

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – MESTRADO

CARLOS RAFAEL WUTZKI

**CONTROLE ALTERNATIVO, BIOLÓGICO E QUÍMICO DO MOFO BRANCO NA
SOJA**

PONTA GROSSA
2014

CARLOS RAFAEL WUTZKI

CONTROLE ALTERNATIVO, BIOLÓGICO E QUÍMICO DO MOFO BRANCO NA
SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual
de Ponta Grossa para a obtenção do título de Mestre
em Agronomia, Área de concentração Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. David de Souza Jaccoud Filho

PONTA GROSSA
2014

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

Wutzki, Carlos Rafael
W973 Controle alternativo, biológico e
 químico do mofo branco na soja/ Carlos
 Rafael Wutzki. Ponta Grossa, 2014.
 77f.

 Dissertação (Mestrado em Agronomia -
 Área de Concentração: Agricultura),
 Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Orientador: Prof. Dr. David de Souza
 Jaccoud Filho.

 1.Mofo branco. 2.Glycine max.
 3.Controle biológico. 4.Substâncias
 alternativas. 5.Fungicidas. I.Jaccoud
 Filho, David de Souza. II. Universidade
 Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em
 Agronomia. III. T.

CDD: 633.34



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

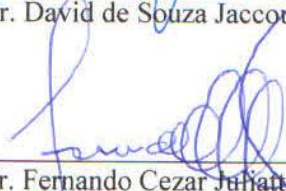
Título da Dissertação: **“Controle alternativo, biológico e químico do mofo-branco na cultura da soja”.**

Nome: Carlos Rafael Wutzki

Orientador: David de Souza Jaccoud Filho

Aprovado pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. David de Souza Jaccoud Filho


Prof. Dr. Fernando Cezar Juliatti


Prof.^a. Dra. Maristella Dalla Pria

Data da Realização: 07 de fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e sua presença constante.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa pela oportunidade.

Ao meu orientador e amigo, professor Dr. David de Souza Jaccoud Filho, pela paciência, auxílio, incentivo e exemplo profissional durante todos esses anos de convivência.

A minha querida esposa Raquel, por todo apoio, incentivo, compreensão e ombro amigo nos momentos difíceis.

Aos meu pais, Arno e Ida, por sempre me incentivarem prosseguir nos estudos.

A minha irmã Daniele, obrigado por toda ajuda e paciência.

A todos do Laboratório de Fitopatologia Aplicada da UEPG, muito obrigado por toda ajuda, companheirismo, dedicação e principalmente pelos ótimos momentos passados juntos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pelo apoio financeiro do edital 064/2008.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos de pós-graduação.

Aos produtores rurais que forneceram as áreas onde foram conduzidos os experimentos.

A Cooperativa COAMO, pelo grande apoio durante a execução dos experimentos.

A toda equipe da Fazenda Mutuca, por todo apoio fornecido.

Ao SIMEPAR pelo fornecimento dos dados meteorológicos.

Aos integrantes da banca examinadora, Prof. Dr. Fernando Cezar Juliatti e Prof^a Dr^a Maristella Dalla Pria, pela disposição e contribuições para este trabalho.

A coordenador do curso de Mestrado, Prof. Dr. Adriel Ferreira da Fonseca, por todo auxílio e atenção.

Ao Prof. Dr. Aguinaldo José do Nascimento, pela disposição e grande auxílio na análise estatística dos dados.

A todos os professores e colegas do mestrado por todo o conhecimento compartilhado.

A Nilcélia Alves de Lara, secretária do Mestrado em Agronomia por todo auxílio e alegria em ajudar.

A todos os funcionários da UEPG, pela amizade, simpatia e prontidão em auxiliar.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para a conclusão deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 - Dados do experimento de controle alternativo conduzido em Arapoti/PR na safra 2011/12. A – Incidência média de *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal -Wallis $p=0.241$); B – Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal -Wallis $p=0.241$); C – Número de escleródios ha^{-1} (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal-Wallis; $p=0.427$); D – Rendimento em Kg ha^{-1} (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal-Wallis; $p=0.371$). A barra de erro representa o desvio padrão..... 25
- Figura 1.2 - Dados do experimento de controle alternativo conduzido em Mauá-da-Serra/PR – safra 2011/12. A - Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$); B - Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa (Kruskal -Wallis $p=0.973$); C - Número de escleródios ha^{-1} (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$); D - Rendimento em Kg ha^{-1} (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$). A barra de erro representa o desvio padrão..... 26
- Figura 1.3 - Dados do experimento de controle alternativo conduzido em Pinhão/Pr – safra 2011/12. A - Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$); B - Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$); C - Número de escleródios ha^{-1} (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$); D - Rendimento em Kg ha^{-1} (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$). A barra de erro representa o desvio padrão..... 28
- Figura 2.1 - Dados do experimento de controle biológico conduzido em Arapoti/Pr na safra 2011/12. A – Incidência média de *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal -Wallis $p=0.692$); B – Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal -Wallis $p=0.670$); C – Número de escleródios ha^{-1} (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal-Wallis; $p=0.239$); D – Rendimento em Kg ha^{-1} (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal-Wallis; $p=0.239$). A barra de erro representa o desvio padrão..... 41
- Figura 2.2 - Dados do experimento conduzido de controle biológico conduzido em Mauá-da-Serra/PR na safra 2011/12. A – Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com biológicos - Mann-Whitney-U; $p=0,000$).; B – Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa entre fungicida e biológicos - Mann-Whitney U, $p=0,100$); C – Número de escleródios ha^{-1} (* diferença estatisticamente significativa com biológicos (Mann-Whitney-U; $p=0,000$); D – Rendimento em Kg ha^{-1} (* Diferença estatisticamente significativa com controle e biológicos Mann-Whitney-U; $p=0,018$ e $p=0,001$, respectivamente). 43
- Figura 2.3 - Dados do experimento de controle biológico conduzido em Pinhão/PR na safra 2011/12. A – Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com controle e biológico - Mann-Whitney-U, $p=0,001$ e $p=0,001$, respectivamente); B – Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com controle e biológico - Mann-Whitney-U, $p=0,029$ e $p=0,001$ respectivamente); C – Número de escleródios ha^{-1} (* - Diferença estatisticamente significativa com controle e biológicos - Mann-Whitney-U, $p=0,009$ e $p=0,001$ respectivamente); D – Rendimento em Kg ha^{-1} (* diferença estatisticamente significativa com controle e biológicos - Mann-Whitney-U, $p 0,018$ e $0,001$ respectivamente)..... 44

- Figura 3.1 - Dados do experimento de controle químico conduzido em Arapoti/PR na safra 2011/12. A - Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); B - Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa); C – Escleródios ha⁻¹ (* Diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); D - Rendimento em Kg ha⁻¹ (* Diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle). A barra de erros representa o desvio padrão..... 54
- Figura 3.2 - Dados do experimento de controle químico conduzido em Mauá-da-Serra, safra 2011/12. A - Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); B - Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa); C – Escleródios ha⁻¹ (* Diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); D - Rendimento em Kg ha⁻¹ (NS: sem diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos). A barra de erros representa o desvio padrão..... 56
- Figura 3.3 - Dados de experimento de controle químico conduzido em Pinhão/PR, safra 2011/12. A - Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); B - Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa); C – Escleródios ha⁻¹ (* Diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); D - Rendimento em Kg ha⁻¹ (NS: sem diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos). A barra de erros representa o desvio padrão..... 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 -	Tratamentos, estádios fenológicos das aplicações e doses utilizadas nos experimentos de controle alternativo conduzidos em Arapoti, Mauá-da-Serra e Pinhão. Safra 2011/12.....	23
Tabela 2.1 -	Tratamentos, estádios fenológicos na aplicação e doses utilizadas nos experimentos de controle biológico conduzidos em Arapoti, Mauá-da-Serra e Pinhão. Safra 2011/12.....	39
Tabela 3.1 -	Tratamentos, estádios fenológicos de aplicação e doses utilizadas nos experimentos de controle químico conduzidos em Arapoti, Mauá-da-Serra e Pinhão. Safra 2011/12.....	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2	REVISÃO GERAL.....	12
2.1	A CULTURA DA SOJA.....	13
2.2	MOFO BRANCO NA SOJA.....	13
2.2.1	Histórico	13
2.2.2	Epidemiologia.....	14
2.2.3	Ciclo da doença.....	15
3	CAPITULO I - Substâncias alternativas no controle de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> na cultura da Soja.....	17
3.1	INTRODUÇÃO	19
3.2	OBJETIVO.....	21
3.3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
3.4.1	Arapoti	24
3.4.2	Mauá-da-Serra	26
3.4.3	Pinhão	27
3.5	CONCLUSÕES	30
4	CAPÍTULO II – Controle biológico de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> na cultura da soja.....	31
4.1	INTRODUÇÃO	33
4.1.1	<i>Coniothirium minitans</i>	34
4.1.2	<i>Trichoderma</i> spp.	35
4.1.3	<i>Bacillus subtilis</i>	37
4.2	OBJETIVOS	38
4.3	MATERIAL E MÉTODOS	38
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.4.1	Arapoti	40
4.4.2	Mauá-da-Serra	42
4.4.3	Pinhão	43
4.5	CONCLUSÕES	46
5	CAPITULO III - Controle químico de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> na cultura da soja.....	47
5.1	INTRODUÇÃO	49
5.2	OBJETIVO.....	50

5.3	MATERIAL E MÉTODOS	51
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
5.4.1	Arapoti	53
5.4.2	Mauá-da-Serra	55
5.4.3	Pinhão	57
5.5	CONCLUSÕES	60
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
	APÊNDICES.....	68
	ANEXOS.....	73

RESUMO

O mofo branco da soja, causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, vem causando grandes danos na cultura da soja no Brasil. Trata-se de um fungo polífago de difícil controle, pois produz estruturas de resistência denominadas escleródios, que podem permanecer viáveis no solo por vários anos. Visando seu controle, várias estratégias de manejo devem ser utilizadas, como o controle com substâncias alternativas, agentes de controle biológico e fungicidas. Diante disso, foram conduzidos nove experimentos em áreas naturalmente infestadas pelo mofo branco na safra 2011/12 nos municípios de Arapoti/PR, Mauá-da-Serra/PR e Pinhão/PR, sendo um experimento de controle alternativo, um de controle biológico e um de controle químico conduzidos em cada local. As variáveis analisadas foram incidência, severidade, rendimento e o número de escleródios produzidos. O objetivo dos experimentos de controle alternativo foi avaliar diferentes substâncias alternativas pulverizadas via foliar, isoladamente ou em combinação com o fungicida fluazinam para o controle do mofo branco em soja. Nos experimentos de controle alternativo as substâncias utilizadas foram: dicloroisocianurato de sódio, cloreto de benzalcônio, extrato pirolenhoso, hipoclorito de sódio, cobalto + molibdênio, sacarose, bicarbonato de sódio e acibenzolar-S-metil. Concluiu-se que as substâncias alternativas aplicadas em associação com o fungicida fluazinam proporcionaram menor severidade do mofo branco na cultura da soja no experimento conduzido em Pinhão – PR e a aplicação do fungicida fluazinam isolado ou em associação com as substâncias alternativas foi eficiente no controle do mofo branco na cultura da soja nos locais com alta incidência da doença. O objetivo dos experimentos de controle biológico foi avaliar diferentes agentes de controle biológico pulverizados via foliar em comparação ao tratamento controle e ao fungicida fluazinam para o controle do mofo branco em soja. Os agentes de controle biológico utilizados foram: *Thichoderma harzianum* SC; *Thichoderma asperellum* EC; *Thichoderma asperellum* WG; *Bacillus subtilis* e *Coniothyrium minitans*. Conclui-se que os agentes de controle biológico não foram eficazes no controle do mofo branco da soja nas condições em que foram testados e que o fungicida fluazinam proporcionou menor incidência e severidade do doença quando aplicado em áreas com elevado potencial de inóculo. E finalmente, o objetivo dos experimentos de controle químico foi verificar a eficiência de controle do mofo branco na soja com o uso de diferentes fungicidas aplicados isoladamente, em rotação, em diferentes estádios fenológicos e em mistura de dois princípios ativos. Os fungicidas utilizados foram carbendazim, tiofanato metílico, fluazinam e procimidona. Concluiu-se que os fungicidas testados proporcionaram menores níveis de incidência e menor produção de escleródios, principalmente as combinações que possuíam duas ou mais aplicações do princípio ativo fluazinam.

Palavras-chave: Mofo branco, *Glycine max*, controle biológico, substâncias alternativas, fungicidas.

ABSTRACT

The white mold of soybean, caused by *Sclerotinia sclerotiorum*, is causing great damage to the soybean crop in Brazil. It is a polyphagous fungus hard to control because it produces resistance structures called sclerotia, which can remain viable in the soil for several years. Aiming its control, various management strategies should be used as the control with alternative substances, biological control agents and fungicides. Thus, nine experiments were conducted in naturally infested areas by white mold in 2011/12 season in the counties of Arapoti/PR, Mauá-da-Serra/PR and Pinhão/PR, with an experiment of alternated control, a biological control and one of chemical control conducted at each site. The variables analyzed were incidence, severity, yield and numbers of sclerotia produced. The objective of the experiments of alternative control was to assess different alternative substances, foliar sprayed, isolated or combined with the fungicide fluazinam, for control of white mold in soybean. The alternative substances applied were sodium dichloroisocyanurate, benzalkonium chloride, pyrolysis extract, sodium hypochlorite, cobalt + molybdenum, sucrose, sodium bicarbonate and acibenzolar-S-methyl. As conclusions, it was observed that alternative substances applied in combination with the fungicide fluazinam provided lower severity of white mold in soybeans on the experiment conducted in Pinhão – PR, and fungicide fluazinam applied alone or in combination with alternative substances was effective in control of white mold in soybeans in locations with high incidence of the disease. The objective of the experiments of biological control was to evaluate different biological control agents sprayed foliar compared to the untreated control and the fungicide Fluazinam for control of white mold in soybean. The biological control agents used were: *Thichoderma harzianum* SC; *Thichoderma asperellum* EC; *Thichoderma asperellum* WG; *Coniothyrium minitans* and *Bacillus subtilis*. As conclusion, the biological control agents were not effective in controlling white mold of soybean in the conditions that were tested, and the fungicide fluazinam demonstrated lower incidence and severity of disease and higher yield of soybean when applied in areas with high potential inoculum. Finally, the objective of the experiments of chemical control was to verify the efficiency of the control of white mold in soybeans with the use of fungicides applied alone, in rotation, at different growth stages and in a mixture of two active ingredients. The fungicides used were carbendazim, thiophanate methyl, procymidone and fluazinam. As conclusion, the use of fungicides were effective in controlling the incidence and production of sclerotia of *S. sclerotiorum* in soybean, especially the combinations that had two or more applications of the active ingredient Fluazinam.

Keywords: White mold, Glycine max, biological control, alternative substances, fungicides

1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é considerada uma das fabáceas mais importantes do mundo e é utilizada como fonte de proteína para consumo animal e humano, sendo também matéria prima para a extração de óleo para alimentação, produção de biodiesel e pode originar inúmeros produtos processados e semiprocessados. Devido a estas características nutritivas e industriais e a grande adaptação da cultura em diferentes climas e solos, a soja é uma das principais plantas cultivadas mundialmente sendo o Brasil o segundo maior produtor, com produtividade média de 2.957 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2013). Dentre os vários fatores que podem ser limitantes na produtividade da cultura, destaca-se a presença de doenças, que podem causar danos econômicos significativos, sendo o mofo branco, no momento, uma das mais importantes, incitado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Este fungo habita solos e pode infectar mais de 400 espécies de plantas (BOLAND; HALL, 1994), podendo ser responsável por severos danos quando as condições climáticas forem favoráveis ao seu desenvolvimento. Nestas condições, as lavouras de soja podem apresentar redução no rendimento de até 70%, conforme relatadas por Jaccoud Filho et. al. (2010b) na safra 2008/2009 no estado do Paraná.

Visando minimizar os danos do mofo branco na cultura soja, um conjunto de medidas devem ser adotadas, como o uso de sementes sem a presença do fungo, tratamento de sementes, época, densidade e espaçamento de semeadura, cobertura do solo, rotação de culturas, uso de agentes de controle biológico, sanitizantes e fungicidas (ALMEIDA et al., 2005; GÖRGEN et al., 2009; SILVA et al., 2010; HENNEBERG et al., 2012; ZENG et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes produtos alternativos, agentes de controle biológico e fungicidas em três locais visando o controle do mofo branco na cultura da soja.

2 REVISÃO GERAL

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja chegou ao Brasil via Estados Unidos, em 1882, através de Gustavo Dutra, então professor da Escola de Agronomia da Bahia, sendo que o primeiro registro de cultivo de soja no Brasil data de 1914 no município de Santa Rosa, RS. Porém foi somente a partir dos anos 40 que ela adquiriu alguma importância econômica e dez anos após, o Brasil figurou pela primeira vez como produtor de soja nas estatísticas internacionais (EMBRAPA SOJA, 2004). Somente a partir da década de 60 que a soja firmou-se como cultura de importância econômica para o país na região sul, e nas décadas de 80 e 90 na região central (EMBRAPA SOJA, 2004). Atualmente o Estado do Mato Grosso é o maior produtor do grão, seguido pelo Paraná, com produção de 23,9 e 15,5 milhões de toneladas na última safra (12/13), respectivamente (CONAB, 2013).

A planta da soja pertencente à classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboideae, gênero e espécie, *Glycine max* (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009). Apresenta grande diversidade genética e morfológica, possibilitando o melhoramento genético para obtenção de inúmeras variedades, adaptadas a diversas condições edafoclimáticas de cultivo.

Devido a ampla capacidade de adaptação em vários ambientes, a cultura da soja está sujeita a redução do rendimento por várias doenças. Dentre estas, se destaca o mofo branco, causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, que vem expandindo para novas áreas e aumentando seu potencial de dano nas diferentes regiões produtoras do Brasil.

2.2 MOFO BRANCO NA SOJA

2.2.1 Histórico

No Brasil, o primeiro relato da doença data do ano de 1921 no estado de São Paulo na cultura da batata (CHAVES, 1961). A partir de então, relatou-se a ocorrência da doença em outras hortaliças até 1975, quando foi detectada a primeira ocorrência na cultura da soja no centro-sul paranaense por Martin Homechin (FERREIRA; LEHMAN; ALMEIDA, 1979). Na safra de 1982/1983 a doença ocorreu no estado de

Minas Gerais; e dois anos após, foi relatada no Distrito Federal (NASSER; SPEHAR, 2001). Atualmente é uma doença conhecida em todas as regiões produtoras do país.

2.2.2 Epidemiologia

A doença conhecida como mofo branco, podridão da haste de esclerotinia, podridão branca da haste ou esclerociniose, é causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, pertencente ao Filo *Ascomycotina*, Classe *Discomycetes*, Ordem *Helotiales* e família *Sclerotiniaceae* (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996; GRAU; HARTMAN, 1999; MASSOLA JÚNIOR; KRUGNER, 2011).

Sclerotinia sclerotiorum é um fungo polífago, tendo como hospedeiros plantas de 75 famílias, 278 gêneros e 408 espécies, como soja, girassol, canola, ervilha, feijão, alfafa, fumo, tomate e batata (BOLAND; HALL, 1994). Segundo o site www.nt.ars-grin.gov/fungalatabases/index.cfm, atualmente encontram-se 652 plantas hospedeiras de *S. sclerotiorum* no mundo. Dentro desta lista, estão plantas daninhas que também se apresentam como hospedeiras da doença, sendo estas problemáticas devido à multiplicação do patógeno e consequente aumento do inóculo no solo, tanto em conjunto com a cultura ou períodos de pousio da áreas (JULIATTI; JULIATTI, 2010).

O fungo pode infestar áreas isentas e disseminar-se através de várias formas. Ele se propaga em uma área infectada ou infecta novas áreas devido a presença de solo e/ou material vegetal contaminado com escleródios aderidos em equipamentos (tratores, colheitadeiras, semeadoras, etc), animais e pessoas. Pode ser propagado pelo vento, através dos ascósporos liberados pela formação do apotécio (ABAWI; GROGAN, 1979). Porém, o maior potencial de disseminação à longas distâncias ocorre através da contaminação das sementes com micélio dormente ou mesmo a presença de escleródios (ADAMS; AYERS, 1979).

O fungo produz estruturas de resistência denominados escleródios, que são massas de hifas de consistência firme, exteriormente de cor escura, devido ao acúmulo de melanina, que protege o micélio dormente no seu interior (TOWNSEND; WILLETTS, 1954). A melanina apresenta grande resistência as intempéries meteorológicas e proteção contra agentes microbianos presentes no solo, o que mantém os escleródios viáveis no solo por períodos de 5 (COLEY-SMITH; COOKE,

1971) a 10 anos (FERREIRA et al., 1979). Um grande número de escleródios se formam tanto no interior das plantas (vasos condutores do xilema), quanto externamente, aderidos ao caule e ramos, com tamanho que pode chegar a alguns centímetros (ADAMS; AYERS, 1979; PURDY, 1979; WILLETTS; WONG, 1980).

