentos	Valor de AACPA	Diferenças*	Valor de AACPEscl	Diferenças*
Frequência de irrigação				
3 dias	13.151,2	a	4.109,7	a
7 dias	7.671,2	b	2.727,2	b
12 dias	6.532,7	b	2.406,0	b

*Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

*As letras minúsculas na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 31: Análise de variância da incidência de plantas doentes observadas durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	2	2.269,0711	1.134,5355	11,06	0,0029
Freq	2	1.371,3411	685,6705	6,69	0,0143*
Palha	1	2.075,8272	2.075,8272	20,24	0,0011*
Palha*Freq	2	23,8411	11,9205	0,12	0,8914
Erro	10	1.025,4955	102,5495		
Total	17	6.765,5761			

★ Rep = repetição; Freq = frequência de irrigação; Palha = presença de palha sobre o solo; Época = data de avaliação.

Tabela 32. Incidência de plantas doentes em relação à presença ou à ausência de palha (2º ensaio)

Tratamentos	Média	Diferenças *
Palha	Incidência	
sem palha (descoberto)	54,167	a
palha de milho	32,689	b

* Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p < 0,05$)

* As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 33: Incidência de plantas doentes em relação à frequência de irrigação (2º ensaio).

Tratamentos	Média	Diferenças *
Frequência	Incidência	
7 dias	52,233	a
3 dias	46,517	a b
12 dias	31,533	b c

* Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

* As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas

Tabela 34: Análise de variância dos dados de respirometria do solo, observados no período de crescimento vegetativo das plantas (1º coleta) após 3 dias de incubação, referente o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Freq	2	0,004	0,002	0,08	0,9188
Palha	1	0,566	0,566	21,85	0,0001*
Palha*Freq	2	0,0929	0,0465	1,79	0,1776
Erro	47	1,2187	0,0259		
Total	52	1,88284861			

★ Freq = frequência de irrigação; Palha = presença de palha sobre o solo;
dados transformados $\sqrt{x + 0,5}$

Tabela 35: Análise de variância dos dados de respirometria do solo, observados no período de floração das plantas (2º coleta) após 3 dias de incubação, referente o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Freq	2	0,3215	0,1607	5,83	0,0055*
Palha	1	0,3648	0,3648	13,23	0,0007*
Palha*Freq	2	0,0760	0,0380	1,38	0,2620
Erro	47	1,2960	0,0276		
Total	52	2,0585			

★ Freq = frequência de irrigação; Palha = presença de palha sobre o solo;
dados transformados $\sqrt{x + 0,5}$

Tabela 36: Análise de variância dos dados de respirometria do solo, observados no período de maturação de grãos das plantas (3^o coleta) após 3 dias de incubação, referente o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2^o ensaio).

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Freq	2	0,3647	0,1823	4,32	0,0188*
Palha	1	0,4466	0,4466	10,58	0,0021*
Palha*Freq	2	0,1210	0,0600	1,44	0,2463
Erro	48	2,0258	0,0422		
Total	53	2,9589			

★ **Freq** = frequência de irrigação; **Palha** = presença de palha sobre o solo;
dados transformados $\sqrt{x + 0,5}$

Tabela 37: Dados de respirometria do solo, de acordo com o tratamento de presença de palha, observada durante o ensaio realizado no campo em parcelas experimentais, de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2^o ensaio).

Cobertura do solo	1 ^o avaliação (plantas no estágio vegetativo) *	2 ^o avaliação (plantas no estágio da floração)*	3 ^o avaliação (plantas no estágio da maturação)*
Palha	1,128 a	0,665 a	1,470 a
Sem palha	0,654 b	0,332 b	0,973 b

* valores calculados (mgCO₂/g) por 3 dias, as letras à direita representam as diferenças significativas calculadas através do teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Tabela 38: Dados de respirometria do solo, de acordo com o tratamento de frequência de irrigação, observada durante o ensaio realizado no campo em parcelas experimentais, de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2^o ensaio).

Frequência de irrigação	2 ^o avaliação (Plantas no estágio da floração)*	3 ^o avaliação (Plantas no estágio da maturação)*
3 dias	0,67 a	1,50 a
7 dias	0,44 b	1,06 b
12 dias	0,35 b	1,10 b

* valores calculados (mgCO₂/g) por 3 dias, as letras à direita representam as diferenças significativas calculadas através do teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Tabela 39: Análise de variância para índices de área foliar de plantas de feijoeiro (IAF) observados durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Causas de Variação ★	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Pr	Pr > F
Rep	2	1,11196	0,55598	0,48	0,6347
Freq	2	0,54637	0,27318	0,23	0,7957
Palha	1	6,25000	6,25000	5,35	0,0433*
Palha*Freq	2	0,44111	0,22055	0,19	0,8308
Palha*Freq (rep)	10	11,68204	1,16820		
Época	7	109,44130	15,6344	41,87	0,0001*
Freq*Época	14	5,43561	0,3882	1,04	0,4236
Palha*Época	7	3,75097	0,5358	1,43	0,2023
Palha*Freq*Época	14	3,61687	0,2583	0,69	0,7763
Palha*Freq*Época (rep)	84	31,36865	0,3734		
Total	143	173,64493			

★ Rep = repetição; Freq = frequência de irrigação; Palha = presença de palha sobre o solo; Época = data de avaliação.

Tabela 40: Índice de área foliar médio (IAF) em relação ao tratamento de cobertura do solo com palha, observado durante ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Tratamentos	Médias	Diferenças *
Palha	IAF	
Sem palha (descoberto)	1,9090	a
Palha de milho	1,4924	b

* Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

* As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas.

Tabela 41: Índice de área foliar (IAF) em relação às datas de avaliação (2º ensaio).

Época	Data	Médias	Diferenças *
		IAF	
4º	17/07/00 – 52 DAE	3,3983	a
3º	10/07/00 – 45 DAE	2,0894	b
2º	04/07/00 – 39 DAE	2,0111	b
5º	25/07/00 – 60 DAE	1,9500	b c
6º	01/08/00 – 67 DAE	1,7378	b c
1º	27/06/00 – 32 DAE	1,3650	c
7º	15/08/00 – 81 DAE	0,6244	d
8º	26/08/00 – 92 DAE	0,4294	d

* Diferenças observadas utilizando o teste de Tukey ($p < 0,05$)

- As letras na coluna indicam as diferenças estatísticas

Figura 42. Número médio de apotecios observados durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo, realizado em condições controladas, em vasos (1º ensaio).

Figura 43. Solo infestado com escleródios (acima) e aspecto geral dos vasos contendo palhas sobre o solo (centro e abaixo) (1º ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*).

Figura 44. Altura das palhas observadas durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios, realizado em condições controladas, em vasos (1º ensaio).

Figura 45. Relação entre carbono e nitrogênio (C/N) das diferentes palhas, e área abaixo da curva de produção de apotécios (AACPA) (1º ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*).

Figura 46. (A) Temperaturas observadas durante 24 h ao 76 dias após o início do ensaio. (B) e (C) Temperaturas médias diárias observadas abaixo dos diferentes substratos (1º ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*).

Figura 47. Número de apotécios observados durante o ensaio do efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*, realizado em condições controladas, em vasos (2º ensaio).

Figura 48. Altura média das palhas observadas durante o ensaio do efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*, realizado em condições controladas, em vasos (2º ensaio).

Figura 49. Relação carbono/nitrogênio das palhas observadas antes do ensaio do efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*, realizado em condições controladas, em vasos (2º ensaio).

Figura 50. Composição química das palhas observadas antes do ensaio do efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na formação de apotécios de *S. sclerotiorum*, realizado em condições controladas em vasos (2º ensaio).

Figura 51. Vista da parcela com palha de neem (acima) e vista geral das parcelas experimentais (abaixo) (ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijão).

Figura 52. (A) Número médio de apotécios (m^2); (B) Número médio de escleródios que formaram apotécios (m^2); observados durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijão.

Figura 53. Índices de área foliar de plantas de feijoeiro observados durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum*.

Figura 54. Produção de grãos de feijoeiro (g/m^2) referente ao ensaio do efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum*.

Figura 64: Precipitação e volume de água irrigada diária observada durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijão.

Figura 55. (A) Temperaturas médias diárias do ar e do solo. (B) Temperaturas do ar e do solo ocorridas durante o dia 03 de agosto de 2000 (ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijoeiro).

Figura 56. (A) Incidência de plantas doentes (%). (B) Severidade de doença (%) em plantas de feijoeiro. Letras acima das barras indicam diferenças significativas (Tukey, $p < 0,05$) (ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijão).