Após um período de maturação, com exposição a temperaturas amenas e alta umidade no solo os escleródios podem germinar de forma miceliogênica ou carpogênica (ABAWI; GROGAN, 1975). A germinação miceliogênica ocorre sobre a superfície do solo, a partir do crescimento de hifas oriundas do escleródio, que podem causar damping off em plântulas ou podridões no caule de plantas adultas. Normalmente, alta umidade no solo e temperaturas entre 18°C e 25°C são adequadas para o desenvolvimento do micélio (AGRIOS, 2005; COLEY-SMITH; COOKE, 1971; MORRAL, 1977).

Sob condições de umidade relativa do ar acima de 80% e temperaturas entre 15 a 18°C, pode ocorrer a germinação carpogênica dos escleródios (ABAWI; GROGAN, 1975; HENDERSON, 1962; PHILLIPS, 1986). O desenvolvimento do micélio dormente no interior do escleródio rompe a camada externa e forma estipes, que se diferenciam em estruturas em forma de taça denominadas apotécios. Cada escleródio pode originar até 20 apotécios, que podem liberar mais de dois milhões de ascósporos num período de até 10 dias (STEADMAN, 1983). Os ascósporos ejetados podem infectar ramos, hastes, flores e vagens em plantas distantes em até 50 metros do apotécio, mostrando assim o alto poder destrutivo da doença (STEADMAN, 1983). Apenas os escleródios presentes até 2 a 3 cm de profundidade no solo são viáveis para a produção de apotécios (ABAWI; GROGAN, 1979).

2.2.3 Ciclo da doença

A infecção por *S. sclerotiorum* normalmente ocorre no florescimento da cultura, porque os ascósporos necessitam de uma fonte de energia para sua germinação e infecção de plantas saudáveis (ABAWI; GROGAN, 1979; NAPOLEÃO et al., 2005). As flores senescentes ou mortas são uma fonte de nutrientes e matéria orgânica que formam o substrato possibilitando a germinação do ascósporo e a penetração no hospedeiro (PURDY, 1979). A penetração ocorre por pressão mecânica via apressório, e/ou secreção de enzimas e ácido oxálico (WILLETTS; WONG, 1980). O

ácido oxálico altera o funcionamento das células guarda dos estômatos, facilitando a penetração das hifas, além de alterar o pH do meio, ajudando na ação de enzimas degradantes da parede celular das células da planta (ABAWI; POLACH; MOLIN, 1975; LUMSDEN, 1969; MAXWELL; LUMSDEN, 1970).

Devido ao extravasamento do líquido celular após a degradação da parede celular e lamela média, os primeiros sintomas da infecção de *S. sclerotiorum* são lesões encharcadas, seguidas por amplo desenvolvimento das hifas, formando um micélio branco cotonoso sobre as lesões (BOLAND; HALL, 1988; LUMSDEN, 1969; PURDY, 1979). As hifas podem colonizar todas as partes da planta, como folhas, hastes, vagens, caule e tecidos vasculares. Após a colonização do hospedeiro pelas hifas do fungo, ocorre a formação dos escleródios, que, ficam no solo como fonte de inóculo para novos ciclos da doença (ABAWI; POLACH; MOLIN, 1975; BOLAND; HALL, 1988; SCHWARTZ; STEADMAN, 1978).

3 CAPÍTULO I - Substâncias alternativas no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da Soja

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar diferentes substâncias alternativas pulverizadas via foliar, isoladamente ou em combinação com o fungicida fluazinam para o controle do mofo branco em soja, em três locais: Arapoti/PR, Mauá-da-Serra/PR e Pinhão/PR, Brasil. As substâncias utilizadas foram: dicloroisocianurato de sódio, cloreto de benzalcônio, extrato pirolenhoso, hipoclorito de sódio, cobalto + molibdenio, sacarose, bicarbonato de sódio e acibenzolar-S-metil. As variáveis analisadas foram incidência, severidade, rendimento e o número de escleródios produzidos. A análise de todos os tratamentos individualmente não revelou efeitos significativos, onde optou-se por separar a análise em grupos de tratamentos, onde a testemunha foi denominada "controle"; os tratamentos com as substâncias alternativas como "alternativos", o tratamento com o fungicida isolado como "fungicida" e os tratamentos com fungicida e o produtos alternativos foi denominado "alternativos + fungicidas". Em Arapoti, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para todas as variáveis analisadas. Em Mauá-da-Serra, os grupos fungicida e alternativos + fungicida, apresentaram a menor incidência e número de escleródios, com maior rendimento quando comparados aos grupos controle e alternativos. Não foram observadas diferenças na severidade. Em Pinhão, os grupos fungicidas e alternativos + fungicida foram estatisticamente superiores para incidência, número de escleródios produzidos e rendimento, quando comparados aos grupos controle e alternativos. O grupo alternativo + fungicida apresentou severidade significativamente menor quando comparado aos grupos controle, alternativos e fungicida no experimento conduzido em Pinhão. Como conclusões, observou-se que as substâncias alternativas aplicadas em associação com o fungicida fluazinam proporcionaram menor severidade do mofo branco na cultura da soja no experimento conduzido em Pinhão – PR e a aplicação do fungicida fluazinam isolado ou em associação com as substâncias alternativas foi eficiente no controle do mofo branco na cultura da soja nos locais com alta incidência da doença.

Palavras-chave: Mofo Branco, *Glycine max*. Produtos domissanitários. Cloro. Indutor de resistência.

Chapter I – Alternative substances in the control of *Sclerotinia sclerotiorum* in Soybean

ABSTRACT

The objective of this study was to assess different alternative substances, foliar sprayed, isolated or combined with the fungicide fluazinam, for control of white mold in soybean in three locations - Arapoti/PR, Mauá-da-Serra/PR and Pinhão/PR, Brazil. The substances applied were sodium dichloroisocyanurate, benzalkonium chloride, pyrolysis extract, sodium hypochlorite, cobalt + molybdenum, sucrose, sodium bicarbonate and acibenzolar-S-methyl. The variables analyzed were incidence, severity, yield and numbers of sclerotia produced. As analysis of all individual treatments revealed no significant effects, it was used the analysis in treatment groups: treatments with alternative substances were called "alternatives", treatment with an isolated fungicide denominated "fungicide", treatments with alternative substances and fungicide were denominated "alternatives + fungicide" and then the "control". In Arapoti, no statistically differences in all variables analyzed were observed. In Mauá-da-Serra, the groups "fungicide" and "alternatives + fungicide" provided lower values of incidence and number of sclerotia with higher yield when compared to "control" and "alternatives". No statistical differences were observed to severity. In Pinhão, groups "fungicide" and "alternatives + fungicide" were statistically superior for incidence, number of sclerotia produced and yield, when compared with "control" and "alternatives". The "alternatives + fungicide" group showed lower severity when compared with the groups "control", "alternatives" and "alternatives + fungicide" in the experiment conducted in Pinhão. As conclusions, it was observed that alternative substances applied in combination with the fungicide fluazinam provided lower severity of white mold in soybeans on the experiment conducted in Pinhão – PR, and fungicide fluazinam applied alone or in combination with alternative substances was effective in control of white mold in soybeans in locations with high incidence of the disease.

Keywords: White mold. *Glycine max*. Disinfectants. Chlorine. Resistance Inducer.

3.1 INTRODUÇÃO

Visando minimizar o impacto ambiental de produtos químicos na agricultura, faz-se necessário pesquisas sobre a eficiência de produtos com baixa toxicidade e menor impacto ambiental, como é o caso das substâncias alternativas utilizadas neste trabalho.

Os principais produtos avaliados em relação a sua eficácia no controle do mofo branco na cultura da soja foram selecionados tendo-se por base seus efeitos benéficos no metabolismo das plantas, indução de mecanismos de resistência e/ou toxicidade a outros microrganismos.

O cobalto é um componente da vitamina B12 que é essencial no processo de fixação biológica do nitrogênio e o molibdênio influencia o processo de metabolismo do nitrogênio, participando no crescimento e desenvolvimento das plantas (LOPES; LEONEL JÚNIOR, 2000).

A sacarose desempenha um importante papel no metabolismo das plantas com o produto final importante da fotossíntese, sendo a principal forma de translocação do carbono e uma das formas prioritárias de armazenamento de sacarídeos juntamente com o amido (SINDELAROVA; SINDELAR; BURKETOVÁ, 1999).

O bicarbonato de sódio (NaHCO_3) é comumente utilizado na indústria alimentícia como um aditivo para ajuste do pH, sabor, textura e controle da deterioração, sendo seu uso permitido pela legislação norte-americana e européia sem grandes restrições (SPADARO; GARIBALDI; GULLINO, 2004). Devido a isso é apontado como uma substância com baixos impactos na saúde humano e ambiental, listado com um produto aprovado para uso em cultivos orgânicos (MAZZINI, 2002). A imersão de frutos cítricos em uma solução de bicarbonato de sódio apresentou controle sobre *Penicillium digitatum* (FRANCO; BETTIOL, 2002; SMILANICK et al., 1999). A aplicação foliar de bicarbonato de sódio diminuiu significativamente a severidade de oídio (*Leveillula taurica*) e a desfolha na cultura da pimenta (*Capsicum annum*) (FALLIK et al., 1997). O uso de produtos à base de bicarbonatos para controle de microrganismos é uma alternativa simples e barata pois o produto é facilmente encontrado para aquisição e seu manuseio não requer muita experiência (AHARONI et al., 1997; DE COSTA; GUNAWARDHANA, 2012).

Existem três formas de apresentação dos compostos formados por cloro, sendo elas: o gás de cloro, os hipocloritos e os agentes de liberação de cloro (por exemplo dicloroisocianurato de sódio) (KNIGHT; COOKE, 2002). O dicloroisocianurato de sódio e o hipoclorito de sódio são utilizados para desinfecção de água para indústrias, piscinas e para consumo humano, pois possuem ação bactericida e esporicida (DE QUEIROZ, 2004).

Hipocloritos são compostos oxidantes que podem afetar a parede celular de bactérias (MAILLARD, 2002). O hipoclorito de sódio é largamente utilizado como alvejante para roupas, casa e para desinfestação geral, sendo um produto de baixo custo, facilmente encontrado para compra e utilização e manuseio seguro. Em um trabalho visando a higienização externa de côco verde, Walter; Nascimento e Kuaye (2009) concluíram que o hipoclorito de sódio apresentou resultados considerados satisfatórios em reduzir a presença de microrganismos na casca dos côcos. Visando desinfestar plásticos e superfícies metálicas comuns em viveiros, James et al., (2012) observaram que o hipoclorito de sódio foi eficiente em evitar o crescimento e a germinação dos esporângios de *Phytophthora ramorum*, que é o agente causal do morte súbita do carvalho.

O dicloroisocianurato de sódio é uma forma de cloro orgânico com uma solução de pH de cerca de 7. É comercializado na forma de pastilhas a serem diluídas em água e é utilizado para descontaminação de superfícies e utensílios médicos. Também pode ser utilizado para descontaminação de plantas, como demonstrado por Parkinson; Prendergast e Sayegh (1996), onde a utilização de dicloroisocianurato de sódio não apresentou fitotoxicidade as plantas e é um excelente esterilizante para desinfecção de culturas *in vitro*, utilizado rotineiramente em mais de 50 espécies de plantas. Niedz e Bausher (2002) observaram que o dicloroisocianurato de sódio foi eficiente em diminuir a contaminação fúngica e bacteriana em brotos de mudas cítricas originadas de casa de vegetação e campo.

O cloreto de benzalcônio é um desinfetante muito utilizado contra microrganismos patogênicos em alimentos e ambientes hospitalares (SUNDHEIM et al., 1998). Sua ação microbiana se dá através da dissociação da membrana celular, aumentando sua permeabilidade e causando vazamento de líquidos celulares, culminando com a perda da integridade da célula (DENYER, 1995). Singh et al., (2008), observaram que a aplicação de glutaraldeído e cloreto de benzalcônio

diminuíram a incidência de bactérias, fungos e leveduras na pós-colheita de cana-de-açúcar, aumentando assim a quantidade de sacarose disponível para o processamento de álcool ou açúcar. Em estudo visando o controle de *Fusarium* na bananeira, Nel et al., (2007) observaram que o cloreto de benzalcônio foi mais eficaz que os desinfetantes à base de cloro que são os mais utilizados atualmente.

O extrato pirolenhoso é obtido através da condensação da fumaça liberada pela queima de madeira em fornos de carvoarias. Pode ser chamado também de vinagre de madeira, ácido pirolenhoso, óleo de pirólise, líquido de madeira, fumaça líquida, bio-óleo bruto e destilado de madeira (LOO; JAIN; DARAH, 2008). É composto por muitas substâncias como água, carboxaldeídos, ácido acético, ácido fórmico e outros ácidos carboxílicos (MELLO, LOURENÇO; AMORIM, 2005). Wei; Ma e Dong (2010) encontraram mais de 50 compostos presentes no extrato pirolenhoso oriundo da queima de lascas de noqueira, sendo que ácidos orgânicos e fenóis constituíram 63,4% dos compostos presentes. Os autores verificaram alta ação antimicrobiana do extrato coletado em temperaturas de queima de 230 a 370°C. Jung (2007) observou total inibição do crescimento de *Alternaria mali* com o uso de uma diluição de 1:32 de extrato pirolenhoso em meio de cultura. O autor concluiu que é uma opção viável ao controle químico com fungicidas, porém, com menor toxicidade e contaminação ambiental. Lee et al., (2010) observaram controle efetivo de *Penicillium* spp., *Pycnoporous sanguineus* e *Coptotermes curvignathus* inoculados em blocos de seringueira previamente tratados por 24 horas em uma solução de extrato pirolenhoso.

3.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi verificar a eficácia de diferentes substâncias alternativas aplicadas isoladas ou em associação com o fungicida fluazinam no manejo e controle do mofo branco na cultura da soja em condições de campo.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos em áreas naturalmente infestadas pelo mofo branco na safra 2011/12 nos municípios de Arapoti-PR, Mauá-da-Serra/PR e Pinhão/PR.

Anteriormente à instalação dos ensaios, foi realizada a coleta de solo para quantificar o número de escleródios em quatro pontos de $0,25\text{ m}^{-2}$ com 5 cm de profundidade, conforme metodologia proposta por Jaccoud Filho et al. (2010b), foram encontrados em Arapoti 55 escleródios m^{-2} , Mauá-da-Serra 452 escleródios m^{-2} e Pinhão com 149 escleródios m^{-2} . Em Arapoti a variedade de soja utilizada foi BMX Turbo RR semeada dia 27/11/11 com 16 sementes m^{-1} . Em Mauá-da-Serra a variedade utilizada foi a NA5909 RR, semeada dia 30/10/2011 com 14 sementes m^{-1} e em Pinhão, a variedade utilizada foi BMX Apolo RR, semeada dia 10/11/2011 com 12 sementes m^{-1} . Nos três locais o espaçamento utilizado foi de 45 cm entre linhas. A adubação, controle de plantas daninhas, insetos e outras doenças foram realizados conforme recomendação da assistência técnica de cada produtor não tendo sido utilizado fungicidas registrados para *S. sclerotiorum* nas aplicações de manutenção da cultura.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos aleatorizados com 18 tratamentos e quatro repetições (Tabela 1.1). As parcelas possuíam 3,0 m de largura com 5,0 m de comprimento, com uma área total de $15,0\text{ m}^2$. As aplicações foram realizadas com equipamento pulverizador costal pressurizado a CO_2 sendo utilizada uma pressão de 3 bar, e barra de pulverização com 6 pontas (3,0 m de comprimento), utilizando pontas de pulverização tipo leque modelo XR 110:02 e um volume de calda de 200 l ha^{-1} . Os dados das aplicações estão descritos nos apêndices A, B e C.

As avaliações de incidência e severidade de plantas infectadas por *S. sclerotiorum* foram realizadas em 100 plantas nas duas linhas centrais de cada parcela, quando a soja encontrava-se no estágio fenológico R5.5 (Vagens com 75 a 100% de granação). Para a avaliação de severidade foi utilizada a escala diagramática, proposta por Juliatti e Juliatti (2010).

Anteriormente a colheita, foram demarcadas 8 plantas infectadas nas linhas centrais de cada parcela, sendo essas posteriormente coletadas para quantificação do número de escleródios produzidos. A partir desses dados e com a incidência da

doença nas parcelas, pôde-se estimar a produção em número de escleródios ha⁻¹ em cada tratamento.

Tabela 1.1 – Tratamentos, estádios fenológicos das aplicações e doses utilizadas nos experimentos de controle alternativo do mofo branco na cultura da soja conduzidos em Arapoti, Mauá-da-Serra e Pinhão/PR. Safra 2011/12.

Tratamentos	Aplicações				Dose ha ⁻¹
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	
1 Controle	-	-	-	-	-
2 cobalto (1%) + molibdênio (5%)	V4 ²	V9 ³	R1 ⁴	10 DAA ⁵	0,3 L p.c
3 sacarose (98%)	V4	V9	R1	10 DAA	2 Kg p.c
4 bicarbonato de sódio	V4	V9	R1	10 DAA	2 Kg p.c
5 dicloroisocianurato de sódio (70%)	V4	V9	R1	10 DAA	66 g p.c
6 cloreto de benzalcônio (12,5%)	V4	V9	R1	10 DAA	1 L p.c
7 extrato pirolenhoso	V4	V9	R1	10 DAA	1 L p.c
8 hipoclorito de sódio (2,5%)	V4	V9	R1	10 DAA	2 L p.c
9 acibenzolar-s-metil (50%)	V4	V9	R1	10 DAA	25 g p.c
10 fluazinam	-	-	R1	10 DAA	0,5 Kg g.i.a
11 cobalto (1%) + molibdênio (5%)	V4	V9	-	-	0,3 L p.c
fluazinam	-	-	R1	10 DAA	0,5 Kg g.i.a
12 sacarose (98%)	V4	V9	-	-	2 Kg p.c
fluazinam	-	-	R1	10 DAA	0,5 Kg g.i.a
13 bicarbonato de sódio	V4	V9	-	-	2 Kg p.c
fluazinam	-	-	R1	10 DAA	0,5 Kg g.i.a
14 dicloroisocianurato de sódio (70%)	V4	V9	-	-	66 g p.c
fluazinam	-	-	R1	10 DAA	0,5 Kg g.i.a
15 cloreto de benzalcônio (12,5%)	V4	V9	-	-	1 L p.c
fluazinam	-	-	R1	10 DAA	0,5 Kg g.i.a
16 extrato pirolenhoso	V4	V9	-	-	1 L p.c
fluazinam	-	-	R1	10 DAA	0,5 Kg g.i.a
17 hipoclorito de sódio (2,5%)	V4	V9	-	-	2 L p.c
fluazinam	-	-	R1	10 DAA	0,5 Kg g.i.a
18 acibenzolar-s-metil (50%)	V4	V9	-	-	25 g p.c
fluazinam	-	-	R1	10 DAA	0,5 Kg g.i.a

:- não-aplicável; ¹ha: hectare ²V4: 4 trifólios abertos; ³V9: 9 trifólios abertos; ⁴R1: primeira flor aberta; ⁵10 DAA: 10 dias após R1.

Para a avaliação do rendimento foram colhidos quatro metros de comprimento das 4 linhas centrais de cada parcela, totalizando 7,2 m² de área útil. A área colhida foi trilhada com uma bateadeira de cereais motorizada e a umidade foi corrigida a 13% v/v. Todos os dados foram submetidos ao teste de normalidade de K-S Kolmogorov-

Smirnov e submetidos aos testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney-U, com o uso do software Statistica 10.0® (Statsoft®).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística demonstrou que a maioria das variáveis não segue a distribuição normal dos dados conforme o teste K-S Kolmogorov-Smirnov, assim sendo o uso de testes não-paramétrico se fez necessário. A análise de todos os tratamentos individualmente não revelou efeitos significativos, onde optou-se por separar a análise em quatro grupos de tratamentos, onde o tratamento 1 ficou como "controle"; os tratamentos de 2 a 9, que englobam todas as substâncias alternativas aplicadas isoladas formaram o grupo "alternativos", o tratamento 10 formado pela aplicação isolado do fungicida foi denominado grupo "fungicida" e os tratamentos de 11 a 18, continham aplicação do fungicida com as substâncias alternativas foi denominado grupo "alternativos + fungicida". Não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos dentro do mesmo grupo.

3.4.1 Arapoti

No experimento conduzido no município de Arapoti, observou-se a menor incidência (12,5 % no controle – Figura 1A) e severidade intermediária (69,1% no controle – Figura 1B) de *S. sclerotiorum*, quando comparado com os experimentos conduzidos em Mauá-da-Serra (65,3% no controle - Figura 2) e Pinhão (84,3% no controle - Figura 3). Provavelmente isto ocorreu devido a baixa pluviosidade observada durante o florescimento da cultura, onde em 20 dias após o surgimento das primeiras flores ocorreram precipitações que totalizaram 20 mm, uma diminuição na umidade relativa do ar, que ficou ao redor de 76% e temperatura média de 20°C (Anexo A). Em média, as cultivares utilizadas nos três locais apresentaram período de florescimento ao redor de 20 dias, período este que foi utilizado na análise dos dados meteorológicos, por ser o período de maior susceptibilidade da soja a infecção por *S. sclerotiorum*. As condições climáticas no período de florescimento da cultura são preponderantes para a ocorrência do mofo branco na soja, já que as flores são utilizadas como fonte de energia para germinação do ascósporo e a necessidade de

água livre sobre as plantas para que ocorra a infecção (ABAWI; GROGAN, 1979; NAPOLEÃO et al., 2005).

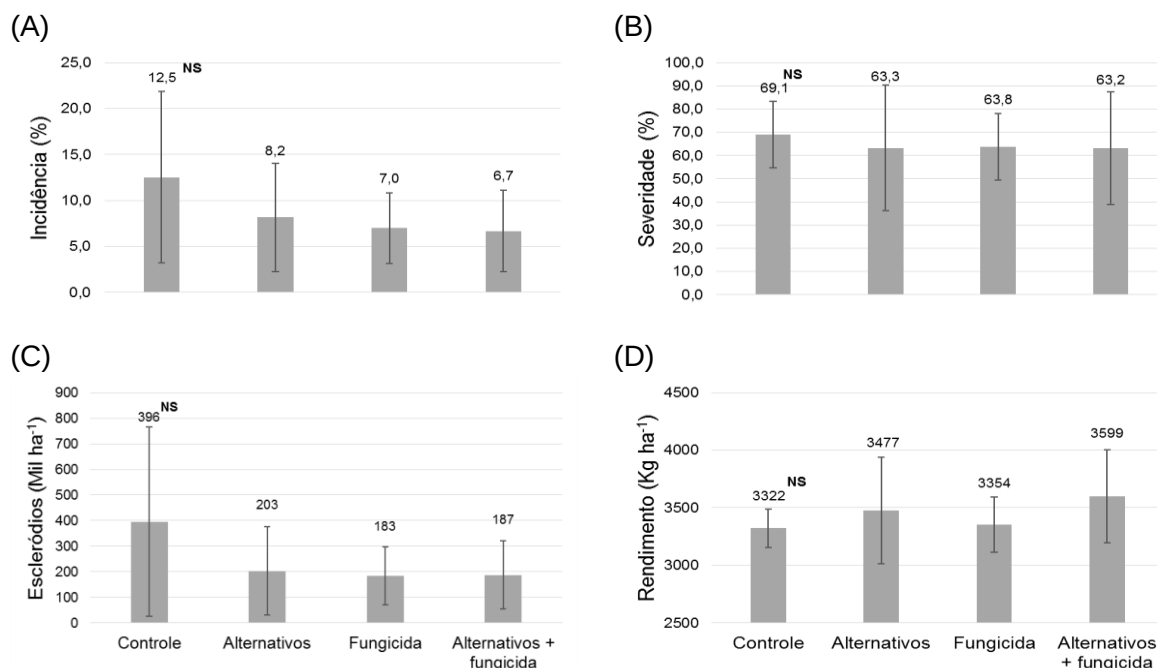


Figura 1.1 – Dados do experimento de controle alternativo conduzido em Arapoti/PR na safra 2011/12. A – Incidência média de *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal -Wallis $p=0.241$); B – Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal -Wallis $p=0.241$); C – Número de escleródios ha⁻¹ (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal-Wallis; $p=0.427$); D – Rendimento em Kg ha⁻¹ (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal-Wallis; $p=0.371$). A barra de erro representa o desvio padrão.

Em Arapoti, não ocorreram diferenças estatísticas significantes em nenhuma das variáveis analisadas (Figura 1.1). Possivelmente isso ocorreu devido à baixa incidência registrada do mofo branco em Arapoti (Figura 1.1A), aliado a distribuição irregular do inóculo do patógeno no solo, gerando grande variação nos dados, conforme pode ser observada pela barra de erros. Devido a isso, mesmo realizando a análise estatística não-paramétrica em conjunto de dados, ainda observou-se limitações quanto a sensibilidade da análise, como observado nos valores de incidência (Figura 1.1A) e produção de escleródios (Figura 1.1C), os grupos alternativos, fungicida e alternativos + fungicida apresentaram uma redução de 34,4; 44 e 53,6% na incidência e, 48,7; 53,7 e 52,7% na produção de escleródios, respectivamente. Apesar de não constatadas diferenças estatísticas, esses valores são expressivos para o manejo desta doença, uma vez que é um patógeno de difícil

controle e que produz estruturas de resistências que ficarão viáveis no solo por vários anos.

3.4.2 Mauá-da-Serra

No experimento conduzido em Mauá-da-Serra, foi observada a maior incidência de *S. sclerotiorum* (27% no controle – Figura 1.2A) e os menores valores de severidade (65,3% no controle, respectivamente – Figura 1.2B), quando comparado a Arapoti (12,5% de incidência e 69,1% de severidade no controle – Figura 1.1) e Pinhão (20,5% de incidência e 84,3% de severidade no controle – Figura 1.3). Isto pode ser explicado pelo elevado nível de contaminação da área (452 escleródios m⁻²) e a elevada precipitação (107 mm), umidade relativa média do ar de 82% e uma temperatura média de 21,6 °C durante os 20 dias após a florescimento (Anexo B).

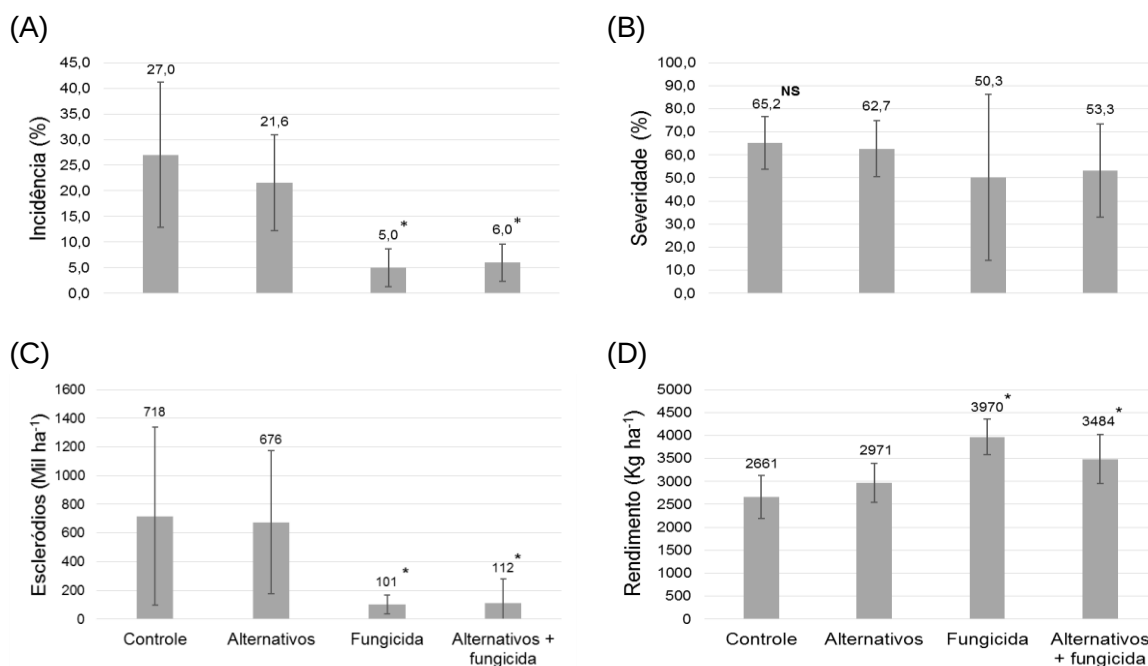


Figura 1.2 – Dados do experimento de controle alternativo conduzido em Mauá-da-Serra/PR – safra 2011/12. A - Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$); B - Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa (Kruskal -Wallis $p=0.973$); C - Número de escleródios ha⁻¹ (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$); D - Rendimento em Kg ha⁻¹ (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$). A barra de erro representa o desvio padrão.

O grupos fungicida e alternativos + fungicida proporcionaram menor incidência do mofo branco (Figura 1.2A), sendo estatisticamente significante quando comparados com os grupos controle e alternativos, apresentando um controle de 81,5 e 77,7%, respectivamente, quando comparados ao grupo controle. Contudo, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de tratamentos para a variável severidade (Figura 1.2B).

Os baixos valores de incidência (Figura 1.2A) observados pelos grupos fungicida e alternativos + fungicida refletiram em uma produção menor de escleródios (Figura 1.2C) e em um maior rendimento da cultura (Figura 1.2D), significativamente diferenciando-se dos grupos controle e alternativos. Esses resultados demonstram que em áreas com histórico de ocorrência e alta contaminação da área, faz-se necessário o uso de fungicida para diminuirmos a produção de inóculo para cultivos posteriores, além do incremento no rendimento da cultura, que cobre os custos com a aquisição e aplicação do fungicida, mantendo rentabilidade para o produtor. Vale ressaltar que o controle do mofo branco na soja deve ser realizado com um somatório de várias estratégias, e nunca baseado exclusivamente na aplicação de fungicidas.

3.4.3 Pinhão

No experimento conduzido em Pinhão (Figura 1.3), a incidência foi intermediária (20,3% no controle – Figura 1.3A) porém com alta severidade (84,3% no controle – Figura 1.3B) quando comparado com Mauá-da-Serra (27% de incidência e 65,3% de severidade no controle – figura 1.2) e Arapoti (12,5% de incidência e 69,1% de severidade no controle – Figura 1.1). A menor incidência pode ser justificada pelo menor potencial de inóculo ($149 \text{ escleródios.m}^{-1}$) quando comparada com Mauá-da-Serra ($452 \text{ escleródios m}^{-1}$), porém, a maior severidade apresentada pode ser explicada pela maior precipitação (132 mm) ocorrido durante os 20 dias do florescimento da cultura, juntamente com umidade relativa média do ar de 80% e temperatura média de $21,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, proporcionaram melhores condições meteorológicas para o desenvolvimento do mofo branco na soja (Anexo C)(AGRIOS, 2005; COLEY-SMITH; COOKE, 1971; MORAL, 1977).

Os dados da figura 1.3A demonstram a eficiência dos grupos fungicida e alternativos + fungicida em reduzir a incidência do mofo branco na soja, sendo

estatisticamente diferentes dos grupos controle e alternativos, com uma redução 78,1 e 82,4%, respectivamente quando comparados ao grupo controle. Quanto a severidade do mofo branco, o grupo alternativos + fungicida mostrou-se estatisticamente superior quando comparado aos grupos controle, alternativos e fungicida, com uma redução de 18,8; 17,4 e 7,2%, respectivamente (Figura 1.3B).

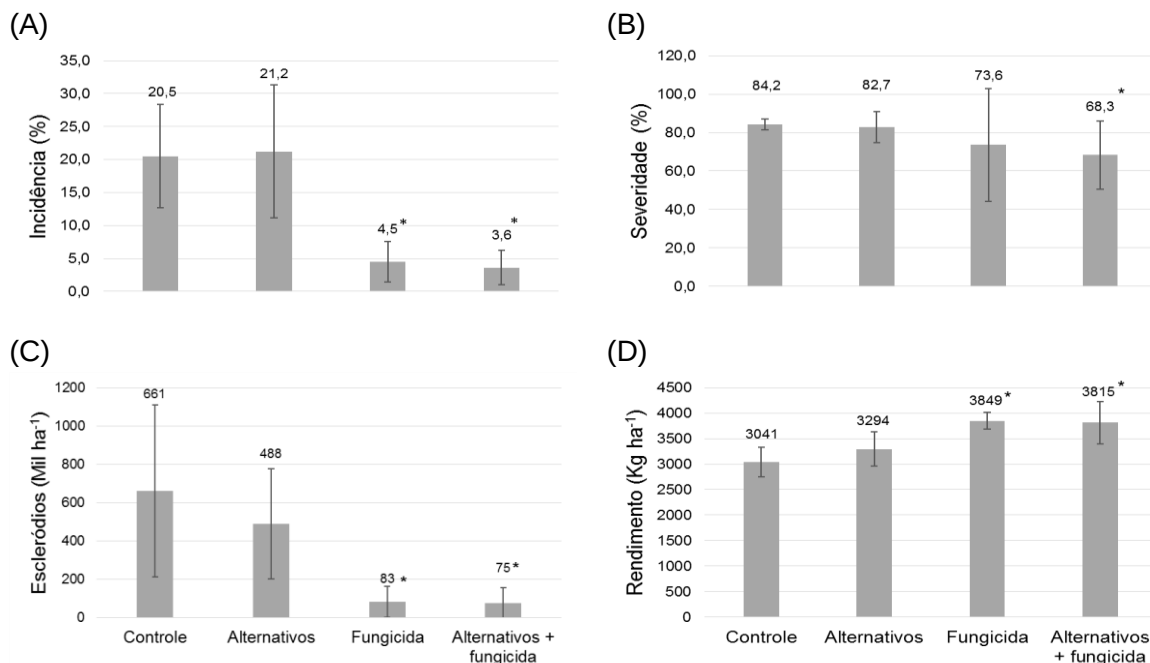


Figura 1.3 – Dados do experimento de controle alternativo conduzido em Pinhão/Pr – safra 2011/12. A - Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$); B - Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$); C - Número de escleródios ha⁻¹ (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$); D - Rendimento em Kg ha⁻¹ (* diferença estatisticamente significativa com controle e alternativos - Mann-Whitney-U, $p < 0.05$). A barra de erro representa o desvio padrão.

Semelhantemente ao observado nos resultados de Mauá-da-Serra, o controle proporcionado pelo uso do fungicida associado ou não aos alternativos em relação a incidência, refletiu em uma redução estatisticamente significativa na produção de escleródios (Figura 1.3C), com uma diminuição de 87,5 e 88,6%, quando comparado ao grupo controle, respectivamente. Esses valores são extremamente importantes quanto ao manejo do mofo branco em áreas infestadas, devido a longa persistência dos escleródios viáveis no solo e a limitação de espécies rentáveis para a rotação de culturas, sendo mais uma estratégia a ser utilizada, já que proporciona incremento de rendimento, como observado na figura 1.3D, onde os grupos fungicida e alternativos + fungicida foram estatisticamente diferentes dos grupos controle e alternativos, com

26,6 e 25,4% a mais de rendimento, quando comparados ao grupo controle, respectivamente.

Esses resultados observados evidenciam a importância do uso do fungicida, associado ou não as substâncias alternativas, em áreas com alto potencial de inóculo para garantir rendimentos satisfatórios e menor produção de escleródios para o cultivos subsequentes. Evidencia-se que o uso das substâncias alternativas proporcionaram uma severidade significativamente menor do grupo alternativos + fungicida quando comparado aos demais grupos em Pinhão, onde possivelmente o uso das substâncias alternativas têm apresentado algum efeito negativo sobre o desenvolvimento do patógeno. Este resultado é muito importante, pois o uso do fungicida isolado proporcionou menores níveis de incidência em Mauá-da-Serra (Figura 1.2A) e Pinhão (Figura 1.3A), porém sem diferenças estatísticas para a variável severidade nesses dois locais.

Existem relatos de sucesso do uso das substâncias alternativas testadas neste trabalho para vários patógenos, como por exemplo, controle de *Penicillium digitatum* em frutos cítricos com o uso de bicarbonato de sódio (SMILANICK et al., 1999); desinfestação de côcos verdes com hipoclorito de sódio (WALTER; NASCIMENTO; KUAYE, 2009); descontaminação de plantas para cultura *in vitro* com dicloroisocianurato de sódio (PARKINSON; PRENDERGAST; SAYEGH, 1996) entre outros.

Os resultados observados no município de Pinhão (Figura 1.3 B), discordam dos obtidos por Sumida (2012), que não verificou diferenças estatísticas entre a aplicação do fungicida isolado ou em mistura com o cloreto de benzalcônio na severidade do mofo branco na soja. Contudo, este mesmo autor não observou diferenças estatísticas significativas na incidência do mofo branco na cultura da soja com o uso do fungicida fluazinam associado ou não ao cloreto de benzalcônio, que foram resultados semelhantes aos observados nos municípios de Arapoti (Figura 1.1 A), Mauá-da-Serra (Figura 1.2A) e Pinhão (Figura 1.3A) para esta variável.

Contudo, existem poucos relatos sobre o uso das substâncias alternativas para o controle do mofo branco na soja, que possam ser usados como referência para a discussão, sendo um campo que ainda carece de muitas pesquisas afim de ser elucidado.

3.5 CONCLUSÕES

As substâncias alternativas aplicadas em associação com o fungicida fluazinam proporcionaram menor severidade do mofo branco na cultura da soja no experimento conduzido em Pinhão - PR.

A aplicação do fungicida fluazinam isolado ou em associação com as substâncias alternativas foi eficiente no controle do mofo branco na cultura da soja.

4 CAPÍTULO II – Controle biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar diferentes agentes de controle biológico pulverizados via foliar em comparação ao tratamento controle e ao fungicida fluazinam para o controle do mofo branco em soja, em três locais: Arapoti/PR, Mauá-da-Serra/PR e Pinhão/PR, Brasil. Os agentes de controle biológico utilizados foram: *Thichoderma harzianum* SC; *Thichoderma asperellum* EC; *Thichoderma asperellum* WG; *Bacillus subtilis* e *Coniothyrium minitans*. O experimento foi composto por 9 tratamentos e 4 repetições no delineamento de blocos aleatorizados. As variáveis analisadas foram incidência, severidade, rendimento e o número de escleródios produzidos. A análise de todos os tratamentos individualmente não revelou efeitos significativos, onde optou-se por separar a análise em grupos de tratamentos, onde a testemunha foi denominada "controle"; os tratamentos com os agentes de controle biológico como "biológicos" e os tratamentos com fungicida denominado "fungicida". Em Arapoti, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para todas as variáveis analisadas. Em Mauá-da-Serra, o grupo fungicida, apresentou a menor incidência, severidade e número de escleródios, com maior rendimento da cultura quando comparado aos grupos controle e biológicos. Em Pinhão, o grupo fungicida foi estatisticamente superior em todas as variáveis analisadas quando comparado aos grupos controle e biológicos. Concluiu-se que os agentes de controle biológico não foram eficazes no controle do mofo branco da soja nas condições em que foram testados. O fungicida fluazinam proporcionou menor incidência e severidade da doença quando aplicado em áreas com elevado potencial de inóculo.

Palavras-chave: Mofo branco, *Glycine max*, Controle biológico.

CHAPTER II – Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate different biological control agents sprayed foliar compared to the untreated control and the fungicide Fluazinam for control of white mold in soybean in three locations: Arapoti/PR, Mauá-da-Serra/PR and Pinhão/PR, Brazil. The biological control agents used were: *Thichoderma harzianum* SC; *Thichoderma asperellum* EC; *Thichoderma asperellum* WG; *Coniothyrium minitans* and *Bacillus subtilis*. The experiment consisted of 9 treatments and 4 replications in a randomized block design. The analyzed variables were incidence, severity, yield and number of sclerotia produced. Analysis of all individual treatments revealed no significant effects, where it was decided to separate the analysis in treatment groups: treatments with the biological control agents as "biological", treatments with fungicide were called "fungicide" and then the untreated check was called "control". In Arapoti, no statistical significant differences for all variables were observed. In Mauá-da-Serra, the group fungicide showed the lowest incidence, severity and number of sclerotia, with higher crop yield when compared to the groups control and biological. In Pinhão, the group fungicide was statistically superior in all variables evaluated when compared to control and biological. As conclusion, the biological control agents were not effective in controlling white mold of soybean in the conditions that were tested, and the fungicide fluazinam demonstrated lower incidence and severity of disease and higher yield of soybean when applied in areas with high potential inoculum.

Keywords: White mold. *Glycine max*. Biological control.

4.1 INTRODUÇÃO

O controle biológico pode ser definido como a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes de um patógeno através de um ou mais organismos, excluindo o homem (COOK; BAKER, 1983).

O controle biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary na cultura da soja surge como alternativa frente às dificuldades dos métodos tradicionais de controle da doença, já que, para este patógeno, enfrenta-se dificuldade no uso da rotação de culturas frente ao longo período de sobrevivência dos escleródios no solo, a dificuldade de resistência genética da soja ao fungo em função de ser uma característica governada por muitos genes e a preocupação com o resíduo de agroquímicos pelo uso excessivo de fungicidas (BARDIN; HUANG, 2011; COLEY-SMITH; COOKE, 1971; FULLER et al., 1994; TU, 1989).

Numerosos fungos antagonistas, micoparasitas e bactérias estão presentes e frequentemente são isolados do solo, escleródios parasitados ou plantas infectadas (BUDGE; WHIPPS, 1991; DEL RIO; MARTINSON; YANG, 2002; HUANG et al., 2000). Segundo Moretini e Melo (2007), existem mais de 30 espécies de fungos e de bactérias com efeitos antagônicos ao *Sclerotinia sp.*, os quais parasitam escleródios e previnem sua formação, ou reduzem a germinação carpogênica e, com isso, acarretam uma redução do potencial de inóculo. Alguns exemplos de microrganismos com efeito antagônico à *S. sclerotiorum* encontrados na literatura são *Coniothyrium minitans* (ADAMS; AYERS, 1979; HUANG, 1980), *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp., *Sporidesmium sclerotivorum* e *Bacillus subtilis* (DAVET, 1988; PHILLIPS, 1986; BUDGE et al., 1995), *Bacillus amyloliquefaciens* (ABDULLAH; ALI; SULEMAN, 2008), *Phoma nebulosa* (WHIPPS; BUDGE; MITCHELL, 1993), *Streptomyces lydicus* (ZENG et al., 2012), *Ulocladium atrum* (HUANG; ERICKSON, 2007), *Pseudomonas fluorescens* (ABHINAV et al., 2011). Dentre eles, *C. minitans*, *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. têm mostrado potencial prático para o controle biológico de *S. sclerotiorum* (BUDGE et al., 1995; ZENG et al., 2012).