Figura 57. Valores das lâminas de água (mm) aplicadas através de irrigação e chuvas ocorridas durante todo o ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.

Figura 58. Umidades do solo, medidas em volume (cm^3/cm^3), observadas antes da irrigação, referentes ao ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.

Figura 59. Número de apotécios observados em subparcelas de 4m² para cada tratamento e a incidência de plantas de feijoeiro com sintomas de mofo-branco considerando o nível de umidade do solo (ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 60. Número de apotécios observados em subparcelas de 4m² para cada tratamento e a incidência de plantas de feijoeiro com sintomas de mofo-branco considerando o espaçamento entre fileiras de plantas (ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 61. Produção de grãos em subparcelas de 4m² para cada tratamento de avaliação da lâmina de água no solo e espaçamento entre fileiras de feijoeiro (45cm, barra cheia; 70cm, barra vazia) (ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 62. Número de apotécios (em subparcelas de 4m²), observados nos diversos tratamentos (P=presença de palha sobre o solo, SP=solo descoberto, 3, 7 e 12 dias=frequência de irrigação) (1º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 63. Incidência de plantas doentes (%), observadas nos diversos tratamentos (P=presença de palha sobre o solo, SP=solo descoberto, 3, 7 e 12 dias=frequência de irrigação) (1º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 64. Índice de área foliar observado nos diversos tratamentos (P=presença de palha sobre o solo, SP=solo descoberto, 3, 7 e 12 dias=frequência de irrigação) (1º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 65. Peso médio final de grãos (em subparcelas de 4m²) produzidos nos diferentes tratamentos (P=presença de palha sobre o solo, SP=solo descoberto, 3, 7 e 12 dias=frequência de irrigação) (1º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 66. Vista geral do ensaio realizado no campo (acima); aspecto das parcelas com presença de palha de milho sobre o solo (abaixo) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 67. Número médio de apotécios (em subparcelas de 4m²), observados em diversas datas de avaliação (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 68. Área abaixo da curva de produção de apotécios (AACPA) (em subparcelas de 4m²) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 69. Número de escleródios que germinaram carpogenicamente (em subparcelas de $4m^2$), em diversas datas de avaliação (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 70. Área abaixo da curva de produção de escleródios que germinaram carpogenicamente (AACPEscl) (em subparcelas de $4m^2$) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 71. Escleródios formados em vagens infectadas (acima) e apotécios formados no solo das parcelas experimentais (abaixo) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

Figura 72. Sintomas de mofo-branco em vagens infectadas durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Figura 73. Incidência média de plantas doentes (%), observadas aos 76 dias após a emergência, durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Figura 74. Índice médio de área foliar de plantas de feijão observado durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Figura 75. Produção média de grãos de feijão (em subparcelas de 4m²) em relação a diferentes tratamentos (presença de palha=P, ausência de palha=SP, e frequências de irrigação de 3 dias =3d, 7 dias =7d e 12 dias =12d) (2º ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).

5 DISCUSSÃO

5.1 SOLARIZAÇÃO DO SOLO

Os ensaios de aquecimento do solo em estufa demonstraram o drástico efeito da temperatura na viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*. Temperaturas a partir de 40°C por 24 horas, no primeiro ensaio, e 60°C por quatro horas durante três dias consecutivos, no segundo ensaio, foram suficientes para inviabilizar a totalidade dos escleródios. Resultados semelhantes foram obtidos por Cartia (1994). Outros patógenos, como *Verticillium dahliae*, *Pythium ultimum*, *Thievaliopsis basicola* e *Rhizoctonia solani*, também se mostraram sensíveis a temperaturas mais ou menos elevadas, dependendo do tempo de exposição (Pullman *et al.*, 1981). De acordo com Katan & DeVay (1991), a temperatura de 37°C é o limite mínimo letal para diversos fungos mesofílicos, requerendo exposição de duas a quatro semanas para ser efetiva. A 47°C, no entanto, o tempo de exposição é bastante diminuído (de uma a seis horas) para se chegar ao mesmo resultado. O processo de inviabilização parece estar relacionado à pelo menos dois fatores: a temperatura em si, que causa danos físicos aos escleródios, e o aumento de contaminantes sobre os escleródios, que deve contribuir para sua inviabilização.

A inviabilização térmica dos escleródios de *S. sclerotiorum* foi facilitada pela presença de palha de diversas espécies (milho, milheto, feijoeiro, niger e quinoa) sobre o solo. Pois no ensaio de curva térmica, realizado sem a presença de palha, não apresentaram um controle tão eficiente como com a adição de palha na cobertura do solo na mesma temperatura a 50°C. Evidências de maior incidência e variabilidade de contaminantes nos escleródios desses tratamentos em comparação ao tratamento de 50°C sem adição de palha (ensaio anterior), indicam a atuação de microrganismos, bactérias e fungos, favorecidos nesse processo. Estes resultados estão com os descrito por Bollen, G. citado por Ghini & Bettiol (1995), o qual afirmou que, a eficiência da prática de

solarização pode estar associada à presença de microrganismos termofílicos, agentes potenciais de controle biológico.

A palha de quinoa, na ausência de aquecimento do solo, foi a única que reduziu a viabilidade dos escleródios, confirmando resultados anteriores de Ferraz *et al.* (2000), indicando que esta palha possivelmente contém elementos de inibição da germinação carpogênica e miceliogênica do patógeno em estudo, independente do aquecimento do solo.

Ensaio realizados em condições de campo também demonstraram a eficiência da solarização do solo no controle de *S. sclerotiorum*. A viabilidade dos escleródios foi drasticamente reduzida após 90 dias de cobertura do solo com plástico transparente, como também demonstrado para o mesmo patógeno por Phillips (1990) e por Abu-Blan *et al.* (1990). A adição de cobertura com palha de milho sobre o solo solarizado (PS) reduziu o tempo de inviabilização dos escleródios (60 dias) nas profundidades de 5 e 10cm. A inviabilização dos escleródios mesmo à profundidade de 5cm é importante do ponto de vista prático, pois as estipes dos apotécios formados a partir dos escleródios, possuem em nível de campo comprimento máximo de 6,4cm (Williams & Western, 1965).

Em todos os três ensaios de campo notou-se que o controle do patógeno esteve associado ao aumento de temperatura nos solos solarizados. Nos dois ensaios realizados com adição de palha, observou-se que as temperaturas do solo solarizado com palha (PS) foram maiores do que somente solarizado (S), na mesma profundidade. Essas evidências indicam a estimação do acréscimo de palha de milho ao solo solarizado para o aumento da temperatura do solo. O maior aquecimento do solo solarizado e com palha possivelmente deve-se ao maior teor de umidade nessa situação. Solos solarizados úmidos têm maior amplitude térmica e temperaturas mais elevadas do que solos secos (Katan & DeVay, 1991; Maher, 1979).

Observou-se ao microscópio eletrônico de varredura, no ensaio de aquecimento do solo em estufa, a desestruturação da camada de proteção de escleródios, evidenciada pelas rachaduras e pela presença de bactérias. Resultados similares foram obtidos para os escleródios de *Sclerotium rolfsii* (Lifshitz *et al.*, 1983). O aumento de temperaturas

letais ou a ocorrência de temperaturas subletais cumulativas causam rachaduras nos escleródios, ocasionando a liberação de compostos ricos em carbono, que podem aumentar a colonização por outros microrganismos (Katan & DeVay, 1991). Segundo Huang & Kokko (1989), os escleródios que têm a camada de melanina mal formada ou danificada germinam miceliogenicamente. Esse fato pode ocasionar a estimulação de determinados microrganismos antagônicos, capazes de colonizar os escleródios. Adicionalmente, a germinação excessiva poderá levar à eliminação desses propágulos.

A ocorrência de maior incidência e maior variabilidade de diversos agentes potenciais de controle biológico foi observada nos escleródios provenientes dos tratamentos solarizados e solarizados com palha de milho, em todos os ensaios, bem como nos ensaios de aquecimento do solo em estufa. Os contaminantes mais freqüentes foram bactérias e fungos dos gêneros *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma* e *Gliocladium*. Esses resultados estão de acordo com Ghini & Bettiol (1995), que relatam a maior facilidade de isolar agentes de controle biológico termotolerantes em solos em processo de solarização. Katan & DeVay (1991) constataram que a solarização aumenta a população de microrganismos termotolerantes, como *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Bacillus* spp. e *Pseudomonas fluorescens*.

A maior variabilidade de contaminantes que ocorre nos escleródios oriundos de solos solarizados com palha indica uma maior eficiência dessa prática. Evidências desse fato foram também observadas por Lodha *et al.* (1997): solos solarizados enriquecidos com resíduos de crucíferas apresentaram temperaturas mais altas, o que promoveu o aumento da população de bactérias líticas antagonistas a *Macrophomina phaseolina*.

Outra hipótese, a ser ressaltada, é que a palha associada à cobertura com plástico, pode ter proporcionado um aumento da temperatura do solo, devido a maior retenção de calor associada à cor da palha. Em sistemas abertos em plantio direto, a cobertura morta sobre o solo pode alterar a temperatura do mesmo e reter maior umidade no solo, também pode alterar consideravelmente o microclima próximo à superfície do solo, alterando além da temperatura, a umidade. Em dias claros, a temperatura do ar adjacente a camada de cobertura morta ao meio-dia, por exemplo, é maior que a temperatura do ar medida na mesma altura, pois a coloração clara dos restos culturais,

pode refletir a radiação solar para camada de ar adjacente, elevando a temperatura. Mesmo quando os restos culturais tornam-se escurecidos pela ação do ambiente e pela colonização de microrganismos, a temperatura sobre a superfície é elevada, isto, devido a baixa condutividade térmica dos restos culturais. (Fernandes, 1997). Porém em sistemas “fechados” (cobertos com plástico), como na solarização do solo, esse calor pode ficar retido por maior tempo influenciando a temperatura do solo abaixo da palha.

Evidências que a adição ao solo de resíduos orgânicos, mesmo sem a prática da solarização, auxilia no controle de diversos patógenos foram relatadas recentemente (Viana *et al.*, 2000; Shetty *et al.*, 2000). A adição de resíduo orgânico no solo, associada à prática de solarização, foi estudada por alguns autores. A incorporação de resíduos de brócolis, por exemplo, diminuiu a incidência de *Verticillium dahlie* em couve-flor e em brócolis proporcionando crescimento mais vigoroso das plantas. *Pythium ultimum* foi controlado com solarização do solo combinada com incorporação de composto de galinha. O principal efeito do tratamento foi o aumento, na rizosfera de plantas de alface, da população de *Pseudomonas fluorescens* e *Bacillus* spp. (Gamliel & Stapleton, 1993b). *P. cinnamomi* e *V. dahlie* foram controlados com a incorporação de restos culturais de canola, cevada e “sudan grass” e solarização do solo (Pinkerton *et al.*, 2000). Já *Pythium ultimum* e *Sclerotium rolfsii* foram controlados em tratamentos combinados com a solarização e a incorporação de resíduos de repolho, e nestes tratamentos foi observada a maior concentração de álcoois, aldeídos, sulfitos e isotiacenatos, quando comparado ao solo incorporado com resíduos e não solarizado (Gamliel & Stapleton, 1993a). Estudos realizados por Chellemi *et al.* (1997), no entanto, não detectaram benefício no controle de *Sclerotium rolfsii* quando resíduos de repolho foram adicionados ao solo solarizado.

Outra hipótese para o controle mais eficiente quando se usa palha e solarização relaciona-se à degradação da palha, que libera substâncias voláteis, e a processos de anaerobiose. Materiais de alta relação C/N, na maioria constituídos de lignina, como a palha de milho, podem, no processo de decomposição, ter a relação C/N aumentada. Posteriormente, a relação tende a decrescer, chegando a uma situação estável. Esse processo de estabilização, no entanto, é lento, e na presença de compostos alelopáticos

nesses materiais pode levar à liberação gradativa destes compostos (Almeida, 1986). Resíduos de milho, em cobertura morta sobre o solo, apresentam substâncias de ação alelopática e tóxica (Putnam, 1994). Segundo Katan & DeVay (1991), a adição de resíduos orgânicos no solo, pode aumentar o benefício da solarização, e isto pode estar associado ao aumento de temperatura, e também a presença de gases fungitoxicos. Segundo Smith *et al.* (1993), quando os restos vegetais degradam-se em solos úmidos, fermentações anaeróbicas ocorrem, resultando na formação de ácidos acético, propiônico e butírico, o que leva à diminuição do pH do solo. Esse processo pode afetar o potencial redox do solo, ocasionando distúrbios nos nichos ecológicos. Esses ácidos orgânicos podem ser tóxicos a plantas e a microrganismos em concentrações milimolares. Outra hipótese está associada a processos de anaerobiose. Estudos recentes demonstraram que restos culturais de brócolis e gramínea (azevém), cobertos com plástico de baixa permeabilidade ao oxigênio, proporcionam controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*, *Rhizoctonia solani* e *Verticillium dahliae*. Nesses tratamentos, foi observada uma rápida depleção da quantidade de oxigênio, que pode ter favorecido o acúmulo de produtos tóxicos e microrganismos anaeróbicos (Blok *et al.*, 2000).

Resultados obtidos neste trabalho em condições controladas confirmaram a maior eficiência de controle de *S. sclerotiorum* em solo aquecido à 50°C na presença de palha de milho. Indicando que processos adicionais, além do aquecimento do solo, tais como a ação de produtos fungitoxicos, podem estar atuando nesse processo. Conclui-se que a presença de palha de milho em solo coberto com plástico poderá otimizar a solarização do solo na diminuição da viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, reduzindo o tempo de inviabilização de 90 para 60 dias até uma profundidade de 10 cm. Esse efeito, provavelmente, está ligado ao acréscimo da temperatura, à maior variabilidade de contaminantes, a mecanismos de anaerobiose e à presença de compostos fungitoxicos no solo.

5.2 MANEJO DE ÁGUA E COBERTURA DO SOLO COM PALHA

De modo geral, tratamentos com cobertura morta tiveram menor produção de apotécios de *S. sclerotiorum*, especialmente nos casos de cobertura com quinoa, amaranthus e neem. Porém as palhas de niger e feijão proporcionaram um número grande de apotécios no solo abaixo destas. Indicando que somente a presença de cobertura morta sobre o solo não indica a supressão do número de escleródios que germinam carpogenicamente, e sim dependerá do tipo da cobertura morta utilizada sobre o solo. Estes resultados podem estar associados também quanto à sobrevivência dos escleródios. Pois segundo Karl (1997), resultados evidenciaram que escleródios de *S. sclerotiorum* quando enterrados abaixo de cobertura morta em solos cultivados com feijão no inverno por 3 meses, apresentaram resultados diferenciados de mortalidade. Sob palha de arroz observou-se maior mortalidade dos escleródios, quando comparados sob a palha de milho, seguido daqueles enterrados em solo descoberto.

Diversos resultados obtidos demonstraram a ação de substâncias fungitoxicas das plantas de quinoa, amaranthus e neem a alguns patógenos, principalmente para *S. sclerotiorum*. Para neem (*Azadirachta indica*), a literatura registra que extratos dessa planta diminuem a viabilidade de *S. sclerotiorum* isolado de ervilha e repolho (Sharma & Basandrai, 1997). Extrato ou torta de neem também mostraram atividade fungitoxica para diversos patógenos (Dohroo & Gupta, 1995), como *Alternaria brassicola*, *Colletotrichum capsici*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* e para o próprio *S. sclerotiorum* (Shivpuri *et al.*, 1997; Sharma *et al.*, 1999). No caso específico de *Amaranthus caudatus*, o efeito é conferido por proteínas ricas em cisteína, de comprovada atividade fungitoxica, e por peptídeos com capacidade de ligação com a quitina (Bolle *et al.*, 1993; Cammue *et al.*, 1993; Raikhel *et al.*, 1993). Escleródios maduros de *S. sclerotiorum* apresentam estrutura de quitina em sua parede (LeTorneau, 1979), indicando a possível importância da ação fungitoxica desta planta a este patógeno. Extratos aquosos de *Chenopodium murale*, da mesma família de quinoa (*C. quinoa*) apresentaram atividade fungitoxica no crescimento micelial de *S. sclerotiorum*

(Qasem & Abu-Blan, 1995). Efeito de controle pelo uso de *Chenopodium species* também foi observado no controle de *Rhizoctonia solani* (Dubey *et al.*, 1983). Altas concentrações de saponinas, um glicosídeo tóxico, estão presentes em *C. quinoa* (Johnson & Ward, 1991), que provavelmente pode contribuir para inibição da germinação deste patógeno em estudo. Mesmo o trigo apesar de não ter sido eficiente neste trabalho, produz, segundo a literatura, substâncias tóxicas a microrganismos em geral e a *S. sclerotiorum* em particular (Zhou *et al.*, 1998; Sharma & Kapoor, 1999).