Os princípios dos mecanismos do biocontrole baseiam-se em relações antagônicas como: competição, predação, parasitismo, resistência induzida ou pela produção de metabólitos que inibem o desenvolvimento do outro (AGRIOS, 2005). O parasitismo parece ser o mecanismo mais eficiente de antagonismo no controle

biológico, pois os hiperparasitas dependem de seus hospedeiros para sobrevivência e estão sujeitos as mesmas variações ambientais (HANDELSMAN; STABB, 1996; GRIGOLETTI, 2000).

Dentre os microrganismos antagônicos citados anteriormente, serão descritos com mais detalhes a seguir *Coniothirium minitans*, *Trichoderma* spp. e *Bacillus subtilis*, que foram os agentes de biocontrole utilizados nos experimentos.

4.1.1 *Coniothirium minitans*

Coniothirium minifans foi descrito pela primeira vez em 1947, a partir de um isolado de escleródios de *S. sclerotiorum* na Califórnia, EUA, e seu potencial para agente de controle biológico foi observado imediatamente (CAMPBELL, 1947). Até a década de 1970 o intevresse em *C. minitans* era restrito, apenas com relatos esporádicos de ocorrência em todo o mundo. Entretanto, a partir desta data a pesquisa com controle biológico de doenças ganhou força, *C. minitans* foi rapidamente avaliado como um agente de controle biológico de vários patógenos, principalmente espécies de *Sclerotinia* e *Sclerotium* e tais estudos têm continuado desde então (WHIPPS; GERLAGH, 1992).

Coniothirium minitans é um antagonista agressivo, infectando e reduzindo a viabilidade dos escleródios no solo (TRUTMANN; KEANE; MERRIMAN, 1980; WHIPPS; BUDGE, 1990). Incorporações do fungo no solo com substrato sólido têm demonstrado controlar o mofo branco em uma grande variedade de culturas, em experimentos em estufa e a campo (BUDGE et al., 1995).

Budge e Whipps (2001) observaram que a aplicação de suspensões de esporos de *C. minitans* em resíduos de culturas infectados por *S. sclerotiorum* podem acelerar a destruição dos escleródios no campo. Segundo Hu; Li e Yang et al. (2009), *C. minitans* produz uma ampla gama de enzimas degradantes da parede celular tais como quitinases e glucanases, bem como metabolitos antifúngicos que aumentam a colonização e degradação de escleródios de *S. sclerotiorum*.

Bennett; Leifert e Whipps (2006), estudaram o desenvolvimento e a sobrevivência de *C. minitans* associado a escleródios de *S. sclerotiorum* em solo pasteurizado e não pasteurizado (sem tratamento). Usando a microscopia eletrônica de varredura, o desenvolvimento de picnídios foram os primeiros vistos no interior da

medula dos escleródios em sete dias após a inoculação com o micoparasita no solo pasteurizado. No entanto, aos 14 dias após a inoculação, picnídios tinham se desenvolvido completamente nos escleródios tanto no solo pasteurizado e não-pasteurizado. Trinta dias após a inoculação, independentemente do tratamento do solo, a maioria da medula dos escleródios tinha sido convertido para picnídios, com a casca dos escleródios permanecendo em grande parte intactos. Estudos em 10 meses após a inoculação mostraram que aproximadamente 13% dos conídios de *C. minitans* ainda estavam viáveis. Os autores concluíram que o escleródio de *S. sclerotiorum* possui um grande potencial para proporcionar a sobrevivência de *C. minitans*.

Além de colonizar escleródios no solo, *C. minitans* pode parasitar micélio de *S. sclerotiorum* se desenvolvendo em plantas, diminuindo a produção de escleródios, como observado por Trutmann; Keane e Merriman (1982) com aplicação foliares de conídios de *C. minitans* em feijão infectado por *S. sclerotiorum* e por Lynch e Ebben, (1986) em plantas de alface em casa de vegetação.

4.1.2 *Trichoderma* spp.

Dentre os fungos filamentosos, os do gênero *Trichoderma* (Pers.) são reconhecidamente os hiperparasitas mais importantes e mais estudados, pois exibe variabilidade entre as linhagens com relação à atividade de biocontrole, espectro de ação contra hospedeiros, propriedades fisiológicas e bioquímicas, como também, adaptabilidade ecológica e ambiental (HARMAN, 2000; SILVA, 2000).

Devido a seu amplo espectro de ação, propriedades físico-químicas e a versatilidade na adaptação aos mais diversos ambientes, fungos antagônicos do gênero *Trichoderma*, tem sido amplamente utilizado para suprimir diversos patógenos, incluindo *S. sclerotiorum*, e possuem vários modos de ação, incluindo competição por nutrientes, micoparasitismo, antibiose e promoção de crescimento das plantas (OUSLEY et al., 1994; SILVA, 2000).

Os fungos do gênero *Trichoderma* podem associar-se com raízes de plantas, por mecanismos similares àqueles de fungos micorrízicos. Ao penetrarem raízes, induzem a produção de substâncias antimicrobianas, às quais eles próprios apresentam tolerância, resultando na indução de resistência da planta a diversos

patógenos (BENÍTEZ et al., 2004). De forma complementar, o fungo simbiote produz enzimas, proteínas, oligossacarídeos e outras substâncias que provocam mudanças metabólicas na planta e aumentam a sua resistência a bactérias, fungos e vírus (HARMAN et al., 2004).

As interações com a planta são apenas um dos diversos mecanismos de controle de doenças por *Trichoderma*, que também se apresenta como um ótimo competidor por espaço, oxigênio, água e nutrientes, restringindo o desenvolvimento de outros microrganismos pela falta destes. A antibiose é outro mecanismo que desempenha importante papel nas interações de controle biológico, ocorrendo por meio da produção de metabólitos secundários que inibem o crescimento ou a germinação de esporos do fitopatógeno (GHISALBERTI; ROWLAND, 1993). Por último, *Trichoderma* pode agir de forma direta sobre os fungos fitopatogênicos por meio da interação conhecida como micoparasitismo.

De acordo com SILVA et. al. (2010) a aplicabilidade do controle biológico com *Trichoderma* depende da sobrevivência do fungo no ambiente introduzido, ao sistema de cultivo utilizado, a época, dose e número de aplicações, bem como a compatibilidade com outras práticas culturais, para que resultados positivos possam ser alcançados.

Resultados positivos foram observados por Rezende et. al. (2010), onde comparou-se diversas formulações e espécies de *Trichoderma* aplicados nos estádios V4 e V6 em soja, comparados a dois tratamentos químicos, fluazinam e tiofanato metílico aplicados em R1 e a segunda dez dias após esta. Constatou-se neste ensaio que *Trichoderma asperellum* numa concentração de $2,0 \times 10^6$ conídios viáveis por mL não diferiu do tratamento Testemunha, ao passo que na concentração de $2,0 \times 10^9$ conídios viáveis por mL o controle mostrou-se estatisticamente semelhante aos fungicidas padrões. No caso de *Trichoderma harzianum* não constatou-se diferenças com a testemunha entre as concentrações ($2,0 \times 10^8$ e $2,0 \times 10^9$ conídios mL⁻¹) para incidência e severidade do mofo branco na soja.

Resultados semelhantes foram obtidos por Gorgen et al. (2009) com o uso *T. harzianum* aplicado junto ao plantio de *Brachiaria ruziziensis* reduziu drasticamente grande parte do inóculo inicial de *S. sclerotiorum* na camada de 0 a 5 cm do solo, faixa onde ocorre a germinação carpogênica de escleródios que dão origem às epidemias de mofo branco.

4.1.3 *Bacillus subtilis*

Utilizando-se de bactérias, muitos trabalhos vêm sendo realizados para elucidar as interações entre antagonista-patógeno-hospedeiro, com o objetivo de estreitar o entendimento entre a ecologia e os mecanismos de ação que permeiam essas interações (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010).

B. subtilis tem sido utilizado comercialmente para o biocontrole de doenças de plantas, assim como para aumentar a produtividade de culturas, sendo que a exposição de plantas à células vivas de *B. subtilis* pode ocasionar a promoção de crescimento e/ou o biocontrole de fitopatógenos. Podendo ser este último de natureza direta ou indireta (LEELASUPHAKUL; HEMMANEE; CHUENCHITT, 2008). O antagonismo direto exercido contra fitopatógenos tem o envolvimento dos conhecidos mecanismos de antibiose, como a síntese de substâncias antimicrobianas, a competição por espaço e nutrientes e a síntese de compostos voláteis (ANDREWS, 1992; VOISARD; KEEL; DEFAGO, 1989).

Bactérias antagonicas, como *B. subtilis*, de modo geral agem significativamente por antibiose e, ocasionalmente, por parasitismo e competição (KUPPER; GIMENES-FERNANDES; GOES, 2003). Microrganismos que agem por antibiose, geralmente tem amplo espectro de ação, de forma que na inibição dos fungos a produção de substâncias tóxicas é mais efetiva do que qualquer outro mecanismo de ação envolvido (LEELASUPHAKUL; HEMMANEE; CHUENCHITT, 2008).

Isolados de *B. subtilis* produzem uma grande variedade de metabólitos antifúngicos, entre os quais se encontram lipopeptídeos das famílias da surfactina, iturina e fengicina. Iturinas e fengicinas exibem uma forte atividade antifúngica e são inibitórias para o crescimento de uma ampla gama de fitopatógenos. No tocante a surfactinas, as mesmas não são fungitóxicas, mas exercem algum efeito sinérgico antifúngico, quando em companhia da iturina A (BAIS; FALL; VIVANCO, 2004).

Existem poucos relatos na literatura sobre o efeito de *B. subtilis* contra *S. sclerotiorum*. Contudo, Godoy; Steadman e Yuen (1990) e Yuen et al. (1992), observaram efeitos positivos do uso de bactérias antagonistas contra *S. sclerotiorum* na cultura do feijoeiro. Chen et al. (2008) observaram antagonismo de *B. subtilis* contra *Botrytis cinerea in vitro* e Gupta et al. (2000) verificaram menor incidência de murcha

de *Fusarium* em tomateiro com o uso de *B. subtilis*. Diante disso, faz-se necessário o estudo do efeito de *B. subtilis* contra *S. sclerotiorum* na cultura de soja em campo.

4.2 OBJETIVO

Verificar a eficiência do controle do mofo branco da soja em diferentes locais, com o uso dos agentes de controle biológico *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, *Coniothyrium minitans* e *Bacillus subtilis*.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos em áreas naturalmente infestadas pelo mofo branco na safra 2011/12 nos municípios de Arapoti-PR, Mauá-da-Serra/PR e Pinhão/PR.

Anteriormente à instalação dos ensaios, foi realizada a coleta de solo para quantificar o número de escleródios em quatro pontos de 0,25 m² com 5 cm de profundidade, conforme metodologia proposta por Jaccoud Filho et al. (2010b), apresentando Arapoti 55 escleródios m⁻², Mauá-da-Serra 452 escleródios m⁻² e Pinhão com 149 escleródios m⁻². No município de Arapoti a variedade utilizada foi BMX Turbo RR semeada dia 27/11/11 com 16 sementes m⁻¹. Em Mauá-da-Serra a variedade utilizada foi a NA5909 RR, semeada dia 30/10/2011 com 14 sementes m⁻¹ e em Pinhão, a variedade utilizada foi a BMX Apolo RR, semeada dia 10/11/2011 com 12 sementes m⁻¹. Em todos os experimentos o espaçamento utilizado foi de 45 cm entre linhas. A adubação, controle de plantas daninhas, insetos e outras doenças foram realizados conforme recomendação da assistência técnica de cada produtor não tendo sido utilizado fungicidas registrados para *S. sclerotiorum* nas aplicações de manutenção da cultura.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos aleatorizados com nove tratamentos e quatro repetições (Tabela 2.1). As parcelas possuíam três metros de largura com cinco metros de comprimento, com uma área total de 15 m². As aplicações foram realizadas com equipamento pulverizador costal pressurizado a CO₂ sendo utilizada uma pressão de 3 bar, e barra de pulverização com 6 pontas (3,0 m de comprimento), utilizando bicos tipo leque modelo XR 110:02 e um volume de calda de

200 L ha⁻¹. Os dados das aplicações estão descritos nos apêndices D, E e F, respectivamente.

Tabela 2.1 – Tratamentos, estádios fenológicos na aplicação e doses utilizadas nos experimentos de controle biológico do mofo branco na cultura da soja conduzidos em Arapoti, Mauá-da-Serra e Pinhão. Safra 2011/12.

Tratamentos	Aplicações				Dose ha ⁻¹
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	
1 testemunha	- ¹	-	-	-	-
2 <i>Trichoderma harzianum</i> SC	V4 ²	V9 ³	R1 ⁴	10DAA ⁵	1000 mL p.c ⁶
3 <i>Trichoderma asperellum</i> EC	V4	V9	R1	10 DAA	1000 mL p.c
4 <i>Trichoderma asperellum</i> WG	V4	V9	R1	10 DAA	100 g p.c
5 <i>Bacillus subtilis</i>	V4	V9	R1	10 DAA	2000 mL p.c.
6 <i>Coniothyrium minitans</i>	V4	V9	R1	10 DAA	1000 g p.c
7 fluazinam	-	-	R1	10 DAA	500 g.i.a. ⁷
8 fluazinam	V4	-	R1	10 DAA	500 g.i.a.
9 fluazinam	V4	V9	-	10 DAA	500 g.i.a.

⁻¹: não-aplicável; ²V4: 4 trifólios abertos; ³V9: 9 trifólios abertos; ⁴R1: primeira flor aberta; ⁵10 DAA: 10 dias após R1; ⁶p.c: produto comercial; ⁷g.i.a: gramas de ingrediente ativo.

Os produtos utilizados foram: Trichodermil® (Itafor BioProdutos) composto por *T. harzianum* cepa ESALQ 1306, apresentado na formulação de suspensão concentrada (SC) com 2 x 10⁹ conídios viáveis mL⁻¹; Trichodermax® (Novozymes BioAG produtos para agricultura), composto por *T. asperellum* isolado T211, apresentado na formulação de concentrado emulsionável (EC) com 1,5 X 10⁹ conídios viáveis mL⁻¹; Quality® (Laboratório de Biocontrole Farroupilha), composto por *T. asperellum* isolado SF04, apresentado na formulação de grânulos dispersíveis (WG) com 1 X 10¹⁰ unidades formadoras de colônia g⁻¹; Serenade® (BASF) composto por *B. subtilis* linhagem QST 713, apresentado na formulação de suspensão concentrada (SC) com 1x 10⁹ CFU mL⁻¹; Contans® (SipcamAdvan) composto por *C. minitans* isolado CON/M/91-08 apresentado na formulação grânulos dispersíveis (WG) com 1 X 10⁹ unidades formadoras de colônia g⁻¹ e o fungicida Frowncide® (Ishihara Brasil Defensivos Agrícolas Ltda) apresentado na formulação suspensão concentrada (SC) com 500 g L⁻¹ do princípio ativo fluazinam.

As avaliações de incidência e severidade de plantas infectadas por *S. sclerotiorum* foram realizadas em 100 plantas nas duas linhas centrais de cada parcela, quando a soja estava no estágio fenológico R5.5 (Vagens com 75 a 100% de

granação). Para a avaliação de severidade foi utilizada a escala diagramática proposta por Juliatti e Juliatti (2010).

Anteriormente a colheita, foram demarcadas oito plantas infectadas das linhas centrais de cada parcela, sendo essas posteriormente coletadas para quantificação do número de escleródios produzidos. A partir desses dados e com a incidência da doença nas parcelas, pôde-se estimar a produção do número de escleródios ha^{-1} em cada tratamento.

Foram colhidos quatro metros de comprimento das quatro linhas centrais de cada parcela, totalizando 7,2 m^2 de área útil. A área colhida foi trilhada com uma bateadeira de cereais motorizada e a umidade foi corrigida a 13% v/v.

Todos os dados foram submetidos ao teste de normalidade de K-S Kolmogorov-Smirnov, e submetidos aos testes não paramétricos de Mann-Whitney-U e Kruskal-Wallis, com o uso do software Statistica 10.0® (Statsoft®).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística demonstrou que a maioria das variáveis não seguem a distribuição normal dos dados conforme o teste de Kolmogorov-Smirnov, assim sendo o uso de testes não-paramétricos se fez necessário. A análise de todos os tratamentos individualmente não revelou efeitos significativos, onde optou-se por separar a análise em três grupos de tratamentos, onde o tratamento 1 ficou como controle; os tratamentos de 2 a 6, que englobam todos os agentes de controle biológico formaram o grupo biológicos e os tratamentos 7, 8 e 9, que continham aplicação do fungicida foram denominados grupo fungicida.

4.4.1 Arapoti

No experimento conduzido em Arapoti, foi verificada a menor incidência da doença (3,3% no controle - Figura 2.1A) e severidade mediana (67% no controle – Figura 4B), quando comparada com Pinhão (34,3 % de incidência e 80,5% de severidade no controle – Figura 2.3) e Mauá-da-Serra (19,5 % de incidência e 60% de severidade no controle - Figura 2.2). A baixa incidência verificada em Arapoti provavelmente deve-se ao fato de possuir o menor número de escleródios (55 escleródios m^{-2}) quando comparado com Mauá-da-Serra (452 escleródios m^{-2}) e

Pinhão (149 escleródios m^{-2}), assim como as condições meteorológicas não terem sido favoráveis ao desenvolvimento de *S. sclerotiorum*, apresentando baixa pluviosidade durante o florescimento da cultura, onde, em 20 dias após o surgimento das primeiras flores ocorreram precipitações que totalizaram apenas 20 mm, uma diminuição na umidade relativa do ar, que ficou em média de 76% e temperatura média de 20 °C (Anexo D).

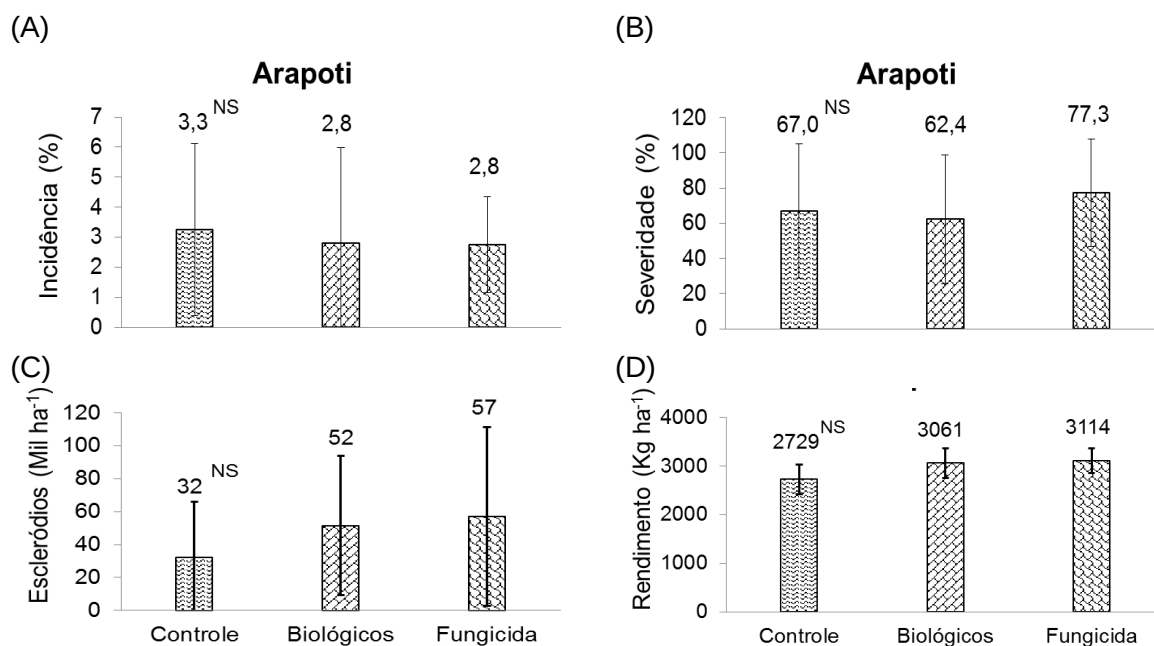


Figura 2.1 – Dados do experimento de controle biológico conduzido em Arapoti/Pr na safra 2011/12. A – Incidência média de *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal -Wallis $p=0.692$); B – Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal -Wallis $p=0.670$); C – Número de escleródios ha^{-1} (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal-Wallis; $p=0.239$); D – Rendimento em Kg ha^{-1} (NS: sem diferença estatisticamente significativa - Kruskal-Wallis; $p=0.239$). A barra de erro representa o desvio padrão.

Em média, as cultivares utilizadas nos três locais apresentaram período de florescimento ao redor de 20 dias, período este que foi utilizado na análise dos dados meteorológicos, por ser o período de maior susceptibilidade da soja a infecção por *S. sclerotiorum*. As condições climáticas no período de florescimento da cultura são preponderantes para o ocorrência do mofo branco na soja, já que as flores são utilizadas como fonte de energia para germinação do ascósporo e a necessidade de água livre sobre as plantas para que ocorra a infecção (ABAWI; GROGAN, 1979).