As diversas palhas apresentaram dados diferenciados de relação (C/N), e as palhas de maior relação C/N apresentaram menor degradabilidade, conferida pela menor diminuição da altura da palha, e o oposto também foi observado. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Smith *et al.* (1993), o qual afirmou que a taxa de C/N tem sido tradicionalmente utilizada para se estimar a velocidade de degradação do material utilizado como cobertura morta.

Quando se comparou a relação carbono/nitrogênio (C/N) de cada palha em relação à área abaixo na curva de produção de apotécios (AACPA) observada durante o período do ensaio notou-se que parece não existir uma relação direta entre a taxa de C/N da palha em promover ou suprimir a formação carpogênica desse fungo em estudo. Porém palha de alta relação C/N tem sua degradação mais lenta. Uma hipótese é para tal que, no caso de *S. sclerotiorum*, palhas de difícil degradação podem se constituir em barreiras físicas para a disseminação dos ascósporos produzidos nos apotécios, interferindo na incidência da doença.

Diferentes palhas também podem interferir diferencialmente no crescimento do feijoeiro. As plantas de feijoeiro, no ensaio de campo, apresentaram resultados diversificados do índice de área foliar (IAF) de acordo com as diversas palhas que cobriam o solo. Neste trabalho, as palhas de neem e amaranthus, além do solo descoberto, correlacionou-se com plantas de maior índice de área foliar. A produção de grãos, apesar de não apresentar diferenças estatísticas, demonstrou maior produção nos tratamentos com estas palhas. Indicando que possivelmente estas palhas quando utilizadas como cobertura morta possui elementos beneficiadores ao crescimento das plantas do feijoeiro, além da redução da germinação carpogênica de *S. sclerotiorum*.

Os tratamentos que apresentaram maior severidade da doença foram coincidentemente os que apresentaram maior crescimento vegetativo das plantas de feijão conferido pelo IAF, como os advindos do controle e palhas de *amaranthus* e neem. Devido ao tamanho reduzido das parcelas (1m^2) e ao grande número de apotécios observados, associado a dispersão aleatória dos ascósporos além da dimensão da parcela, pode-se afirmar que possivelmente maior severidade pode ter sido atribuída ao maior crescimento vegetativo das plantas de feijão provenientes dos tratamentos controle, das palhas de neem e *amaranthus*. Isto pode ter sido ocorrido devido a maior chance de infecção nas plantas de feijoeiro ocasionado pelo aumento do período de água livre sobre as plantas (Steadman, 1983), ou ao fato das plantas mais vigorosas serem mais suscetíveis ao ataque deste patógeno. Pois alguns autores afirmam que aumento da adubação levou ao acréscimo de doença de *S. sclerotiorum* em girassol (Chun & Maric, 1989 e Mineev *et al.*, 1989), e acréscimo de fontes diferentes de nitrogênio afetou diretamente o aumento de crescimento miceliogênico deste patógeno, e pode ser um padrão de avaliar suscetibilidade em plantas para este patógeno (Willis, 1968).

Em resumo, as palhas de quinoa, neem e *amaranthus*, pela diminuição da germinação carpogênica de *S. sclerotiorum* que causam, têm potencial para o controle do mofo-branco do feijoeiro. Portanto sugerem-se estudos com estas palhas como cobertura morta no cultivo de feijoeiro de maneira isolada em nível de campo, visando o controle de *S. sclerotiorum*, e o aumento de produtividade desta cultura.

Outros fatores estudados neste trabalho foram à influência de diferentes lâminas de água e diferentes densidades de plantio no desenvolvimento do mofo-branco em feijoeiro. Solos mais úmidos, de modo geral, propiciaram a formação de maior número de apotécios e maior incidência de mofo-branco em plantas de feijoeiro, confirmando resultados já publicados para esse patossistema (Miller & Burke, 1986). O maior número de apotécios formados nos tratamentos secos ao final do ciclo da cultura neste trabalho explica-se por duas razões: chuvas freqüentes que ocorreram nesse período e exaustão dos escleródios presentes nos tratamentos úmidos, em virtude de germinação carpogênica anterior, nas primeiras semanas após o plantio. Deve-se ressaltar que a

incidência da doença correlacionou-se positivamente com a umidade do solo, como já descrito por Weiss *et al.* (1980).

O espaçamento entre plantas não influenciou o número de apotécios formados ou a incidência da doença em feijoeiro, confirmando relato de Saindon *et al.* (1993). Assim, pelo menos em relação ao mofo-branco, não há contra-indicação para plantios mais adensados visando maiores produções. Porém os resultados obtidos neste trabalho demonstraram maior produção de grãos em plantios não muito adensados de 70 cm entre fileiras.

O último aspecto estudado neste trabalho envolveu a combinação de diferentes freqüências de irrigação e presença de palha de milho sobre o solo no desenvolvimento do mofo-branco do feijoeiro. A análise dos dois ensaios realizados, especialmente o segundo, que teve maior produção de apotécios (450 apotécios / 4m² contra 12 apotécios / 4m²), demonstra que a freqüência de irrigação tem maior potencial de controle de *S. sclerotiorum*. Houve diferença significativa entre tratamentos, com a freqüência de irrigação de três dias aumentando a produção de apotécios, quando comparada às freqüências de sete e doze dias; a incidência da doença também foi maior no tratamento de freqüência de três dias entre eventos de irrigação. A resultados semelhantes chegaram Miller & Burke (1986), Teo *et al.* (1989) e Twengström *et al.* (1998).

A presença de palha de milho, apesar de reduzir o número de apotécios formados e conferir aos tratamentos maior produção de CO₂, não mostrou efeito estatisticamente significativo quanto ao número de apotécios formados. A maior liberação de CO₂ está relacionada à maior atividade microbiana no solo. Estes resultados indicaram que a atividade microbiana foi favorecida pela presença de maior umidade no solo com 3 dias de freqüência de irrigação e presença de cobertura morta. Estes resultados são similares aos de Schinner, *et al.* (1996), que afirmou que a respiração do solo resulta da degradação da matéria orgânica (mineralização ou resíduos de colheita). E pode ser influenciada pelo conteúdo de água no solo, pois a respiração do solo decresce quando a tensão de água é drasticamente reduzida. E segundo Fernandes & Cardoso (1995), o aumento de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo apresentou maior

quantidade de biomassa microbiana no plantio direto quando comparado ao convencional.

Mesmo assim, a presença de palha reduziu a incidência da doença. Esses resultados estão de acordo com a literatura (Nasser *et al.*, 1994 e Bottenberg *et al.*, 1999). Segundo os autores atribuíram a menor incidência de mofo-branco em solos cobertos à presença de barreira física criada pela palha, que dificulta a dispersão dos ascósporos, e isto foram observadas em campos com plantio direto de feijão com cobertura com palha de arroz.

Houve tendência de menor crescimento vegetativo nos tratamentos cobertos com palha de milho, fatos já relatados na literatura (Putnam, 1994) e atribuídos a efeitos fitotóxicos de diversas palhas. Segundo Smith *et al.* (1993), quando os restos vegetais degradam-se, principalmente em solos úmidos, fermentações anaeróbicas ocorrem, resultando na formação de ácidos acético, propiônico e butírico, e concomitantemente decresce o pH do solo. O problema para as plantas é que os ácidos orgânicos são tóxicos as plantas em milimolar concentrações, e este é um dos fatores responsáveis por perdas nas plantas, principalmente em solos argilosos pesados quando semeados diretamente na presença de resíduos na superfície do solo, como no sistema de plantio direto. A adição de microrganismos celulolíticos, tais como *Trichoderma* species, no solo pode minimizar este problema.

Portanto evidências em ensaios de campo de menor incidência da doença em solos cobertos com palha de milho no cultivo de feijoeiro, indicaram que a dispersão deste patógeno pode ser influenciada pela cobertura morta sobre o solo, reforçando a importância da cobertura morta no sistema de plantio direto, principalmente de materiais de alta relação C/N como a palha de milho estudada. E a frequência de irrigação drástica em intervalos de 12 dias conferiu menor formação de apotécios e menor incidência da doença em feijoeiro, indicando como prática promissora no controle desta doença. Porém estudos desta prática com a interação de cultivares de feijoeiro resistentes à seca deverão ser estabelecidos principalmente ao nível de campo, objetivando o controle da doença e maiores ganhos de produtividade.

6 Conclusões

- A presença de palha sobre o solo apresentou potencial promissor na inibição da germinação carpogênica de *S. sclerotiorum*, principalmente para as palhas de quinoa, amaranthus e neem.
- A frequência de irrigação de 12 dias proporcionou menor formação de apotécios de *S. sclerotiorum* e menor incidência de mofo-branco do feijoeiro. A otimização da frequência de irrigação é importante área que merece pesquisas adicionais.
- A presença de cobertura morta de palha de milho associada à solarização do solo apresentou resultados animadores no controle dos escleródios. Recomenda-se seu uso, especialmente em culturas de maior valor econômico e em menores áreas, como no sistema de produção de mudas, e no cultivo de hortaliças e flores.
- Portanto as práticas de: solarização associada a solo coberto com palha de milho; e no cultivo de feijoeiro a presença de cobertura morta sobre o solo e frequências em intervalos de 12 dias entre os eventos de irrigação, apresentaram potencial de controle para *Sclerotinia sclerotiorum*.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, v.69, p.896-899, 1979.
- 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.
- ABU-BLAN, H.; ABU-GHARBIEH, W; SALEH, H. Efficiency of soil solarization for different durations in controlling soil-borne pathogens at varying soil depths in the Jordan Valley. **Dirasat (Series B: Pure and Applied Sciences)**, v.17, p.72-85, 1990.
- ABU-BLAN, H.A.; ABU-GHARBIEH, W.I. Effect of soil solarisation on winter planting of potato, cauliflower and cucumber in the Central Jordan Valley. **Dirasat (Series B: Pure and Applied Sciences)**, v.21, p.203-213, 1994.
- ADAMS, P. B.; AYRES, W.A. Ecology of *Sclerotinia* Species. **Phytopathology**, v.69, p.896-899, 1979.
- ALMEIDA, F.S. Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: FANCELLI, A.L.; TORRADO, P.V.; MACHADO, J. **Atualização em plantio direto**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1986, p.103-144.
- ANAS, O.; REELEDER, R.D. Consumption of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* by larvae of *Bradysia coprophila*: influence of soil factors and interactions between larvae and *Trichoderma viride*. **Soil Biology Biochemistry**, v.20, p.619-624, 1988.
- ANAS, O.; REELEDER, R.D. Recovery of fungi and arthropods from sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in Quebec muck soils. **Phytopathology**, v.77, p.27-331, 1987.
- BALBINO, L.C.; MOREIRA, J.A.A., SILVA, J.G.; OLIVEIRA, E.F.; OLIVEIRA, I.P. Plantio Direto, In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do Feijoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1996, Seção III, p.301-345.

- BLOK, W.J.; LAMERS, J.G.; TERMORSHUIZEN, A.J.; BOLLEN, G.J. Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. **Phytopathology**, v.90, p.253-259, 2000.
- BOLAND, G.J.; HALL, R. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.16, p.93-108, 1994.
- BOLAND, G.J.; HALL, R. Numbers and distribution of apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* in relation to white mold of white bean (*Phaseolus vulgaris*). **Canadian Journal of Botany**, v.66, p.247-252, 1988.
- BOLLE, M.F.C. DE; DAVID, K.M.M.; REES, S.B.; VANDERLEYDEN, J.; CAMMUE, B.P.A.; BROEKAERT, W.F. DE; BOLLE, M.F.C. Cloning and characterization of a cDNA encoding an antimicrobial chitin-binding protein from amaranth, *Amaranthus caudatus*. **Plant Molecular Biology**, v.22, p.1187-1190, 1993.
- BOTTENBERG, H.; MASIUNAS, J.; EASTMAN, C. Strip tillage reduces yield loss of snapbean planted in rye mulch. **HortTechnology**, v.9, p.235-240, 1999.
- BRAGAGNOLO, R.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.91-98, 1990.
- BREDEMEIER, D.; SAUSEN, L.; LUCCA, R. Controle químico da mela ou tombamento em canteiros de fumo (*Nicotiana tabacum*) causado por *Sclerotinia sclerotiorum*. **Fitopatologia Brasileira**, v.7, p.49, 1982.
- BROWMIK, M. A.; DOLL, J.D. The potencial of allelopathy as a tool for weed management in crop fields. **PANS**, v.24, p.495-502, 1978.
- CAFÉ FILHO, A.C. Alerta aos produtores de ervilha, podridão de *Sclerotinia*. **Horticultura Brasileira**, v.3, p.57, 1985.
- CAMMUE, B.P.A; BOLLE, M.F.C. DE; TERRAS, F.R.G.; OSBORN, R.W.; REES, S.B.; BROEKAERT, W.F.; DE BOLLE, M.F.C; BRUENING, G. (ed.). Structure and properties of cysteine-rich antifungal proteins from plant seeds. In: OLMEDO, F.G.; PONZ, F. (ed.). **Workshop on engineering plants against pests and**

- pathogens.** Madrid; Instituto Juan March de Estudios e Investigaciones, 1993, p.28-29.
- CARTIA, G.; ASERO, C.; COCKSHULL, K.E. The role of temperature regarding *Sclerotinia sclerotiorum* in the soil solarization method. **Acta Horticulture**, v.336, p.323-330, 1994.
- CASALE, W.L.; HART, L.D. Evidence for a diffusive endogenous inhibitor of carpogenic germination in sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v.73, n.5, p.815, june.1983. /Resumo/
- CHARCHAR, M.J.D.; ANJOS, J.R.N. dos; OSSUPI, E. Ocorrência de nova doença do algodoeiro irrigado, no Brasil, causado por *Sclerotinia sclerotiorum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p.1101-1106, 1999.
- CHARCHAR, M.J.D'A.; NASSER, L.C.B.; BARRETO, L.A.J.C.; VIVALDI, L.J. Efeito de diferentes práticas culturais no controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) do feijoeiro irrigado. In: **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuário dos Cerrados**, 1987/1990. EMBRAPA/CPAC, p.240-241, 1994.
- CHARCHAR, M.J.D'A.; NASSER, L.C.B.; BARRETO, L.A.J.C.; VIVALDI, L.J. Efeito de diferentes práticas culturais no controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) do feijoeiro irrigado. **Fitopatologia Brasileira**, v.16, n.2, p.XX, Jun. 1991 /Resumo/
- CHAVES, G.M. Estudos sobre *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. **Experimentae**, v.4, p.69-133, 1964.
- CHELLEMI, D.O.; OLSON, S.M.; MITCHELL, D.J.; SECKER, I.; McSORLEY, R. Adaptation of soil solarization to the integrated management of soilborne pests of tomato under humid conditions. **Phytopathology**, v.87, p.250-258, 1997.
- CHEN, D.Y.; WU, W.S. Effect of high temperature on the survival of *Sclerotinia sclerotiorum* and its application. **Plant Protection Bulletin Taipei**, v.32, p.277-288, 1990.

- CHUN, J.F.; MARIC, A. Effect of crop rotation, date of sowing, mineral fertilization and plant population on the occurrence of *Sclerotinia* root and basal rot of sunflower. **Zastita-bilja**, v.40, n.187, p.5-19, 1989.
- COLEMAN, D.C.; OADES, J.M.; UEHARA, G. Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems. **Results of a conference held at the Maui Beach Hotel, NITAL 1988**, Kahulu, Maui, Hawaii, october 7-15, p.248, 1989.
- COOK, G.E.; STEADMAN, J.R.; BOOSALIS, M.G. Survival of *Whetzelinia sclerotiorum* and initial infection of dry edible beans in western Nebraska. **Phytopathology**, v.65, p.250-255, 1975.
- COSTA, A.F.; COELHO NETTO, R.A.; FERRAZ, L. Ocorrência de doenças em amendoim no estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, v.14, n.2, p.127, Jul.1989. /Resumo/
- COSTA, J.L.da S. A densidade de inóculo de *Sclerotinia sclerotiorum* no solo determina a eficiência do controle químico do mofo-branco em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.22, (suplemento), p.258, ago.1997. /Resumo/
- DILLARD, H.R.; LUDWIG, J.W.; HUNTER, J.E. Conditioning sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* for carpogenic germination. **Plant Disease**, v.79, p.411-415, 1995.
- DOHROO, N.P.; GUPTA, S.K. Neem in plant disease control. **Agricultural Reviews Karnal**. v.16, p.133-140, 1995.
- DUBEY, N.K., KISHORE, N., SRIVASTAVA, O.P., DIKSHIT, A.; SINGH, S.K. Fungitoxicity of some higher plants against *Rhizoctonia solani*. **Plant and Soil**, v.72, p.91-94, 1983.
- DUNIWAY, J.M.; ABAWI, G.S.; STEADMAN, J.R. Influence of soil moisture on the production of apothecia by sclerotia of *Whetzelinia sclerotiorum*. **Proceedings of the American Phytopathological Society**, v.4, p.115, 1977. /Resumo/
- FAO: FAOSTAT Database Collections. <http://apps.org/cgi-bin/nph-dp.pl>. Agricultural Production. 2000.
- FELIZARDO, M.C.; MACHADO, J.C. Estudos sobre a patogenicidade de *Sclerotinia sclerotiorum* ao Girassol (*H. annuus*). **Fitopatologia Brasileira**, v.14, n.141, p.139, jul. 1989./Resumo/