Os baixos valores de incidência observados (Figura 2.1A) podem explicar a baixa produção do número escleródios por hectare (Figura 2.1C). Como a incidência

do mofo branco foi pequena, a doença não causou danos significativos as plantas de soja, o que resultou em baixa variação no rendimento, sem diferença estatística significativa entre os grupos de tratamentos (Figura 2.1D). Não foram observadas diferenças estatisticamente significante para a variável severidade (Figura 4B).

4.4.2 Mauá-da-Serra

No experimento conduzido em Mauá-da-Serra foi observado um aumento na incidência (19,5% no controle - Figura 2.2A) de *S. sclerotiorum* quando comparado com Arapoti (3,3% no controle - Figura 2.1A), porém com valores inferiores quando comparado a Pinhão (34,3% no controle - Figura 2.3A), porém com a menor severidade (60% no controle – Figura 2.2B) quando comparado a Arapoti (67% no controle – Figura 2.1B) e Pinhão (80,5% no controle – Figura 2.3). Possivelmente, este fato deve estar relacionado a alta contaminação da área (452 escleródios m⁻²) conjuntamente com maior pluviosidade (107 mm), alta umidade relativa média (82%) e temperatura média de 21,6°C durante os 20 dias após o florescimento (Anexo E).

Os valores de incidência (Figura 2.2A) e severidade (Figura 2.2B) demonstraram que o fungicida proporcionou maior controle sobre *S. sclerotiorum*, sendo estatisticamente superior aos grupos controle e biológicos nas duas variáveis. Na incidência observou-se uma redução de 68,7 e 64,1% quando comparado ao controle e biológicos, respectivamente. Essa redução da incidência, aliada a uma redução de 27 e 28,2% na severidade quando comparado com o controle e biológicos, respectivamente, proporcionou uma significativa redução na produção de escleródios pelo grupo fungicida. Em Mauá-da-Serra foi observada uma maior produção em número de escleródios (680 mil no controle – Figura 2.2C) quando comparado com Arapoti (37 mil no controle – Figura 2.1C) porém ligeiramente menor quando comparado a Pinhão (738 mil no controle – Figura 2.3C), sendo que o grupo fungicida proporcionou uma redução de 77,5 e 74,3% na produção de escleródios quando comparado aos grupos controle e biológicos, respectivamente. Esses resultados demonstram a importância do uso do fungicida em áreas com histórico de ocorrência de mofo branco e com grande potencial de inóculo, como foi observado nesta área em estudo, afim de se reduzir a produção de escleródios e diminuir o potencial de inóculo para próximas safras.

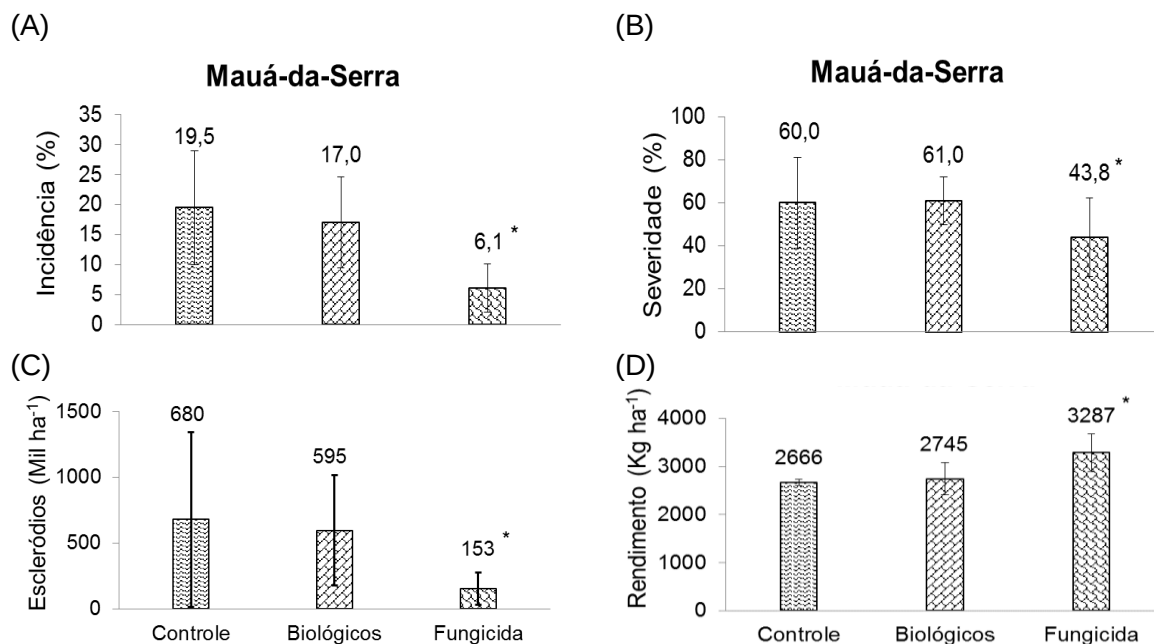


Figura 2.2 – Dados do experimento de controle biológico conduzido em Mauá-da-Serra/Pr na safra 2011/12. **A** – Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com o controle e biológicos - Mann-Whitney-U, $p=0,004$ e $p=0,001$, respectivamente); **B** – Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa entre fungicida e biológicos - Mann-Whitney U, $p=0,100$); **C** – Número de escleródios ha⁻¹ (* diferença estatisticamente significativa com biológicos - Mann-Whitney-U, $p=0,001$); **D** – Rendimento em Kg ha⁻¹ (* diferença estatisticamente significativa com controle e biológicos Mann-Whitney-U, $p=0,018$ e $p=0,001$, respectivamente). A barra de erro representa o desvio padrão.

O grupo fungicida ainda apresentou o maior rendimento (Figura 2.2D), sendo estatisticamente superior quando comparado aos grupos controle e biológicos.

Resultado importante pois além de diminuir a doença e a produção de inóculo no solo, promove um incremento no rendimento, aumentando a rentabilidade da cultura.

4.4.3 Pinhão

No experimento conduzido em Pinhão foram observados os maiores valores de incidência (34,3% no controle - figura 2.3A), severidade (80,5% no controle - Figura 2.3B) e de número de escleródios produzidos (738 mil no controle – Figura 2.3C) de *S. sclerotiorum* quando comparado com Mauá-da-Serra (19,5%, 60% e 680mil, respectivamente no controle – Figura 2.2) e Arapoti (3,3%, 67% e 32 mil no controle – Figura 2.1). Apesar da área possuir um potencial de inóculo menor (149 escleródios m⁻²) quando comparada com Mauá-da-Serra (452 escleródios m⁻²) ocorreu uma

precipitação maior (132 mm), umidade relativa média do ar de 80%, e temperatura média de 21,3 °C, durante os 20 dias após o florescimento, ocasionando um ambiente mais favorável ao desenvolvimento do mofo branco (Anexo F).

Os resultados observados em Pinhão, vão de encontro aos observados em Mauá-da-Serra, demonstrando a repetibilidade dos resultados em áreas com alta incidência do mofo branco na cultura da soja.

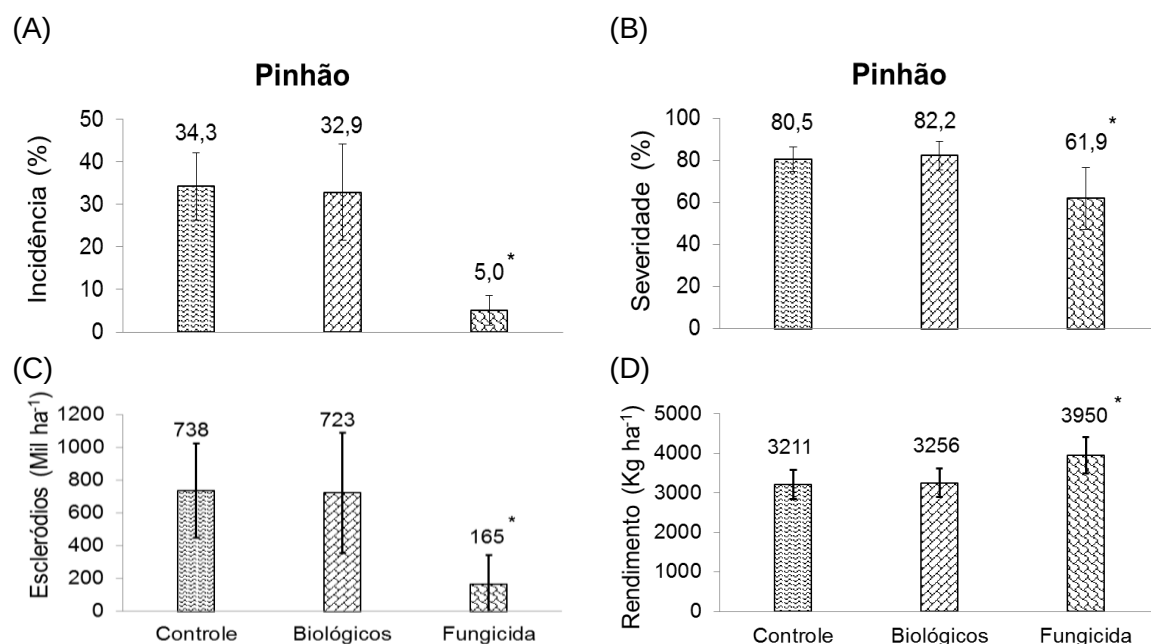


Figura 2.3 – Dados do experimento de controle biológico conduzido em Pinhão/PR na safra 2011/12. A – Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com controle e biológico - Mann-Whitney-U, $p=0,001$ e $p=0,001$, respectivamente); B – Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa com controle e biológico - Mann-Whitney-U, $p=0,029$ e $p=0,001$ respectivamente); C – Número de escleródios ha⁻¹ (* - Diferença estatisticamente significativa com controle e biológicos - Mann-Whitney-U, $p=0,009$ e $p=0,001$ respectivamente); D – Rendimento em Kg ha⁻¹ (* diferença estatisticamente significativa com controle e biológicos - Mann-Whitney-U, $p=0,018$ e $p=0,001$ respectivamente). A barra de erro representa o desvio padrão.

O grupo fungicida proporcionou menor incidência (Figura 2.3A), com redução de 85 e 84,8% quando comparado aos grupos controle e biológicos; menor severidade (Figura 2.3B) de *S. sclerotiorum* na cultura da soja, com redução de 23,1 e 24,6% quando comparado ao controle e biológicos, respectivamente. O excelente controle da incidência proporcionado pelo uso do fungicida, aliado a redução na severidade observada, refletiu em uma significativa menor produção de escleródios (Figura 2.3C), com redução de 77,6 e 77,1% quando comparado aos grupos controle e biológicos, respectivamente.

O rendimento do grupo fungicida foi estatisticamente superior quando comparado aos grupos controle e biológicos, com um incremento de 23 e 21% quando comparado aos grupos controle e biológicos, respectivamente (Figura 2.3D). Apesar de o controle químico do mofo branco ser recomendado apenas como mais uma ferramenta no controle da doença, os resultados discutidos até aqui demonstram sua eficácia em áreas com alta incidência, onde promove menor incidência e severidade de *S. sclerotiorum*, com menor produção de escleródios e incremento no rendimento, justificando o uso do fungicida em áreas com alta incidência.

Os resultados obtidos no presente trabalho concordam com os resultados observados por Jaccoud Filho et al. (2010a), onde aplicações de *T. harzianum* e *T. asperellum* nos estádios fenológicos V4 e V6 da soja na região dos campos gerais, não apresentaram diferenças estatísticas quando comparados ao controle para as variáveis incidência, severidade e rendimento. Neste mesmo trabalho, a aplicação do fungicida fluazinam propiciou menor incidência, severidade e maior rendimento quando comparado a testemunha. Resultados estes que divergem dos obtidos por Rezende et al. (2010), que, utilizando os mesmos fungos antagonistas na região de Uberlândia/MG, observaram que os agentes de controle biológico proporcionaram menor incidência e severidade da doença e maior rendimento da cultura da soja, sendo estatisticamente superior ao controle e sem diferenças estatísticas com o fungicida fluazinam.

Estes resultados podem indicar que os microrganismos antagonistas precisam se adaptar às condições ambientais em que são utilizados, sendo que esta falta de adaptação, provavelmente pode explicar a ineficiência de controle da aplicação isolada dos agentes de controle biológico verificada nesta dissertação (AGRIOS, 2005; BIN et al., 1991).

Outro fator que pode justificar o insucesso do controle biológico nestes experimentos pode ser a época de aplicação, onde o tempo de colonização não foi suficiente para que os agentes de controle biológico conseguissem inativar os escleródios evitando sua germinação e contaminação da cultura. Resultados positivos obtidos por Gorgen et al. (2008) com aplicações de *T. harzianum* junto à semeadura de *Brachiaria ruziziensis*, antecipadamente à semeadura da cultura da soja. Resultados semelhantes foram observados por Sumida (2012) na cultura da soja, com o uso de isolados selvagens e comerciais de *Trichoderma* spp., aplicados no início do inverno

(cultura do trigo) ou na semeadura da cultura da soja. Segundo resultados deste trabalho, os isolados selvagens foram mais eficientes em reduzir a incidência do mofo branco quando comparados aos produtos comerciais.

Diante desses fatos, para que se tenha sucesso no uso do controle biológico na região dos Campos Gerais, são necessários mais estudos sobre a época de aplicação dos agentes de controle biológico, assim como o isolamento de microrganismos presentes no solo e que já estão adaptados ao clima da região.

4.5 CONCLUSÕES

Os agentes de controle biológico não foram eficientes para o controle do mofo branco na cultura da soja nas condições em que foram utilizados.

O fungicida fluazinam foi eficaz no controle do mofo branco na cultura da soja.

CAPITULO III - Controle químico de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a eficiência de controle do mofo branco na soja com o uso de diferentes fungicidas aplicados isoladamente, em rotação, em diferentes estádios fenológicos e em mistura de 2 princípios ativos, em três locais: Arapoti / PR, Mauá-da-Serra/PR e Pinhão / PR, Brasil. Os fungicidas utilizados foram carbendazim (Ca), tiofanato metílico (Tm), fluazinam (Fl) e procimidona (Pr). Os experimentos foram compostos por 17 tratamentos e 4 repetições no delineamento de Blocos Aleatorizados. As variáveis analisadas foram incidência, severidade, rendimento e o número de escleródios. Em nenhum dos três locais foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos e o controle para a variável severidade. Em Arapoti, os tratamentos 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 5 [Fl (R1+R2+R3)], 6 [Pr (R1) + Tm (R2) + Fl (R4)], 7 [Ca (V9+R2) + Fl (R1+R4)], 15 [Tm+Fl (V9+R1+R2+R4)] e 16 [Ca+Pr (V9+R1+R2+R4)] apresentaram menor incidência do mofo branco quando comparados ao controle. Os tratamentos 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 5 [Fl (R1+R2+R3)], 6 [Pr (R1) + Tm (R2) + Fl (R4)], 14 [Ca+Fl (V9+R1+R2+R4)], 16 [Ca+Pr (V9+R1+R2+R4)] e 17 [Tm+Pr (V9+R1+R2+R4)] proporcionaram menor produção de escleródios e os tratamentos 5 [Fl (R1+R2+R3)] e 7 [Ca (V9+R2) + Fl (R1+R4)] apresentaram rendimentos estatisticamente superiores quando comparados ao controle. Em Mauá-da-Serra apenas os tratamentos 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)] e 11 [Pr (V9+R1+R2+R4)] não proporcionaram menor incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja e apenas os tratamentos 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 8 [Tm (V9 + R2) + Fl (R1+R4)] e 11 [Pr (V9+R1+R2+R4)] não apresentaram menor produção de escleródios quando comparados ao controle. Não foram observadas diferenças significativas na variável rendimento, tanto em Mauá-da-Serra como Pinhão. Entretanto, em Pinhão, apenas o tratamento 17 [Tm+Pr (V9+R1+R2+R4)] não apresentou menor incidência quando comparado ao controle e os tratamentos 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 12 [Ca (V9+R1+R2+R4)], 13 [Tm (V9+R1+R2+R4)] e 17 [Tm+Pr (V9+R1+R2+R4)] não proporcionaram menor produção de escleródios. Como conclusão, tem-se que o uso de fungicidas é eficiente para o controle da incidência e produção de escleródios de *S. sclerotiorum* na cultura da soja.

Palavras-chave: Mofo branco, *Glycine max*, fungicidas.

CHAPTER III – Chemical control of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybeans

ABSTRACT

The objective of this study was to verify the efficiency of the control of white mold in soybeans with the use of fungicides applied alone, in rotation, at different growth stages and in a mixture of two active ingredients in three locations: Arapoti/PR, Mauá-da-Serra/PR and Pinhão/PR, Brazil. The fungicides used were carbendazim (Ca), thiophanate methyl (Tm), procymidone (Pr) and fluazinam (Fl). The experiments were composed of 17 treatments and 4 replications in a randomized block design. The variables analyzed were severity, incidence, yield and number of sclerotia. No statistical differences were observed for severity in any of the three locations. In Arapoti, treatments 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 5 [Fl (R1+R2+R3)], 6 [Pr (R1) + Tm (R2) + Fl (R4)], 7 [Ca (V9+R2) + Fl (R1+R4)], 15 [Tm+Fl (V9+R1+R2+R4)] and 16 [Ca+Pr (V9+R1+R2+R4)] had a lower incidence of white mold compared to control. Treatments 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 5 [Fl (R1+R2+R3)], 6 [Pr (R1) + Tm (R2) + Fl (R4)], 14 [Ca+Fl (V9+R1+R2+R4)], 16 [Ca+Pr (V9+R1+R2+R4)] and 17 [Tm+Pr (V9+R1+R2+R4)] provided lower production of sclerotia and the treatments 5 [Fl (R1+R2+R3)] and 7 [Ca (V9+R2) + Fl (R1+R4)] showed statistically higher yields when compared to control. In Maua-da-Serra, only the treatments 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)] and 11 [Pr (V9+R1+R2+R4)] did not provide lower incidence of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean and only treatments 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 8 [Tm (V9 + R2) + Fl (R1+R4)] and 11 [Pr (V9+R1+R2+R4)] did not have lower sclerotia production when compared to control. No significant differences were observed in yield, both in Maua-da-Serra and Pinhão. However, in Pinhão, only treatment 17 [Tm+Pr (V9+R1+R2+R4)] did not show a lower incidence when compared to the control and treatment 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 12 [Ca (V9+R1+R2+R4)], 13 [Tm (V9+R1+R2+R4)] and 17 [Tm+Pr (V9+R1+R2+R4)] did not provide lower production of sclerotia. As conclusion, the use of fungicides were effective in controlling the incidence and production of sclerotia of *S. sclerotiorum* in soybean.

Keywords: White mold. *Glycine max*. Fungicides.

5.1 INTRODUÇÃO

Práticas de manejo como maior espaçamento entre linhas, menor densidade de semeadura e escolha por cultivares menos suscetíveis ao patógeno podem contribuir para uma menor incidência do mofo branco na cultura da soja. Porém, em áreas com alto potencial de inóculo e em condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, a efetividade desses métodos isoladamente é baixa (MUELLER et al., 2002). Neste caso, a aplicação de fungicidas pode diminuir a infecção da soja pelo mofo branco e reduzir a produção de inóculo para as próximas safras.

O controle químico do mofo branco na soja demonstra eficácia quando utilizado dentro da época correta de aplicação, volume de calda e escolha de pontas de pulverização apropriadas (MUELLER et al., 2002; JULIATTI; JULIATTI, 2010). A eficiência do controle do mofo branco reside na aplicação preventiva para o controle da doença, onde a aplicação curativa não reverte as perdas, mas reduz o potencial de inóculo para as safras posteriores.

O controle químico pode ser ineficiente devido a dificuldade de se atingir boa penetração da calda no dossel e molhamento adequado no terço inferior da cultura, principalmente atingindo as flores durante o período de florescimento da cultura da soja, coincidindo com a liberação de ascósporos pelo patógeno (SCHWARTZ; STEADMAN, 1978; MUELLER et al., 2002). Como as flores são os primeiros locais de colonização do patógeno devido a serem uma fonte de energia para a germinação dos ascósporos, é necessário que a aplicação dos fungicidas seja direcionada para este alvo, principalmente no terço inferior para que o controle com fungicidas seja satisfatório (MUELLER et al., 2002; ABAWI; POLACH; MOLIN, 1975; BOLLAND; HALL, 1988).

Neste trabalho foi utilizado os quatro fungicidas registrados no Ministério de Agricultura, pecuária e abastecimento para o controle de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja (AGROFIT, 2011). O fungicidas utilizados foram carbendazim, tiofanato metílico, fluazinam e procimidona.

O carbendazim e o tiofanato metílico fazem parte do grupo dos fungicidas MBC (Metil Benzimidazol Carbamato) são eficazes contra manchas foliares, podridões radiculares e de caule e de oídios. Eles atuam inibindo a biossíntese de tubulina, a

qual interfere na divisão celular dos fungos sensíveis, causando falhas na divisão dos núcleos e a morte da célula (KUS; ALTANLAR, 2003).