- FERNANDES, J.M.C. As doenças das plantas e o sistema de plantio direto. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.5, p.317-352, 1997.
- FERNANDES, S.A.P.; CARDOSO, E.J.B.N. Avaliação da biomassa microbiana e atividade de desidrogenase em diferentes sistemas de manejo do solo. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 25., Viçosa: SBCS/UFV, v.1., p. 490-491, 1995.
- FERRAZ, L.C.L.; BERGAMIN FILHO, A.; NASSER, L.C.B; AMORIM, L. Diferentes coberturas mortas sobre o solo afetando a germinação carpogênica de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Summa Phytopathologica**, v.26; n.1, p.111, jan/mar. 2000. /Resumo/
- FERRAZ, L.C.L.; CAFÉ FILHO, A.C. Efeito da adição de fubá no meio de produção de escleródio e outros fatores influenciando na formação de apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Fitopatologia Brasileira**, v.23, p.364-369, 1998.
- FERRAZ, L.C.L.; CAFÉ FILHO, A.C., NASSER, L.C.B.; AZEVEDO, J.A. Effect of soil moisture, organic matter and grass mulching on the carpogenic germination of sclerotia and infection of bean by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, v.48, p.77-82, 1999.
- GAMLIEL, A.; STAPLETON, J.J. Characterization of antifungal volatile compounds evolved from solarized soil amended with cabbage residues. **Phytopathology**, v.83, p.899-905, 1993a.
- GAMLIEL, A.; STAPLETON, J.J. Effect of chicken compost or ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rhizosphere microorganisms, and lettuce growth. **Plant Disease**, v.77, p.886-891, 1993b.
- GASPAROTTO, L.; CHAVES, G.M.; CONDÉ, A.R. Sobrevivência de *Sclerotinia sclerotiorum* em solos cultivados com gramíneas. **Fitopatologia Brasileira**, v.7, p.223-232. 1982.
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Controle Físico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed) **Manual de Fitopatologia**, 3 ed., Piracicaba: Ceres , p.786-803, 1995.

- GHINI, R.A. Solar collector for soil disinfestation. **Netherlands Journal of Plant-Pathology**, v.99, p.45-50, 1993.
- GROGAN, R.G.; ABAWI, G. S. Influence of water potential on growth and survival of *Whetzelinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v.65, p.122-138, 1975.
- HALL, R.; NASSER, L.C.B. Practice and precept in cultural management of bean diseases. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.18, p.176-185, 1996.
- HAWKSWORTH, D.L.; KIRK, P.M.; SUTTON, B.C.; PEGLER, D.N. **Dictionary of the fungi**. 8.ed. Wallingford: CAB International, 1995, 616p.
- HOMECHIN, M. Plantas daninhas hospedeiras de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Fitopatologia Brasileira**, v.7, n.3, p.472. out. 1982a. /Resumo/
- HOMECHIN, M. Situação atual da ocorrência de podridão de Sclerotinia causada por *Sclerotinia sclerotiorum*. **Fitopatologia Brasileira**, v.7, n.3, p.476, out.1982b. /Resumo/
- HOMECHIN, M. Transmissão do fungo *Sclerotinia sclerotiorum* através de sementes de girassol *Helianthus annus* L. **Fitopatologia Brasileira**, v.7, n.3, p.467, out.1982c. /Resumo/
- HUANG, H.C. Control of soilborne pathogens by mycoparasites: prospects and constrains. **The biological Control of Plant Diseases**. FFTC: Food & Fertilizer Technology Center, Book Series, n.42, p.130-141. june 1991.
- HUANG, H.C.; KEMP, G.A. Growth habitat of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) and incidence of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*). **Plant Protetion Bulletin**, v.31, p.304-309, 1989.
- HUANG, H.C.; KOKKO, E.G. Effect of temperature on melanization and myceliogenic germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Botany**, v.67, p.1387-1394, 1989.
- HUANG, H.C.; SUN, S.K. Effects of S-H mixture or perkla on carpogenic germination and survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Soil Biology and Biochemistry**, v.23, p. 809-813, 1991.

- HUNTER, J.E.; PEARSON, R.C.; SEEM, R.C.; SMITH, C.A.; PALUMBO. Relationship between soil moisture and occurrence of *Sclerotinia sclerotiorum* and white mold disease on snap beans. **Protection Ecology**, v.7, p.269-280, 1984.
- IDCZAK, E.; MATTUSCH, P.; LIEBEREI, R.; CRÜGER, G. Effect of greenhouse covering materials on production of apothecia in *Sclerotinia sclerotiorum*. **Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes**, v.40, p.183-186, 1988.
- JOHNSON, D.L.; WARD, S.M. Quinoa. In: JANICK, J.; SIMON, J.E. (Ed.) **New Crops**. New York: Chichester; Brisbane; Toronto; Singapore: John Wiley and Sons, 1993. p.222-227.
- KARL, A.C. Mofo-branco, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, em feijoeiro irrigado: estudos epidemiológicos, comparação de sistemas de cultivo e de cultivares. Brasília, 1997. 117p. Dissertação (M.S.), Universidade de Brasília.
- KATAN, J.; DeVAY, J.E. **Soil Solarization**. Boca Raton; Florida: CRC Press, 1991. 267p.
- KYE, U.K.; KIM, K.C. Possibility of soil solarization in Korea. **Korean Journal of Plant Protection**, v.24, p.107-114, 1985.
- LeTORNEAU, D. Morphology, Cytology, and Physiology of *Sclerotinia* Species in culture. **Phytopathology**, v.69, n.8, p.887-890, 1979.
- LIFSHITZ, R.; TABACHINIK, M.; KATAN, J.; CHET, I. The effect of sublethal heading on sclerotia of *Sclerotium rolfsii*. **Canadian Journal of Microbiology**, v.29, p.1607-1610, 1983.
- LINDERMAN, R.G. Organic amendments and soil-borne diseases. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.11, p.180-183, 1989.
- LODHA, S.; SHARMA, S.K.; AGGARWAL, R.K. Solarization and natural heating of irrigated soil amended with cruciferous residues for improved control of *Macrophomina phaseolina*. **Plant Pathology**, v.46, p.186-190, 1997.
- LOPES, C.A.; SILVA, W.L.C.; PEREIRA, W.; FONTES, R.R. Podridão-de-esclerotinia em tomateiro industrial sob diferentes sucessões de culturas em pivô central. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, (suplemento), p.334, ago.1995./Resumo/

- MACHADO, J.C. Ocorrência de fungos em sementes de soja (*Glicine max* L.) no estado de Minas Gerais-Safra 1983. **Fitopatologia Brasileira**, v.9, n.2, p.378, jun.1984. /Resumo/
- MAHER, Y. Prediction of soil temperatures of a soil mulched with transparent polyethylene. **Journal of Applied Meterology**, v.18, p.1263-1267, 1979.
- MENEZES, J.R. Controle integrado de doenças em culturas irrigadas por pivô central. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, (suplemento), p. 270- 271, ago.1995.
- MENEZES, J.R.; MOHAN, S.K.; BIANCHINI, A.; SOUZA, G.L. Qualidade fitossanitária de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) no estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p.497-508, out. 1981.
- MIKLAS, P.N.; GRAFTON, K.F. Inheritance of partial resistance to white mold in inbred populations of dry bean. **Crop Science**, v.32, p.943-948, 1992.
- MILLER, D.E.; BURKE, D.W. Reduction of Fusarium Root Rot and Sclerotinia wilt in beans with irrigation, tillage, and bean genotype. **Plant Disease** 70; 163-166. 1986.
- MINEEV, V.G.; DURYNINA, E.P.; VOSTRIKORA, N.P. Effect of application of phosphorus fertilizers on survival of *Sclerotinia sclerotiorum* causing sunflower wilt in chernozem and sod-podzolic soils. **Moscow University Soil Science Bulletin**, v.44, p.64-70, 1989.
- MOREIRA, W.A.; BARBOSA, F.R.; ROCHA, C.L. Eficiência de doses de vinclozolin no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijão sob pivô central. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, n.2, p.175, jun.1992./Resumo/
- MOROTE, C.G.B.; VIDOR, C.; MENDES, N.G. Alterações na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.81-84, 1990.
- NASSER, L.C.B. Evidências de rápida disseminação da podridão branca das hastes (*Sclerotinia sclerotiorum*) em regiões produtoras de sementes de soja nos cerrados do Brasil central. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, p.245.1985./Resumo/