O fluazinam é o representante do grupo da fenilpiridinilamida, que age pela inibição ou desacoplamento da fosforilação oxidativa que previne a formação da molécula de ATP. A procimidona é integrante do grupo das dicarboximidas que interferem na respiração, bloqueando a atividade da enzima NADH citocromo-c-redutase no processo respiratório.

Existem vários relatos de sucesso com o uso de fungicidas para o controle do mofo branco da soja, como em um experimento realizado por OLIVEIRA et al. (2011) em Goiás, com quatro aplicações iniciadas em R1 e com 15 dias de intervalo, os autores observaram um controle de 89% na incidência de *S. sclerotiorum* na soja com uso de fluazinam na dose de 600 g.i.a. ha⁻¹, 48% de controle com o uso de tiofanato metílico na dose de 250 g.i.a. ha⁻¹, quando comparados com a testemunha, e concluíram que o princípio ativo fluazinam foi eficiente no controle da severidade do mofo branco na soja.

Em trabalho semelhante, conduzido por CAMPOS et. al. (2010) em Rio Verde – Goiás, foi observado que produtos a base de tiofanato metílico e carbendazim não foram eficazes no controle da incidência de *S. sclerotiorum*, mostrando apenas uma redução na severidade da mesma, porém para esta situação o controle mais eficaz para incidência foi obtido com fluazinam em três aplicações, iniciando em R1 com intervalos de dez dias entre as aplicações. Procimidona não proporcionou o mesmo controle, apresentando um controle intermediário quando comparado ao fluazinam.

A eficácia do controle do mofo branco com o uso de fungicidas também foi observado por Jaccoud Filho et al. (2010a) em Arapoti/PR, Julliat et al. (2010) em Uberlândia/MG, Sumida (2012) em Mauá-da-Serra e Miguel-Wruck et al. (2010) em Uberaba/MG, com o uso dos princípios ativos fluazinam, procimidona, tiofanato metílico e carbendazim.

5.2 OBJETIVO

Verificar a eficiência de controle do mofo branco na soja em 3 locais, com o uso de diferentes princípios ativos fungicidas aplicados isoladamente, alternados em diferentes épocas e em mistura de dois princípios ativos.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos 3 experimentos em áreas naturalmente infestadas pelo mofo branco na safra 2011/12 nos municípios de Arapoti-PR, Mauá-da-Serra/PR e Pinhão/PR.

Anteriormente à instalação dos ensaios, foi realizada a coleta de solo para quantificar o número de escleródios em quatro pontos de 0,25 m² com 5 cm de profundidade, conforme metodologia proposta por Jaccoud Filho et al. (2010b) apresentando Arapoti 55 escleródios m⁻², Mauá-da-Serra 452 escleródios m⁻² e Pinhão com 149 escleródios m⁻². Em Arapoti a variedade utilizada foi BMX Turbo RR semeada dia 27/11/11 com 16 sementes m⁻¹. Em Mauá-da-Serra a variedade utilizada foi a NA5909 RR, semeada dia 30/10/2011 com 14 sementes m⁻¹ e em Pinhão, a variedade utilizada foi a BMX Apolo RR, semeada dia 10/11/2011 com 12 sementes m⁻¹, nos três locais o espaçamento utilizado foi de 45 cm entre linhas. A adubação, controle de plantas daninhas, insetos e outras doenças foram realizados conforme recomendação da assistência técnica de cada produtor não tendo sido utilizado fungicidas registrados para *S. sclerotiorum* nas aplicações de manutenção da cultura.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos aleatorizados com 17 tratamentos e 4 repetições (Tabela 3.1). As parcelas possuíam 3,0 m de largura com 5,0 m de comprimento, com uma área total de 15,0 m². As aplicações foram realizadas com equipamento pulverizador costal pressurizado a CO₂ sendo utilizada uma pressão de 3 bar, e barra de pulverização com 6 pontas (3,0 m de comprimento), utilizando bicos tipo leque modelo XR 110:02 e um volume de calda de 200 L ha⁻¹. Os dados das aplicações estão descritos nos apêndices G, H e I.

A avaliação da incidência e severidade de plantas infectadas por *S. sclerotiorum* foi realizada em 100 plantas nas duas linhas centrais de cada parcela no estágio fenológico R5.5. Para a severidade foi utilizada a escala diagramática proposta por Juliatti e Juliatti (2010).

Anteriormente a colheita, foram demarcadas 8 plantas infectadas nas linhas centrais de cada parcela, sendo essas coletadas para posterior quantificação do número e massa de escleródios produzidos. A partir desses dados e com a incidência da doença nas parcelas, pôde-se estimar a produção em número de escleródios por hectare em cada tratamento.

Tabela 3.1 – Tratamentos, estádios fenológicos na aplicação e doses utilizadas nos experimentos de controle químico conduzidos em Arapoti, Mauá-da-Serra e Pinhão. Safra 2011/12.

TRATAMENTOS		APLICAÇÕES				Dose g.i.a. ha ⁻¹
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	
1	Testemunha	NA	NA	NA	NA	NA
2	Tiofanato Metílico	-	-	R2	R4	500
	Fluazinam	-	R1	-	-	500
3	Tiofanato Metílico	-	-	R2	-	500
	Fluazinam	-	R1	-	R4	500
4	Fluazinam	-	R1	R2	-	500
5	Fluazinam	-	R1	R2	R4	500
	Tiofanato Metílico	-	-	R2	-	500
6	Procimidona	-	R1	-	-	500
	Fluazinam	-	-	-	R4	500
7	Carbendazim	V9	-	R2	-	500
	Fluazinam	-	R1	-	R4	500
8	Tiofanato Metílico	V9	-	R2	-	500
	Fluazinam	-	R1	-	R4	500
9	Carbendazim	-	R1	-	R4	500
	Fluazinam	-	-	R2	-	500
10	Fluazinam	V9	R1	R2	R4	500
11	Procimidona	V9	R1	R2	R4	500
12	Carbendazim	V9	R1	R2	R4	500
13	Tiofanato Metílico	V9	R1	R2	R4	500
14	Carbendazim	V9	R1	R2	R4	250
	Fluazinam	V9	R1	R2	R4	250
15	Tiofanato Metílico	V9	R1	R2	R4	250
	Fluazinam	V9	R1	R2	R4	250
16	Carbendazim	V9	R1	R2	R4	250
	Procimidona	V9	R1	R2	R4	250
17	Tiofanato Metílico	V9	R1	R2	R4	250
	Procimidona	V9	R1	R2	R4	250

NA: não-aplicável; DAF: dias antes do florescimento; R1: primeira flor aberta; R2: floração plena; R4:Frutificação plena (canivete).

Foram colhidos 4 metros de comprimento das 4 linhas centrais de cada parcela, totalizando 7,2 m² de área útil. A área colhida foi trilhada com uma batedeira de cereais motorizada e a umidade foi corrigida a 13% v/v.

Todos os dados foram submetidos ao teste de normalidade de K-S Kolmogorov-Smirnov, e submetidos aos testes não paramétricos de Mann-Whitney-U e Kruskal-Wallis, com o uso do software Statistica 10.0® (Statsoft®).

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme pode ser observado nas figuras 3.1A, 3.2A e 3.3A, a maior incidência de *S. sclerotiorum* ocorreu no município de Mauá-da-Serra (31% no controle) seguido por Pinhão (29,8% no controle) e a menor incidência foi verificada no município de Arapoti (15,8%). Estes valores podem ser explicados pela contaminação da área, sendo que Mauá-da-Serra apresentou 452 escleródios m^{-2} , pinhão 149 escleródios m^{-2} e Arapoti com 55 escleródios m^{-2} .

Quanto aos valores de severidade, observou-se nas figuras 3.1B, 3.2B e 3.3B que Arapoti e Pinhão apresentaram severidades semelhantes (86 e 84% respectivamente no controle) e Mauá-da-Serra apresentou valores menores, com 57% no controle. Esse fato, possivelmente possa ser explicado pela queda de umidade relativa e aumento da temperatura no período após a floração até o enchimento de grãos que ocorreram em Mauá-da-Serra, condições que não são favoráveis ao desenvolvimento do mofo branco após a infecção, sendo assim, justifica-se a alta incidência, porém com menor severidade de *S. sclerotiorum* (Anexos G, H e I). Devido a grande variabilidade dos dados nas avaliações, não foram observadas diferenças estatísticas na variável severidade nos três municípios estudados (Figuras 3.1B, 3.2B e 3.3B).

5.4.1 Arapoti

Quanto aos valores de incidência, no município de Arapoti, observou-se que os tratamentos 3 [FI (R1 + R4) + Tm (R2)], 5 [FI (R1+R2+R3)], 6 [Pr (R1) + Tm (R2) + FI (R4)], 7 [Ca (V9+R2) + FI (R1+R4)], 15 [Tm+FI (V9+R1+R2+R4)] e 16 [Ca+Pr (V9+R1+R2+R4)], apresentaram os menores índices, sendo diferentes estatisticamente do controle (Figura 3.1A).

Arapoti

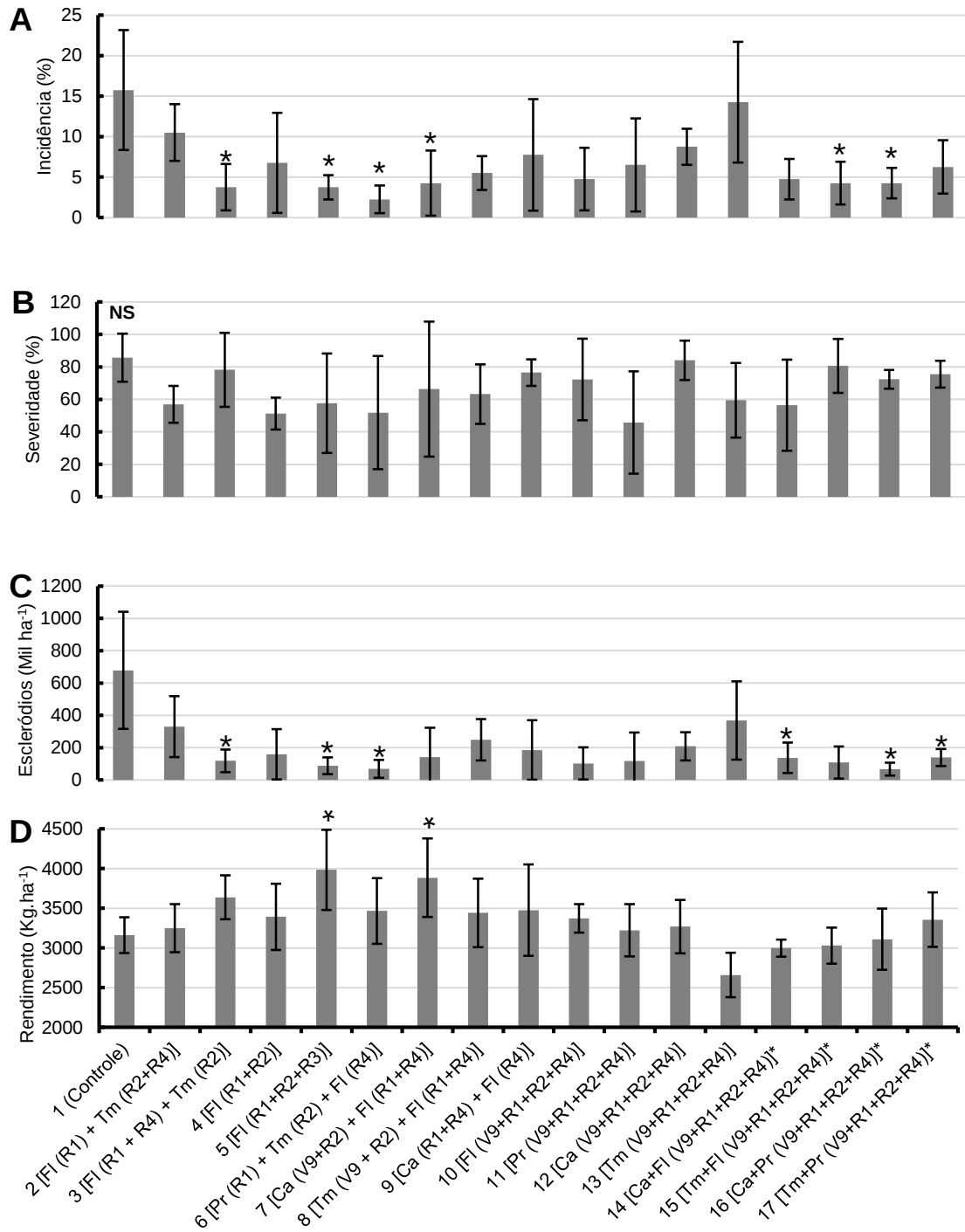


Figura 3.1 – Dados do experimento de controle químico conduzido em Arapoti/PR na safra 2011/12. A - Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); B - Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa); C – Escleródios ha⁻¹ (* Diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); D - Rendimento em Kg ha⁻¹ (* Diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle). A barra de erros representa o desvio padrão.

Conforme dados observados na figura 3.1B, não foram verificadas diferenças significantes entre os tratamentos para a severidade. Possivelmente isto pode ser explicado pelo alto grau de variação (demonstrado pelas barras de erro), o que acaba diminuindo a sensibilidade na análise estatística.

Quanto ao número de escleródios produzidos (Figura 3.1C), observou-se que os tratamentos 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 5 [Fl (R1+R2+R3)], 6 [Pr (R1) + Tm (R2) + Fl (R4)], 14 [Ca+Fl (V9+R1+R2+R4)], 16 [Ca+Pr (V9+R1+R2+R4)] e 17 [Tm+Pr (V9+R1+R2+R4)] foram estatisticamente diferentes do controle, apresentando baixa produção de escleródios nas plantas infectadas pela doença, diminuindo a fonte de inóculo para as safras posteriores.

Conforme já discutido, Arapoti apresentou a menor incidência de *S. sclerotiorum* dos três locais testados, portanto, não foram verificadas grandes diferenças no rendimento da cultura (Figura 3.1D), onde apenas os tratamentos 5 [Fl (R1+R2+R3)] e 7 [Ca (V9+R2) + Fl (R1+R4)] foram estatisticamente superiores ao controle.

5.4.2 Mauá-da-Serra

Como já discutido anteriormente, Mauá-da-Serra apresentou a maior incidência do mofo branco (Figura 3.2A), onde observou-se que todos os tratamentos com fungicida proporcionaram menores níveis de incidência, sendo que apenas os tratamentos 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)] e 11 [Pr (V9+R1+R2+R4)] não apresentaram diferenças estatísticas quando comparados ao controle, podendo esse resultado ser explicado pelo alto coeficiente de variação observado nestes tratamentos, que podem ter dificultado a interpretação dos resultados na análise estatística.

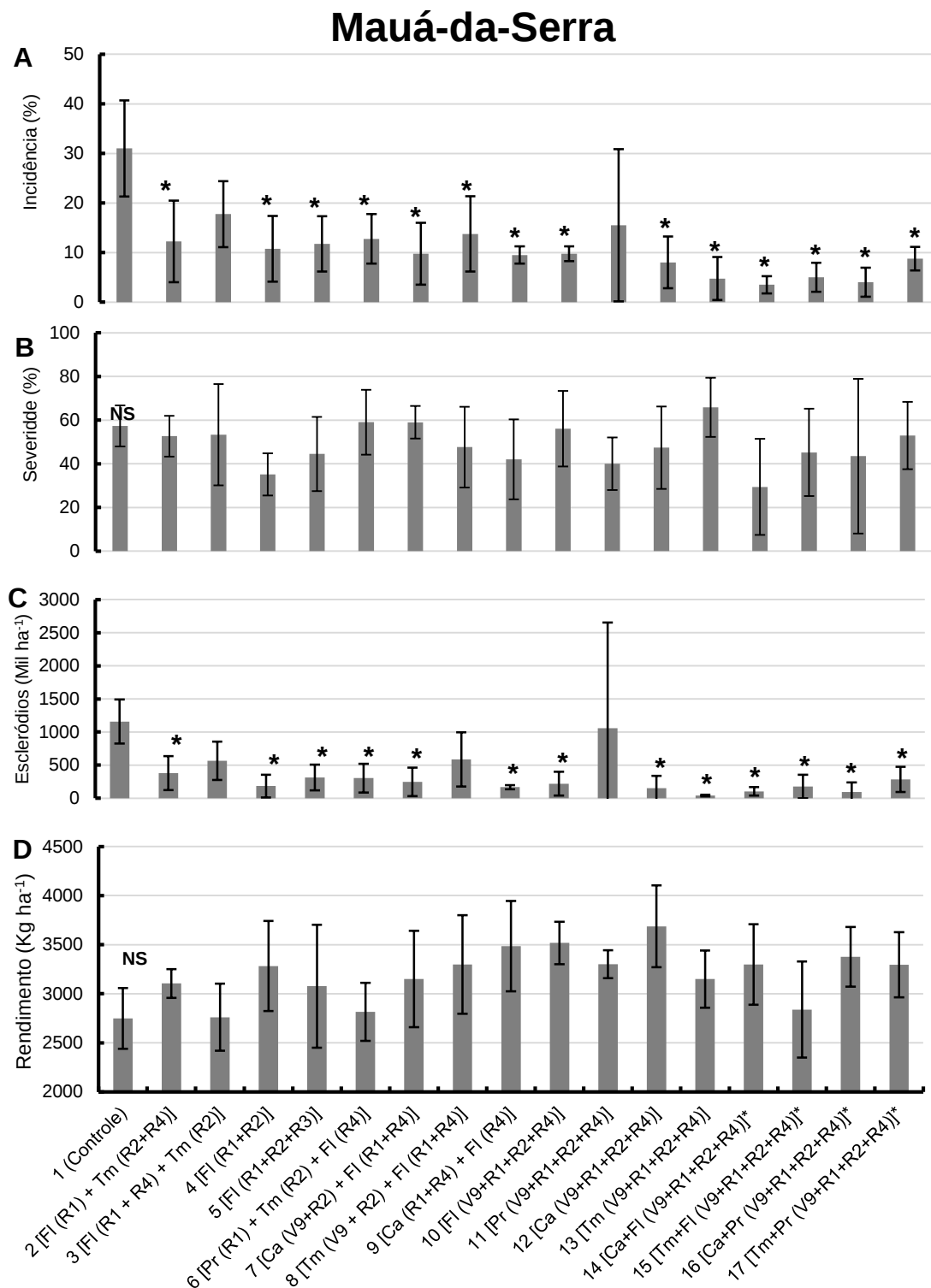


Figura 3.2 – Dados do experimento de controle químico conduzido em Mauá-da-Serra, safra 2011/12. A - Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); B - Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa); C – Escleródios ha⁻¹ (* Diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); D - Rendimento em Kg ha⁻¹ (NS: sem diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos). A barra de erros representa o desvio padrão.

Conforme já discutido anteriormente, não foram observadas diferenças estatísticas na severidade da doença em Mauá-da-Serra (Figura 3.2B).

Corroborando com os resultados encontrados para a incidência, observa-se que apenas os tratamentos 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 8 [Tm (V9 + R2) + Fl (R1+R4)] e 11 [Pr (V9+R1+R2+R4)] não apresentaram diferenças estatísticas com o controle quanto a produção de escleródios (Figura 3.2C). Como esta estimativa da produção de escleródios é realizada em hectares, os tratamentos que apresentaram maior incidência da doença, tendem a apresentar maior produção de escleródios por hectare.

Quanto aos valores de rendimento, devido a alta incidência do mofo branco na área estudada, esperava-se diferenças quanto ao rendimento. Porém, conforme observado na figura 3.2D, não foram observadas diferenças estatísticas dos tratamentos em relação ao controle, devido a alta variabilidade dos dados (representada pela barra de erro). Contudo, podemos observar tendências, como o tratamento 4 [Fl (R1+R2)], e 14 [Ca+Fl (V9+R1+R2+R4)], que apresentaram uma redução 38 e 49% na severidade, respectivamente, quando comparados ao controle (Figura 3.2B) e um rendimento 19 e 20% superior, respectivamente, quando comparados ao controle (Figura 3.2B). Resultados estes que são expressivos, quando se trata de uma doença de difícil controle, como é o caso do mofo branco na soja, apesar de não apresentarem diferenças estatisticamente significantes. Resultados semelhantes foram observados por Juliatti et al. (2010), onde diferenças de até 977Kg ha⁻¹ no rendimento de tratamentos com fungicidas para o controle do mofo branco na soja não foram estatisticamente superiores ao tratamento testemunha.

5.4.3 Pinhão

Na localidade de Pinhão (Figura 3.3), semelhantemente ao observado em Mauá-da-Serra, todos os tratamentos com fungicida proporcionaram menores níveis de incidência, sendo todos estatisticamente diferentes do controle, com exceção do tratamento 17 [Tm+Pr (V9+R1+R2+R4)] (Figura 3.3A).