- NASSER, L.C.B.; ANJOS, J.R.N. Constatação de *Sclerotinia sclerotiorum* atacando o feijoeiro sob condições de irrigação por aspersão na região de São Gotardo-M.G. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, n.2, p.222, jun.1985. /Resumo/
- NASSER, L.C.B.; BOLAND, G.J. ; SUTTON, J.C. Meio de cultura semi-seletivo para detecção da viabilidade dos escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, n.2, p.376, jun.1995./Resumo/
- NASSER, L.C.B.; RESCK, D.V.; CHARCHAR, M.J.D'A. Soil management, crop sequence and plant diseases in the cerrado region of Brazil. **Proceedings of the International Workshop on Conservation Tillage Systems**. Passo Fundo, RS. Brazil, p.190-203, 1990.
- NASSER, L.C.B.; SUTTON, J.C.; BOLAND, G.J.; JAMES, T.W. Influence of crop residues and soil moisture on *Sclerotinia sclerotiorum* from the Cerrados region in Brasil. In: **The 60th Annual Meeting of the Canadian Phytopathological Society**, Alberta, july 31- august 3, 1994. /Resumo/
- NATTI, J.J. Epidemiology and control of bean white mold. **Phytopathology**, v.61: p.669-674, 1971.
- ÖHLINGER, R. Soil Respiration. In: SCHINNER, F.; ÖHLINGER, R.; KANDELER, E.; MARGESIN, R. (eds.) **Methods in Soil Biology**. Berlin: Heidelberg; New York; Barcelon; Hong Kong; London; Milan; Paris; Tokyo: Springer-Verlag, 1996, cap.6, p-92-98.
- OLIVEIRA, M.Z.A.; BARRETO, R.S.S.; MELLO, S.C.M. Microorganismos associados a raízes de cenoura na Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, v.14, n.2, p.155, jul.1989. /Resumo/
- OLIVEIRA, M.Z.A.; MELLO, S.C.M. Fungos associados a grãos de amendoim no recôncavo da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, n.2, p.128, jul.1988. /Resumo/
- OLIVEIRA, S.H.F. 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. Piracicaba, 1998. 74p. Tese

(Doutorado), Escola Superior de Agricultura. “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, S.H.F.; DOMINGUES, R.J.; TÖFOLI, F.G. Eficiência curativa de fungicidas no controle de mofo branco do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, (suplemento), p.350, ago.1995. /Resumo/

PARK, S.J. Response of bush and upright plant type selections to white mold and seed yield of common beans grown in various row widths in southern Ontario. **Canadian Journal of Plant Science**, v.73, p.265-272, 1993.

PEREIRA, J.C.R.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIN, L.; MATSUOKA, K.; RAMON, S.A.; VALE, F.X.R. Controle integrado de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Fitopatologia Brasileira**, v.21, p.254-260, 1996.

PHILLIPS, A.J.L. The effects of soil solarization on sclerotial populations of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, v.39, p.38-43, 1990.

PHILLIPS, A.J.L. Influence of fluctuating temperatures and interrupted periods of plant surface wetness on infection of bean leaves by ascospores of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Annual Applied Biology**, v.124, p.413-427, 1994.

PINKERTON, J.N.; IVORS, K.L.; MILLER, M.L.; MOORE, L.W. Effect of soil solarization and cover crops on populations of selected soilborne plant pathogens in western Oregon. **Plant Disease**, v.84, p.952-960, 2000.

PORTER, I.J.; MERRIMAN, P.R. Evaluation of soil solarization for control of root diseases of row crops in Victoria. **Plant Pathology**, v.34, p.108-118, 1985.

PULLMAN, G.S.; DeVAY, J.E.; GARBER, R.H. Soil solarization and thermal death: A logarithmic relationship between time and temperature for four soilborne pathogens. **Phytopathology**, v.71, p.959-964, 1981.

PURDY, L.H. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution and impact. **Phytopathology**, v.69, p.875-880, 1979.

PUTNAM, A.R. Phytotoxicity of plant residues; In: UNGER, P. W. (Ed.) **Managing agricultural residues**. London: Lewis, 1994, p.285-342.

- QASEM, J.R.; ABU-BLAN, H.A. Antifungal activity of aqueous extracts from some common weed species. **Annual Applied of Biology**, v.127, p.215-219, 1995.
- RAIKHEL, N.V.; LEE, H.I.; BROEKAERT, W.F. Structure and function of chitin-binding proteins. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.44, p.591-615, 1993.
- REZENDE, L.O.C.; CAMPACCI, C.A.; PESSAMA, B.M.R.; HORINO, H. Controle de *Sclerotinia Sclerotiorum* de feijão-vagem. **O Biológico**, v.35, p.136. 1969.
- SAINDON, G; HUANG, H.C; KOZUB, G.C; MUNDEL, H.H.; KEMP, G.A. Incidence of white mold and yield of upright bean grown in different planting patterns. **Journal of Phytopathology**, v.137, p.118-124, 1993.
- SALEH, H.; ABU-GHARBIEH, W.I.; ABU-BLAN, H. Effect of "solarization" using different thicknesses of black plastic tarping on soil-borne pathogens. **Dirasat**, v.17b, n.3, p.41-53, 1990.
- SANTOS, A.F.; ATHAÍDE, J.F. Incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na região serrana do Estado do Espírito Santo. **Ceres**, v.30, n.169, p.242-244, 1983.
- SANTOS, A.F.; DHINGRA, O.D. Pathogenicity of *Gliocladium* on the sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Fitopatologia Brasileira**, v.14, p.198-200, 1989.
- SANTOS, J.R.M.; BOITEUX, L.S.; GIORDANO, L.B. Report of the apothecial stage of *Sclerotinia sclerotiorum* (*Whetzelinia sclerotiorum*) on processing tomatoes in Central Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v.19, (suplemento), p.315, ago.1994. /Resumo/
- SCHINNER, F.; KANDELER, E.; ÖHLINGER, R.; MARGESIN, R. (Ed.) **Methods in soil biology**. Berlin: Heidelberg; New York; Barcelon; Hong Kong; London; Milan; Paris; Tokyo: Springer-Verlag, 1996. cap.6, p.94-97: Soil respiration.
- SCHOONHOVEN, A.VAN; PASTOR-CORRALES, M.A. **Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol**. Cali, Columbia, CIAT. 1987. 56p.
- SCHWARTZ, H.F.; PASTOR-CORRALES. **Bean production problems in the tropics**. 2 ed. Cali, Columbia: CIAT. 211-230p.1989.

- SCHWARTZ, H.F.; STEADMAN, J.R. Factors affecting sclerotium populations of, and apothecium production by, *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v.68, p.383-388, 1978.
- SCHWARTZ, H.F.; STEADMAN, J.R. White mold. In: SCHWART, H.F.; PASTOR-CORRALES. **Bean production problems in the tropics**. 2.ed. Cali: CIAT.1989. p.211-230.
- SCHWARTZ, H.F.; STEADMAN, J.R.; COYNE, D.P. Influence of *Phaseolus vulgaris* blossoming characteristics and canopy structure upon reaction to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v.68, p.465-470, 1978.
- SHARMA, B.K.; BANSANDRAI, A.K.; AKHILESH, SINGH.; SINGH, A. Management of white rot of pea. **Plant Disease Research**, v.14, p.161-164, 1999.
- SHARMA, B.K.; BASANDRAI, A. K Effect of biocontrol agents, fungicides and plant extracts on sclerotial viability of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.67, p.132-133, 1997.
- SHARMA, C.L.; KAPOOR, A.S. In vitro evaluation of herbicides and plant extracts against *Sclerotinia sclerotiorum* causing white rot in pea. **Plant Disease Research**, v.14, p.79-81, 1999.
- SHETTY, K.G.; SUBBARAO, K.V.; HUISMAN, O.C.; HUBBARD, J.C. Mechanism of broccoli-mediated *Verticillium* wilt reduction in cauliflower. **Phytopathology**, v.90, n.3, p.305-310, 2000.
- SHIVPURI, A.; SHARMA, O.P.; JHAMARIA, S.L. Fungitoxic properties of plant extracts against pathogenic fungi. **Journal of Mycology and Plant Pathology**, v.27, p.29-31. 1997.
- SMITH, J.L.; PAPENDICK, R.I.; BEZDICEK, D.F.; LINCH, J.M. Soil organic matter dynamics and crop residue management. In: METTING JR, F.B. **Soil Microbiology Ecology**, New York, Marcel Dekker, 1993, cap.3, 65-94p.
- SOUZA, N.L. Solarização do solo. **Summa Phytopathologica**, v.20, p.3-15, 1994.
- STEADMAN, J.R. Control of plant diseases caused by *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, v.69, p.904-907, 1979.