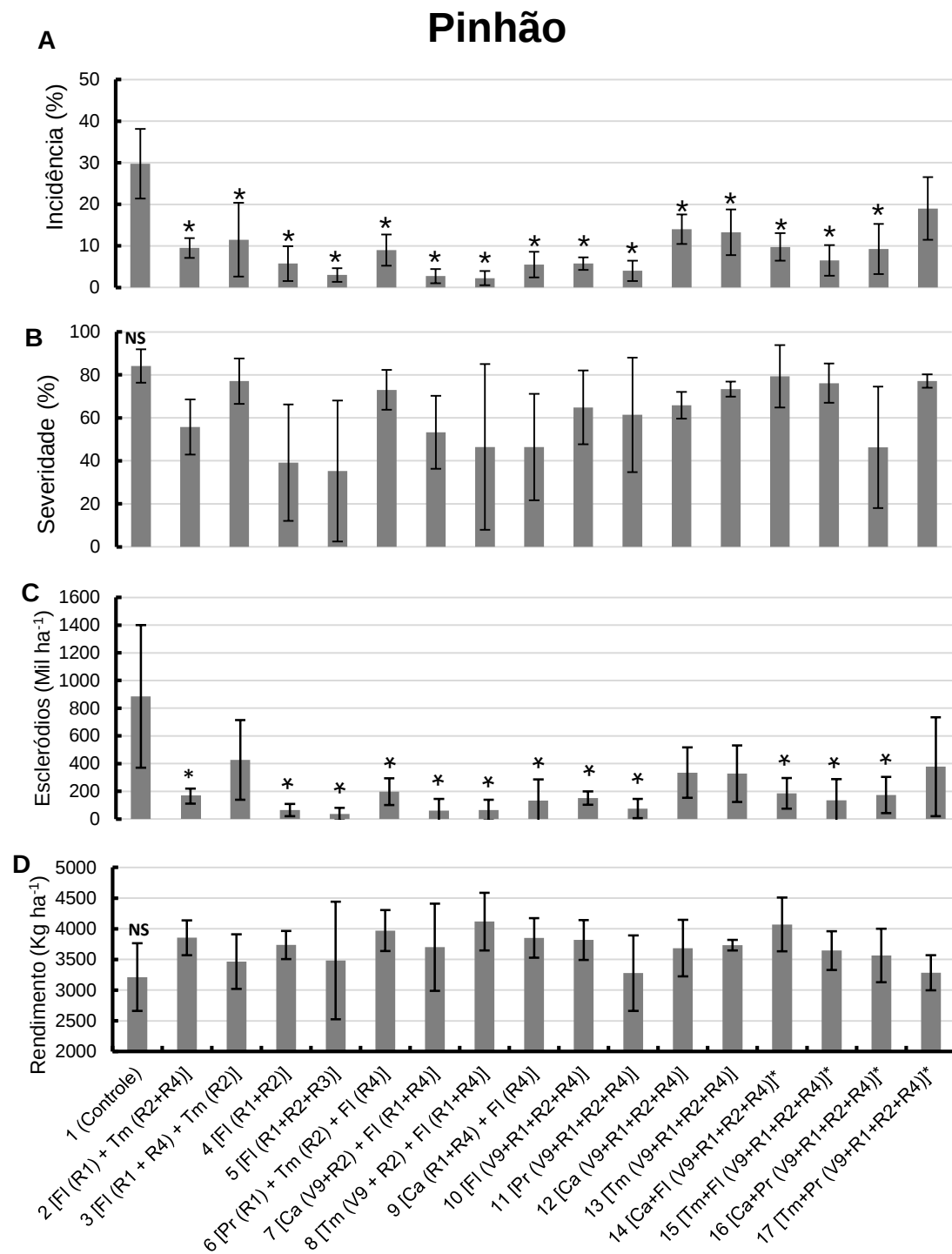


Figura 3.3 – Dados de experimento de controle químico conduzido em Pinhão/PR, safra 2011/12. A - Incidência média de *S. sclerotiorum* (* diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); B - Severidade média das plantas infectadas por *S. sclerotiorum* (NS: sem diferença estatisticamente significativa); C - Escleródios ha⁻¹ (* Diferença estatisticamente significativa dos tratamentos com o controle); D - Rendimento em Kg ha⁻¹ (NS: sem diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos). A barra de erros representa o desvio padrão.

Na figura 3.3B estão demonstrados os dados de severidade do mofo branco em Pinhão, onde, apesar de grande diferença numérica entre os tratamentos, não foram observadas diferenças estatísticas devido a grande variação dos dados, conforme demonstrado pela barra de erro. Semelhantemente ao observado em Mauá-da-Serra, observou tendências, como os tratamentos 4 [Fl (R1+R2)] e 5 [Fl (R1+R2+R3)], que proporcionaram uma redução de 53 e 58% na severidade (Figura 3.3B), respectivamente quando comparados com o controle e um maior rendimento de 16 e 8%, respectivamente, quando comparados ao controle (Figura 3.3D).

Os dados da produção de escleródios (Figura 3.3C) mostram que todos os tratamentos com fungicida proporcionaram menor produção do número de escleródios por hectare, com exceção dos tratamentos 3 [Fl (R1 + R4) + Tm (R2)], 12 [Ca (V9+R1+R2+R4)], 13 [Tm (V9+R1+R2+R4)] e 17 [Tm+Pr (V9+R1+R2+R4)], que não apresentaram diferença estatística quando comparados ao controle.

Apesar da maioria dos tratamentos reduzir a incidência da doença quando comparados ao controle (Figura 3.3A), não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos e o controle em relação ao rendimento da cultura (Figura 3.3D).

Os resultados até aqui expostos demonstram que os fungicidas utilizados proporcionam menores níveis de incidência e menor produção do número de escleródios por hectare em áreas com alta incidência do mofo branco na soja. Porém, observou-se também a grande variação nos dados, que ocorre devido ao patógeno possuir uma distribuição errática e desuniforme na área. Assim, mesmo lançando mão do uso de estatística não-paramétrica, a análise estatística ainda apresenta limitações em analisar este tipo de conjunto de dados, como foi observado nos valores de severidade da doença, onde mesmo com grandes diferenças numéricas entre os resultados, não foram observadas diferenças estatísticas em nenhum dos 3 locais avaliados. Esses resultados vão ao encontro aos observados por Jaccoud Filho et al. (2010a) e Julliat et al. (2010), onde aplicações dos fungicidas fluazinam, procimidona, tiofanato metílico e carbendazim proporcionaram menores níveis de incidência do mofo branco na cultura da soja, porém, apenas as aplicações do fungicida fluazinam isolado refletiram em ganhos no rendimento com diferenças estatisticamente significantes, quando comparados ao controle.

5.5 CONCLUSÕES

Os fungicidas testados proporcionaram menores níveis de incidência e menor produção de escleródios, principalmente as combinações que possuem 2 ou mais aplicações do princípio ativo fluazinam.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAWI, G. S.; POLACH, F. J.; MOLIN, W. T. Infection of bean by ascospores of *Whetzelinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 65, p.673-678, 1975.
- ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. **The American Phytopathological Society**, v. 69, n. 8, 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**, Saint Paul v. 65, p. 300-309, 1975.
- ABDULLAH, M. T.; ALI, N.Y.; SULEMAN, P. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary with *Trichoderma harzianum* and *Bacillus amyloliquefaciens*. **Crop Protection**, v. 27, p.1354–1359, 2008.
- ABHINAV, A, et al. Multifarious activity of bioformulated *Pseudomonas fluorescens* PS1 and biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* in Indian rapeseed (*Brassica campestris* L.). **European Journal of Plant Pathology**, v.131, p. 81–93, 2011.
- ADAMS, P. B.; AYERS, W. A. Ecology of *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, v. 69, n. 8, 1979.
- AGRIOS, G. **Plant Pathology**. 5 ed. California: Academic Press, 2005.
- AGROFIT Agrofit: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 06 de maio de 2011.
- AHARONI, Y, et al. Sodium bicarbonate reduces postharvest decay development on melons. **Postharvest Biology and Technology**, v.10, p. 201–206, 1997.
- ANDREWS, J.H. Biological control of the phyllosphere. **Annual Review of Phytopathology**, v. 30, p. 603–605, 1992.
- BAIS, H.P.; FALL, R.; VIVANCO, J.M. Biocontrol of *Bacillus subtilis* against infection of Arabidopsis roots by *Pseudomonas syringae* is facilitated by biofilm formation and surfactin production. **Plant Physiology**, v.134, p.307–319, 2004.
- BARDIN, S. D.; HUANG, H. C. Research on biology and control of *Sclerotinia* diseases in Canada. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 23 p. 88-98, 2001.
- BENÍTEZ, T, et al. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v.7, p. 249-260, 2004.
- BENNETT, A. J.; LEIFERT, C.; WHIPPS, J. M. Survival of *Coniothyrium minitans* associated with sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. **Soil Biology & Biochemistry**, v.38, p.164–172, 2006.

BIN, I.; KNUDSEN, G. R.; ESCHEN, D. J. Influence of an antagonistic strain of *Pseudomonas fluorescens* on growth and ability of *Trichoderma harzianum* to colonize sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. **Phytopathology**, v. 81, p. 994-1000, 1991.

BOLAND, G. J.; HALL, R. Epidemiology of *Sclerotinia* Stem Rot on Soybean in Ontario. **The American Phytopathological Society**, v. 78, n. 9, p. 1241-1245, 1988.

BUDGE, S. P. et al. Use of *Coniothyrium minitans* and *Gliocladium virens* for biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* in glasshouse lettuce. **Biological Control**, v. 5, p. 513-522, 1995.

BUDGE, S.P.; WHIPPS, J.M. Glasshouse trials of *Coniothyrium minitans* and *Trichoderma* species for the biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* in celery and lettuce. **Plant Pathology**, v. 40, p. 59–66, 1991.

BUDGE, S.P.; WHIPPS, J.M., Potential for integrated control of *Sclerotinia sclerotiorum* in glasshouse lettuce using *Coniothyrium minitans* and reduced fungicide application. **Phytopathology**, v. 91, p. 221–227, 2001.

CAMPBELL, W.A. A new species of *Coniothyrium* parasitic on sclerotia. **Mycologia**, v. 39, p. 190-195, 1947.

CAMPOS, H. D, et al. Eficiência de fungicidas para controle do mofo branco na cultura da soja na safra 2009/2010, Montividiu – GO. (Resumo). In: XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil – **Resumos**. Londrina: EMBRAPA SOJA, p. 201 – 203, 2010.

CHEN, H, et al. Antagonistic effects of volatiles generated by *Bacillus subtilis* on spore germination and hyphal growth of the plant pathogen, *Botrytis cinerea*. **Biotechnology Letters**, v. 30, p. 919–923, 2008.

COLEY-SMITH, J. R.; COOKE. R.C. Survival and germination of fungal sclerotia. **Annual Review of Phytopathology**, v. 9, p. 65-92, 1971.

COOK, R.J.; BAKER, K. F. Nature and practice of biological control of plants pathogens. **The American Phytopathological Society**, 534 p. 1983.

DAVET, P. Criteria for selecting *Trichoderma* clones antagonistic to sclerotial fungi in soil. **Bulletin OEPP**, v. 17, p. 535-540, 1988.

DE COSTA, D.M.; GUNAWARDHANA, H.M.D.M. Effects of sodium bicarbonate on pathogenicity of *Colletotrichum musae* and potential for controlling postharvest diseases of banana. **Postharvest Biology and Technology**, v. 68, p. 54–63, 2012.

DEL RIO, L.E.; MARTINSON, C.A.; YANG, X.B. Biological control of *Sclerotinia* stem rot of soybean with *Sporidesmium sclerotivorum*. **Plant Disease**, v. 86, p. 999–1004, 2002.

DENYER, S. P. Mechanisms of action of antibacterial biocides. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 36, p. 227–245, 1995.

DEQUEIROZ, G. A new broad spectrum disinfectant suitable for the food industry. **Tese Doutorado**, Louisiana State University, dezembro de 2004.

FALLIK, E, et al. Bicarbonate Solutions Control Powdery Mildew (*Leveillula taurica*) on Sweet Red Pepper and Reduce the Development of Postharvest Fruit Rotting. **Phytoparasitica**, v. 25, n. 1, p. 41-43, 1997.

FRANCO, D.A.S.; BETTIOL, W. Efeito de produtos alternativos para o controle do bolor verde (*Penicillium digitatum*) em pós-colheita de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 569-572, 2002.

FULLER, P. A.; COYNE, D. P.; STEADMAN, J. R. Inheritance of resistance to white mold disease in a diallel cross of dry beans (*Sclerotinia sclerotiorum*). **Crop Science**, n. 24, p. 929-933, 1984.

GHISALBERTI, E. L.; C. Y. ROWLAND. Antifungal metabolites from *Trichoderma harzianum*. **Journal of Natural Products**, v. 56, p. 1799-1804, 1993.

GODOY, G.; STEADMAN, J. R.; YUEN, G.Y. Bean blossom bacteria have potencial for biological control of White mold disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, n. 33, p. 45-46, 1990.

GÖRGEN, C.A, et al. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1583-1590, 2009.

GRIGOLETTI JR, A; SANTOS, A.F dos; AUER, C.G. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. In: **Floresta**, v. 30, 200 p. 2000.

GUPTA, V.P, et al. Plant growth-promoting *Bacillus subtilis* strain as potential inducer of systemic resistance in tomato against *Fusarium* wilt. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v.107, p.145-154, 2000.

HANDELSMAN, J.; STABB, E.V. Biocontrol of soilborne plant pathogens. **Plant Cell**, v.8, p.1855-1869, 1996.

HARMAN, G. E, et al. *Trichoderma* species: opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews: Microbiology**, v. 2, p. 43 – 56, Jan, 2004.

HARMAN, G. E. Myths and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant disease**, v. 84, n. 4, p. 377-393. 2000.

HU, Y.; LI, G.X.; YANG, L. Characterization of factors affecting activity of chitinase produced by mycoparasite *Coniothyrium minitans*. **Chinese Journal of Applied and Environmental Biology**, v. 15, p. 556-229, 2009.

HUANG, H.C, et al. Foliar application of fungal biocontrol agents for the control of white mold of dry bean caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Biological Control**, v. 18, p. 270–276, 2000.

HUANG, H.C. Control of *Sclerotinia* wilt of sunflowers by hiperparasites. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 2, p. 26-32, 1980.

HUANG, H.C.; ERICKSON, R.S. *Ulocladium afrum* as a biological control agent for white mold of bean caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytoparasitica**, v. 35, p.15–22, 2007.

JACCOUD FILHO, D. S, et al. Avaliação da eficácia e do manejo de fungicidas no controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) na cultura da soja. In: xxxi Reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil, 2010, Brasília. **Resumos da XXXI reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil**. Brasília: EMBRAPA SOJA, 2010a, p. 189-191.

JACCOUD FILHO, D. S, et al. Análise, distribuição e quantificação do “Mofo Branco” em diferentes regiões produtoras do estado do Paraná. (Resumo). In: **XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil – Resumos**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2010 b, p. 226 – 228.

JACCOUD FILHO, D. S, et al. Avaliação da eficácia de fungicidas e *Trichoderma* no controle do “mofo branco” (*Sclerotinia sclerotiorum*) na cultura da soja. (Resumo). In: **XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil – Resumos**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2010c, p. 220 – 222.

JAMES, D, et al. Screening of several disinfectants to assess their efficacy in controlling mycelia growth, sporangia germination, and recovery of viable *Phytophthora ramorum*. **Crop Protection**, v. 42, p. 186-192, 2012.

JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C. Podridão branca da haste da soja: manejo e uso de fungicidas em busca da sustentabilidade nos sistemas de produção. Uberlândia: **Composer**, 2010. 33 p.

JULIATTI, F.C et al. Diferentes manejos no controle da podridão branca da haste da soja (*Sclerotinia sclerotiorum*). (Resumo). In: **XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil – Resumos**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2010. p. 196 – 200.

JUNG, K.H. Growth Inhibition of Pyroligneous Acid on Pathogenic Fungus, *Alternaria mali*, the Agent of Alternaria Bloth of Apple. **Biotechnology and Bioprocess Engineering**, v. 12, p. 318-322, 2007.

KNIGHT, D.; COOKE, M. The Biocide Business: Regulations, Safety and Applications. Wiley-VCH, Germany, 2002.

KUPPER, K.C.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. de. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p.251-257, 2003.

KUS, C.; ALTANLAR, N. Synthesis of some new benzimidazole carbamate derivatives for evaluation of antifungal activity. **Turkish Journal of Chemistry**, n. 27, p. 35-39, 2003.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Tópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12, 2010.

LEE, S.H, et al. Production of pyroligneous acid from lignocellulosic biomass and their effectiveness against biological attacks. **Journal of applied sciences**. V. 10, n. 20, p. 2440-2446, 2010.

LEELASUPHAKUL, W.; HEMMANEE, P.; CHUENCHITT, S. Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit. Postharvest. **Biology and Technology**, v.48, p.113-121, 2008.

LOO, A.Y; JAIN, K; DARAH, I. Antioxidant activity of compounds isolated from the pyroligneous acid, *Rhizophora apiculata*. **Food Chemistry**, v. 107, p.1151–1160, 2008.

LOPES, M.E.B.M.; LEONEL JÚNIOR, F.L. Efeito da aplicação de fungicidas, cobalto e molibdênio em sementes de soja sobre a sanidade, emergência e produtividade da cultura. **Revista de Agricultura**, v.75, p. 87-86, 2000.

LYNCH, J. M.; EBBEN, M. H. The use of micro-organisms to control plant disease. **Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement**, 1986.

MAILLARD, J. Y. Bacterial target site for biocide action. **Journal of Applied Microbiology**, v. 92, p. 16-27, 2002.

MAZZINI, F. Come cambiano le norme sui prodotti fitosanitari e loro coadiuvanti. **Inf. Tore Fitopatol**, v. 52, p. 42–46, 2002.

MELLO, A. F. S.; LOURENÇO, S. A; AMORIN, L. Alternative products in the “in vitro” inhibition of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Scientia Agricola**. (Piracicaba, Brasil.), v.62, n.2, p.179-183, Mar/Abr, 2005.

MIGUEL-WRUCK, D.S. et al. Ensaio cooperativo para controle químico de mofo branco em soja – safra 2009/2010 com ênfase no manejo de fungicidas. (Resumo). In: **XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil – Resumos**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2010. p. 194 – 195.

MORETINI, A.; MELO, I.S. Formulação do fungo *Coniothyrium minitans* para controle do mofo-branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p.155-161, 2007.

MORRAL, R.A.A. A preliminary study of the influence of water potential on sclerotium germination in *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal Botany**, v. 55, p. 8-11, 1977.

MUELLER, D. S, et al. Efficacy of fungicides on *Sclerotinia sclerotiorum* and their potential for control of *Sclerotinia* stem rot on soybean. **Plant Disease**, v. 86, p.26-31, 2002.

NAPOLEÃO, R. et al. Intensidade do mofo-branco do feijoeiro em plantio convencional e direto sob diferentes lâminas d’água. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 374-379, 2005.

NEL, B, et al. Evaluation of fungicides and sterilants for potential application in the management of Fusarium wilt of banana. **Crop Protection**, v. 26, p.697–705, 2007.

NIEDZ, R.P; BAUSHER, M.G. Control of in vitro contamination of explants from greenhouse and field-grown trees. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, v. 38, p. 468–471, Set–Out, 2002.

OLIVEIRA, V.M, et al. Eficiência de fungicidas no controle da incidência e severidade do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), na cultura da soja. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 7, n.12, 2011.

OUSLEY, M.A.; LYNCH, J.M.; WHIPPS, J.M. Potential of *Trichoderma* spp as consistent plant growth stimulators. **Biology and Fertility of Soils**, v. 17, p. 85–90, 1994.

PARKINSON, M.; PRENDERGAST, M; SAYEGH, A.J. Sterilisation of explants and cultures with sodium dichloroisocyanurate. **Plant Growth Regulation**, v. 20, p. 61-66, 1996.

PHILLIPS, A. J. L. Carpogenic germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*: a review. **Phytophylactica**, v. 19, p. 279-283, 1986.

REZENDE, A. A. et al. Eficiência de diferentes produtos comerciais a base de *Trichoderma spp*. No controle da podridão Branca da haste (*Sclerotinia sclerotiorum*). (Resumo). In: **XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil – Resumos**. Londrina: EMBRAPA SOJA, p. 229 – 232, 2010.

SCHWARTZ, H.F.; STEADMAN, J.R. Factors affecting sclerotium populations and apothecium production by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 68, p. 383–388, 1978.

SILVA, J. I. C, et al. Interferência do hipoclorito de sódio na absorção de macro e micronutrientes nas culturas da soja e do feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 257-265, Mar/Abr, 2010.

SILVA, P.R.Q. **Transformação de *Trichoderma harzianum* com os genes egfp e (-tubulina)**. 129 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

SINDELAROVA, M; SINDELAR, L; BURKETOVÁ, L. Changes in glucose, fructose and saccharose metabolism in tobacco plants infected with potato virus Y. **Biologia Plantarum**, v. 42, n. 3, p. 431-439, 1999.

SINGH, P. et al. Use of Glutaraldehyde and Benzalkonium Chloride for Minimizing Post-Harvest Physio-Chemical and Microbial Changes Responsible for Sucrose Losses in Sugar Cane. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 7176–7183, 2008.

SMILANICK, J.L. et al. Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. **Plant Disease**, v. 83, p. 139–145, 1999.