- STEADMAN, J.R. White mold, a serious yield-limiting disease of bean. **Plant Disease**, v.67, p.346-350, 1983.
- STEADMAN, J.R.; MARCINKOWSKA, J.; RUTLEDGE, A. Semi-selective medium for isolation of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.16, p.68-70, 1994.
- SUTTON, J.C.; VYN, T.J. Crop sequences and tillage practices in relation to diseases of winter wheat in Ontario. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.12, p.358-368, 1990.
- TEO, B.K.; MORRAL, R.A.A.; VERMA, P.R. Influence of soil moisture, seeding date, and canola cultivars (Tobin and Westar) on the germination and rotting of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.13, p.393-399, 1989.
- TEO, B.K.; VERMA, P.R.; MORRAL, R.A.A. The effects of herbicides and mycoparasites at different moisture levels on carpogenic germination in *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant and Soil**, v.139, p.90-107, 1992.
- TORRES, J.C.; VENTURA, J.A. AVACPD: Um programa para calcular a área e o volume abaixo da curva de progresso de doença. **Fitopatologia Brasileira**, v.16, n.2, p.LII, jun.1991. /Resumo/
- TU, J.C. An integrated control of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) of beans, with emphasis on recent advances in biological control. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v.38, p.73-76, 1997.
- TU, J.C. Epidemiology of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) in Navy bean. **Medical Facu. Landbouww Rijksuniversit Gent**, v.52, n.3^a, p.787-796, 1987.
- TU, J.C. Management of white mold of white beans in Ontario. **Plant Disease**, v.73, p.281-285, 1989a.
- TU, J.C. Modes of primary infection caused by *Sclerotinia sclerotiorum* in navy bean. **Microbios**, v.57, p.85-91, 1989b.
- TWENGSTRÖM, E.; KÖPMANS, E.; SIGVALD, R.; SVENSSON, C. Influence of different irrigation regimes on carpogenic germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Journal of Phytopathology**, v. 146, p.487-493, 1998.

- VIANA, F.M.P.; KOBORY, R.F.; BETTIOL, W.; ATHAYDE SOBRINHO, C. Controle de tombamento de plântulas de feijoeiro causado por *Sclerotinia sclerotiorum* com a incorporação de matéria orgânica ao substrato. **Summa Phytopathologica**, v.26, p.94-97, 2000.
- WEISS, A.; HIPPS, L.E.; BLAD, B.L.; STEADMAN, J.R. Comparison of within-canopy microclimate and White mold disease (*Sclerotinia sclerotiorum*) development in dry edible beans as influenced by canopy structure and irrigation. **Agricultural Meteorology**, v.22, p.11-21, 1980.
- WHIPPS, J.M.; BUDGE, S.P. Screening for sclerotial mycoparasites of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Mycological Research**, v.94, p.607-612, 1990.
- WILLIAN, G.H.; WESTERN, J.H. The biology of *Sclerotinia trifoliorum* Eriks. and other species of sclerotium-forming fungi. I. Apothecium formation from sclerotia. **Annals of Applied Biology**, v.56, p.253-260, 1965.
- WILLIS, C.B. Effect of various nitrogen sources on growth of *Sclerotinia*. **Canadian Journal of Microbiology**, v.14, p.1035-1037, 1968.
- WITHERS, B.; VIPOND, S. **Irrigação: Projeto e prática**. Trad. de F. Costa. São Paulo: EPU, Ed. Da Universidade de São Paulo. 1977, 339p.
- WU, W.S. Control of *Sclerotinia* rot of sunflower and chrysanthemum. **Plant Protection Bulletin Taipei**, v.33, n.1, p.45-55, 1991.
- YEPHET, Y.B. Control of sclerotia and apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* by metham-sodium, methyl bromide and soil solarization. **Crop Protection**, v.7, n.1, p.25-27, 1988.
- YOKOYAMA, L.P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos socioeconômicos da cultura. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do Feijoeiro Comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996, cap.1, 1-22p.
- YORINORI, J.T.; HOMECHIN, M. Doenças da soja identificadas no estado do Paraná no período 1971 a 1976. **Fitopatologia Brasileira**, v.2, n.8, p.108, fev.1977./Resumo/
- ZAMBOLIM, L.; CASA, R.T. ; REIS, E.M. Sistema de plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v.25, p.585-595, 2000.

- ZHOU, L.; LIU, Y.; LI, J.W.; YANG, X.H.; CAO, Y.; LI, Z.; YONG, L.; LI, J.W.; YANG, X.H.; YANG, C. On the inhibition effect of PGIP in wheat to some fungi. **Acta Phytopathologica Sinica**, v.28, p.107-112, 1998.
- ZHOU, T.; BOLAND, G.J. Biological control strategies for *Sclerotinia* diseases. In: BOLAND, G.J.; KUYKENDALL, L.D. **Plant-microbe interactions and biological control**. New York: Marcel Dekker, 1998, p.127-156.
- ZHOU, T.; REELEDER, R.D. Colonization of bean flowers by *Epicoccum purpureans*. **Phytopathology**, v.81, p.774-778, 1991.
- ZHOU, T.; REELEDER, R.D.; SPARACE, S.A. Interactions between *Sclerotinia sclerotiorum* and *Epicoccum purpuracens*. **Canadian Journal of Botany**, v.69, p.2503-2510, 1991.

8 ANEXO

Anexo 1. Temperaturas do ar (mínima, média e máxima) diárias observadas durante o ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo (Piracicaba, 1997/98).

Anexo 2. Radiação global e insolação diária observada durante o período do ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo (Piracicaba, 1997/98).

Anexo 3. Volume de chuva precipitada diariamente (mm), observada durante o ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo (Piracicaba, 1997/98).

Anexo 4. Temperaturas do ar (mínima, média e máxima), diárias observadas durante o ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99).

Anexo 5. Radiação global diária observada durante o período do ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99).

Anexo 6. Volume de chuva precipitada diariamente (mm), observada durante o ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum*, após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Piracicaba, 1998/99).

Anexo 7. Temperaturas do ar (máxima, média e mínima) ocorridas durante o ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999).

Anexo 8. (A) Radiação global ($\text{cal}/\text{cm}^2/\text{dia}$); (B) Brilho solar (h/dia); (C) Volume de chuva precipitada diariamente (mm); ocorridos durante o ensaio de viabilidade de escleródios de *S. sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta sobre o solo (Brasília, 1999).

Anexo 9. Radiação global diária observada durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijão.

Anexo 10. Temperaturas diárias do ar (mínima, média e máxima), observadas durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijão.

Anexo 11. Umidades relativas do ar (médias diárias), observadas durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijão.

Anexo 12. Volume diário de água irrigada e chuva precipitada (mm), observada durante o ensaio de efeito de diferentes substratos utilizados como cobertura morta sobre o solo na incidência de *S. sclerotiorum* em plantas de feijão.

Anexo 13. Temperaturas diárias do ar (mínima, média e máxima), observadas durante o ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.

Anexo 14. Umidades relativas do ar (mínima, média e máxima diária), ocorridas durante o ensaio de lâmina de água e densidade de plantio no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro.

Anexo 15. Temperaturas diárias do ar (média, máxima, e mínima) observadas durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (1º ensaio).

Anexo 16. Umidades relativas do ar (médias diárias), observadas durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (1º ensaio).

Anexo 17. Radiação global (média diária) observada durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (1º ensaio).

Anexo 18. (A) Volume diário de água irrigada (mm) e (B) chuva precipitada (mm) observada durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (1º ensaio).

Anexo 19. Temperaturas diárias do ar (mínima, média e máxima), observadas durante o ensaio de freqüência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Anexo 20. Umidades relativas do ar (médias diárias), observadas durante o ensaio de freqüência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Anexo 21. Radiação global (média diária) observada durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Anexo 22. (A) Volume diário de água irrigada (mm), e (B) chuva precipitada (mm); observada durante o ensaio de frequência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro (2º ensaio).

Anexo 23. (A) Temperaturas médias diárias do solo a 5 cm de profundidade e do ar, (B) Temperaturas do solo (5 cm de profundidade) e do ar, ocorrida durante o dia 21 de julho de 2000 (56 DAE), nos tratamentos de presença de palha (p), ausência de palha (sp), em freqüências de irrigação de 3 (3d), 7 (7d) e 12 (12d) dias (2º ensaio de freqüência de irrigação e presença de palha sobre o solo no desenvolvimento de mofo-branco em feijoeiro).