SPADARO, D; GARIBALDI, A.; GULLINO, M.L. Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on apple combining a biocontrol agent with hot water dipping and acibenzolar-S-methyl, baking soda, or ethanol application. **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p. 141–151, 2004.

SUMIDA, C. H. **Controle do Mofo Branco na Cultura da Soja**. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual de Londrina, 2012.

SUNDHEIM, G. et al. Bacterial resistance to disinfectants containing quaternary ammonium compounds. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 41, p. 235–239, 1998.

TRUTMAN, P.; KEANE, P.J.; MERRIMAN, P.R. Reduction of sclerotial inoculum of *Sclerotinia sclerotiorum* with *Coniothyrium minitans*. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 12, p. 461-465, 1980.

TRUTMANN, P.; KEANE, P. J.; MERRIMAN, P. R. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* on aerial parts of plants by the hyperparasite *Coniothyrium minitans*. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 78, p. 521-529, 1982.

TU, J. C. Management of White Mold of White bean in Ontario. **Plant Disease**, v. 73, p. 281-285, 1989.

VOISARD, C.; KEEL, D.; DEFAGO, G. Cyanide production by *Pseudomonas fluorescens* helps suppress black root rot of tobacco under gnotobiotic conditions. **European Molecular Biology Organization Journal**, v.8, p. 351–358, 1989.

WALTER, E.H.M; NASCIMENTO, M.S; KUAYE, A.Y. Efficacy of sodium hypochlorite and peracetic acid in sanitizing green coconuts. **Letters in Applied Microbiology**, v. 49, p. 366–371, 2009.

WEI, Q; MA, X; DONG, J. Preparation, chemical constituents and antimicrobial activity of pyroligneous acids from walnut tree branches. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 87, p. 24–28, 2008.

WHIPPS, J. M.; BUDGE S. P.; MITCHELL, S. J. Observations on sclerotial mycoparasites of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Mycological Research**, v. 97, n. 6, p. 697-700, 1993.

WHIPPS, J. M.; BUDGE, S. P. Screening for sclerotial mycoparasites of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Mycological Research**, v. 94, n. 5, p. 607-612, 1990.

WHIPPS, J. M.; GERLAGH, M. Biology of *Coniothyrium minitans* and its potential for use in disease biocontrol. **Mycological Research**, v. 96, n. 11, p. 897-907, 1992.

YUEN, G. Y, et al. Bacterial biocontrol of White mold disease (*Sclerotinia sclerotiorum*). **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 35, p. 54-44, 1992.

ZENG, W, et al. Use of *Coniothyrium minitans* and other microorganisms for reducing *Sclerotinia sclerotiorum*. **Biological Control**, v. 60, n. 2, p. 225–232, 2012.

APÊNDICES

Apêndice A - Dados no momento das aplicações no experimento de controle alternativo conduzido em Arapoti. Safra 2011/12.

Dados	Aplicações			
	1	2	3	4
Data	28/12/2011	11/01/2012	24/01/2012	04/02/2012
Estádio	V4	V9	R1	R2
Horário início	14:00	10:50	10:10	09:00
Horário fim	14:40	11:10	10:50	09:40
Temperatura inicial (°C)	29	23,3	20	27
Temperatura final (°C)	31	24	27	27
Umidade relativa inicial (%)	62	72	80	60
Umidade relativa final (%)	49	72	80	60
Nebulosidade inicial (%)	70	100	100	0
Nebulosidade final (%)	70	100	100	0
Umidade do solo	seco	úmido	úmido	seco
Ventos	moderado	moderado	fraco	fraco
Tratamentos aplicados	2 a 18	2 a 18	2 a 18	2 a 18

Apêndice B - Dados no momento das aplicações no experimento de controle alternativo conduzido em Mauá-da-Serra. Safra 2011/12.

Dados	Aplicações			
	1	2	3	4
Data	20/12/2011	27/12/2011	05/01/2012	16/01/2012
Estádio	V5	V9	R1	R2
Horário início	16:30	12:35	16:50	16:00
Horário fim	15:15	13:10	17:30	17:30
Temperatura inicial (°C)	30	29	25	26
Temperatura final (°C)	28	30	26	27
Umidade relativa inicial (%)	50%	50	76	61
Umidade relativa final (%)	48%	50	75	62
Nebulosidade inicial (%)	50%	30	70	70
Nebulosidade final (%)	30%	70	50	30
Umidade do solo	seco	seco	úmido	úmido
Ventos	moderado	fraco	fraco	fraco
Tratamentos aplicados	2 a 18	2 a 18	2 a 18	2 a 18

Apêndice C - Dados no momento das aplicações no experimento de controle alternativo conduzido em Pinhão. Safra 2011/12.

Dados	Aplicações			
	1	2	3	4
Data	11/12/2011	28/12/2012	12/01/2012	20/01/2012
Estádio	V4	V9	R1	R2
Horário início	14:10	19:10	08:45	19:00
Horário fim	14:40	19:35	09:10	20:00
Temperatura inicial (°C)	29,4	24,1	18	21
Temperatura final (°C)	28,7	21,1	19	19
Umidade relativa inicial (%)	45	75	86	65
Umidade relativa final (%)	45	92	84	75
Nebulosidade inicial (%)	0	40	100	30
Nebulosidade final (%)	0	50	100	30
Umidade do solo	seco	úmido	úmido	úmido
Ventos	fraco	fraco	moderado	moderado
Tratamentos aplicados	2 a 18	2 a 18	2 a 18	2 a 18

Apêndice D – Dados no momento das aplicações no experimento de controle biológico conduzido em Arapoti. Safra 2011/12.

DADOS	APLICAÇÕES			
	1	2	3	4
Data	28/12/2011	11/01/2012	24/01/2012	04/02/2012
Estádio	V4	V9	R1	R2
Horário início	16:10	11:20	18:10	19:00
Horário fim	16:30	11:40	18:35	19:40
Temperatura inicial (°C)	28	21	23	27
Temperatura final (°C)	23	21	22	27
Umidade relativa inicial (%)	55	86	96	78
Umidade relativa final (%)	78	88	95	84
Nebulosidade inicial (%)	50	100	100	30
Nebulosidade final (%)	100	100	100	30
Umidade do solo	seco	úmido	úmido	seco
Vento	fraco	moderado	fraco	fraco
Tratamentos aplicados	2 a 6, 8, 9	2 a 6, 9	2 a 8	2 a 9

Apêndice E – Dados no momento das aplicações no experimento de controle biológico conduzido em Mauá-da-Serra. Safra 2011/12.

DADOS	APLICAÇÕES				
	1	2	3	4	5
Data	20/12/2011	27/12/2011	05/01/2012	16/01/2012	16/01/2012
Estádio	V5	V9	R1	R2	R2
Horário início	19:30	15:30	18:30	17:15	18:30
Horário fim	19:50	15:45	19:00	17:25	18:50
Temperatura inicial (°C)	22	28	23	26	22
Temperatura final (°C)	21	27	23	26	22
Umidade relativa inicial(%)	65	55	78	76	88
Umidade relativa final(%)	72	58	78	76	89
Nebulosidade inicial (%)	60	90	100	30	50
Nebulosidade final (%)	50	100	100	30	50
Umidade do solo	seco	seco	úmido	úmido	úmido
Ventos	moderado	fraco	fraco	fraco	fraco
Tratamentos aplicados	2 a 6, 8, 9	2 a 6, 9	2 a 8	7, 8, 9	2 a 6

Apêndice F – Dados no momento das aplicações no experimento de controle biológico conduzido em Pinhão. Safra 2011/12.

DADOS	APLICAÇÕES			
	1	2	3	4
Data	20/12/2011	06/01/2012	17/01/2012	26/01/2012
Estádio	V4	V9	R1	R2
Horário início	19:35	20:20	19:15	20:00
Horário fim	20:00	20:35	19:35	20:20
Temperatura inicial (°C)	19	18,6	22	19
Temperatura final (°C)	18	17,2	21,3	18,5
Umidade relativa inicial (%)	65	96	84	75
Umidade relativa final (%)	80	96	90	78
Nebulosidade inicial (%)	80	20	100	50
Nebulosidade final (%)	100	30	100	50
Umidade do solo	úmido	úmido	úmido	úmido
Vento	fraco	fraco	moderado	moderado
Tratamentos aplicados	2 a 6, 8, 9	2 a 6, 9	2 a 8	2 a 9

Apêndice G – Dados no momento das aplicações no experimento de controle químico conduzido em Arapoti. Safra 2011/12.

DADOS	APLICAÇÕES			
	1	2	3	4
Data	11/01/2012	24/01/2012	04/02/2012	14/02/2012
Estádio	V9	R1	R2	R4
Horário início	14:10	10:10	09:00	10:00
Horário fim	14:30	10:50	09:40	10:50
Temperatura inicial (°C)	23,3	20	27	26
Temperatura final (°C)	24	27	27	26
Umidade relativa inicial (%)	72	80	60	70
Umidade relativa final (%)	72	80	60	65
Nebulosidade inicial (%)	100	100	0	50
Nebulosidade final (%)	100	100	0	60
Umidade do solo	úmido	úmido	seco	úmido
Ventos	fraco	fraco	fraco	fraco
Tratamentos aplicados	7,8, 10 a 17	2 a 17	2 a 17	2,3,5 a 17

Apêndice H – Dados no momento das aplicações no experimento de controle químico conduzido em Mauá-da-Serra. Safra 2011/12.

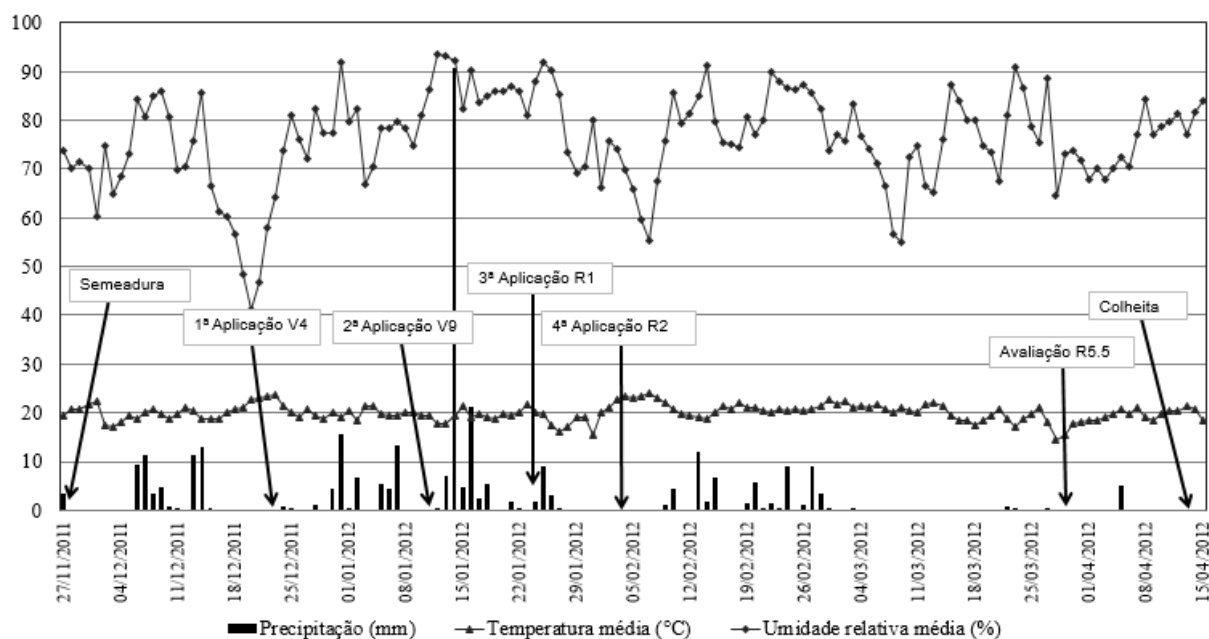
DADOS	APLICAÇÕES			
	1	2	3	4
Data	27/12/2011	05/01/2012	16/01/2012	28/01/2012
Estádio	V9	R1	R2	R4
Horário início	11:00	15:10	16:00	11:00
Horário fim	12:30	16:00	17:30	12:00
Temperatura inicial (°C)	31	29	26	28
Temperatura final (°C)	29	26	27	29
Umidade relativa inicial (%)	60	47	61	56
Umidade relativa final (%)	54	68	62	50
Nebulosidade inicial (%)	80	10	70	0
Nebulosidade final (%)	30	75	30	0
Umidade do solo	seco	úmido	úmido	úmido
Ventos	fraco	fraco	fraco	fraco
Tratamentos aplicados	7,8, 10 a 17	2 a 17	2 a 17	2,3,5 a 17

Apêndice I – Dados no momento das aplicações no experimento de controle químico conduzido em Pinhão. Safra 2011/12.

DADOS	APLICAÇÕES			
	1	2	3	4
Data	27/12/2011	05/01/2012	16/01/2012	28/01/2012
Estádio	V9	R1	R2	R4
Horário início	18:00	09:30	17:00	17:00
Horário fim	18:55	10:30	18:00	18:00
Temperatura inicial (°C)	26	21	24	25
Temperatura final (°C)	25,5	22	22	24,5
Umidade relativa inicial (%)	60	65	55	56
Umidade relativa final (%)	65	62	60	53
Nebulosidade inicial (%)	20	50	0	0
Nebulosidade final (%)	30	50	0	0
Umidade do solo	úmido	úmido	úmido	úmido
Ventos	fraco	moderado	moderado	moderado
Tratamentos aplicados	7,8, 10 a 17	2 a 17	2 a 17	2,3,5 a 17

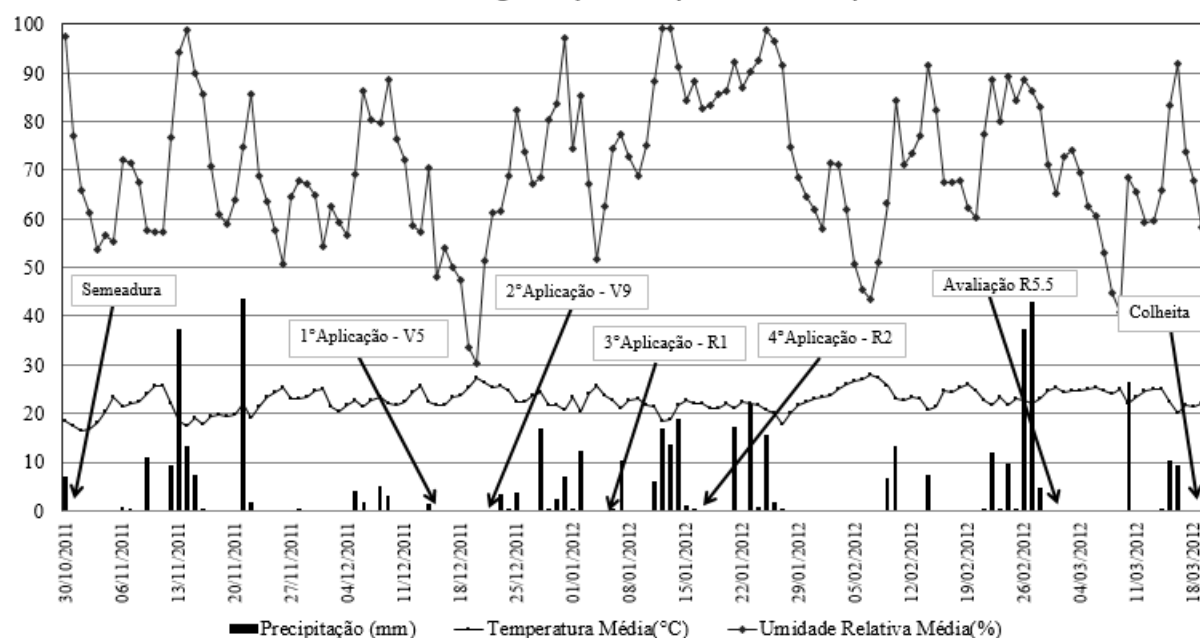
ANEXOS

Dados meteorológicos Arapoti/PR - safra 2011/12

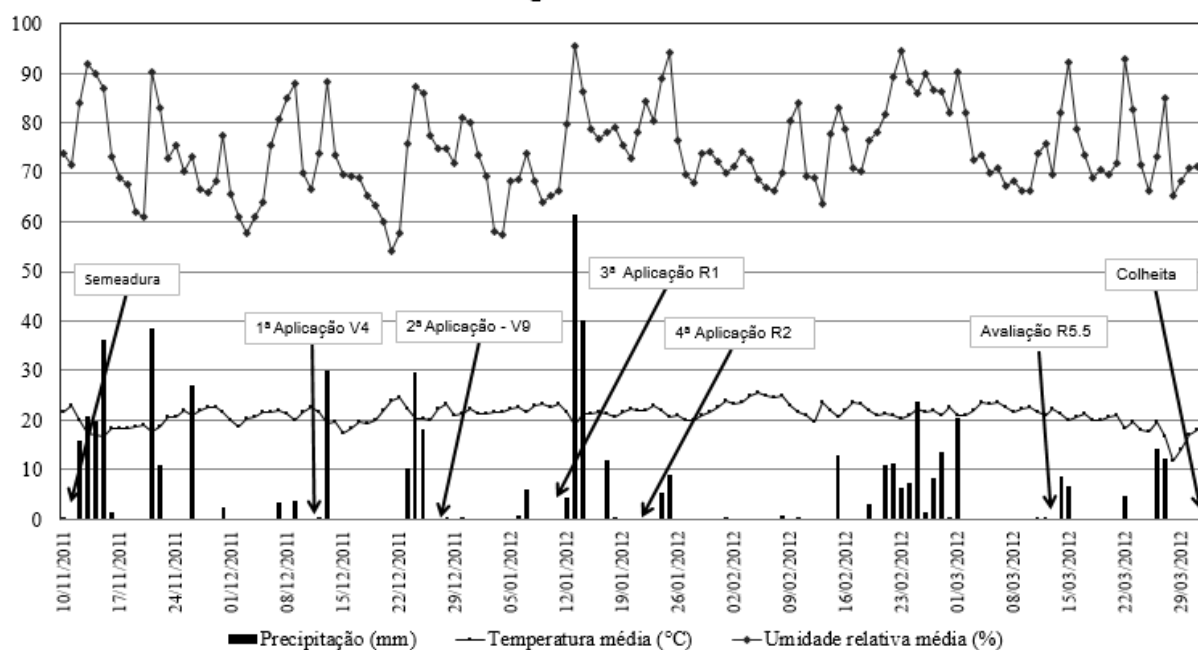


Anexo A - Dados meteorológicos do experimento de controle alternativo conduzido em Arapoti/PR na safra de 2011/2012. V4: 4 trifólios abertos; V9: 9 trifólios abertos; R1: primeira flor aberta; R2: floração plena.

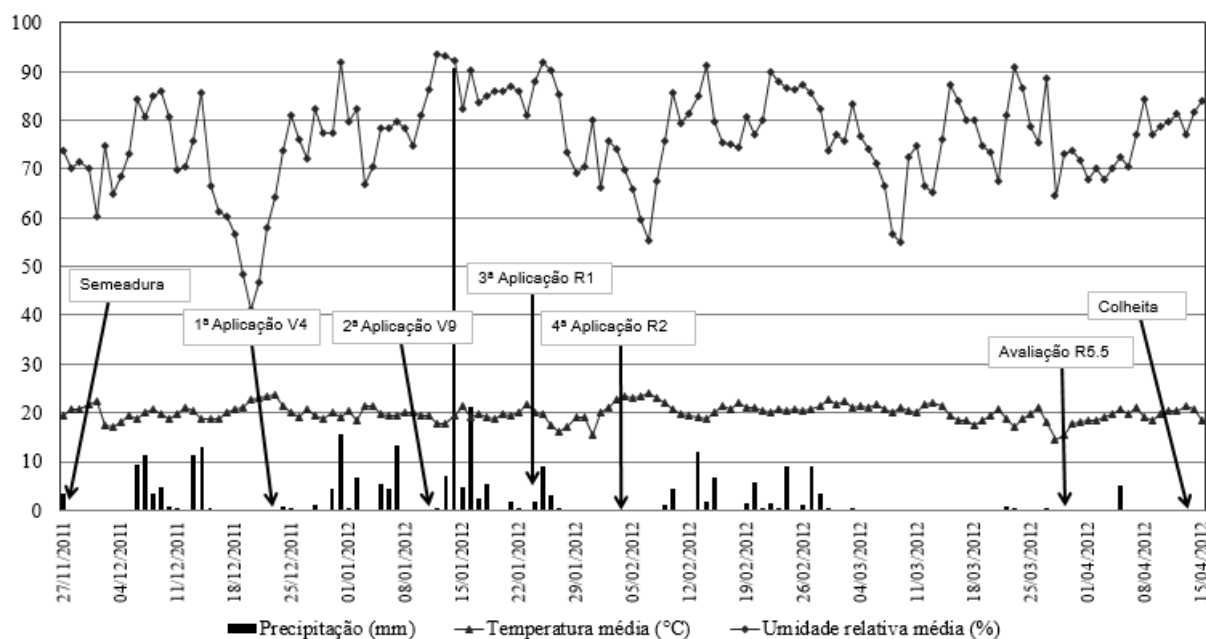
Dados Meteorológicos Apucarana/PR - safra 2011/2012



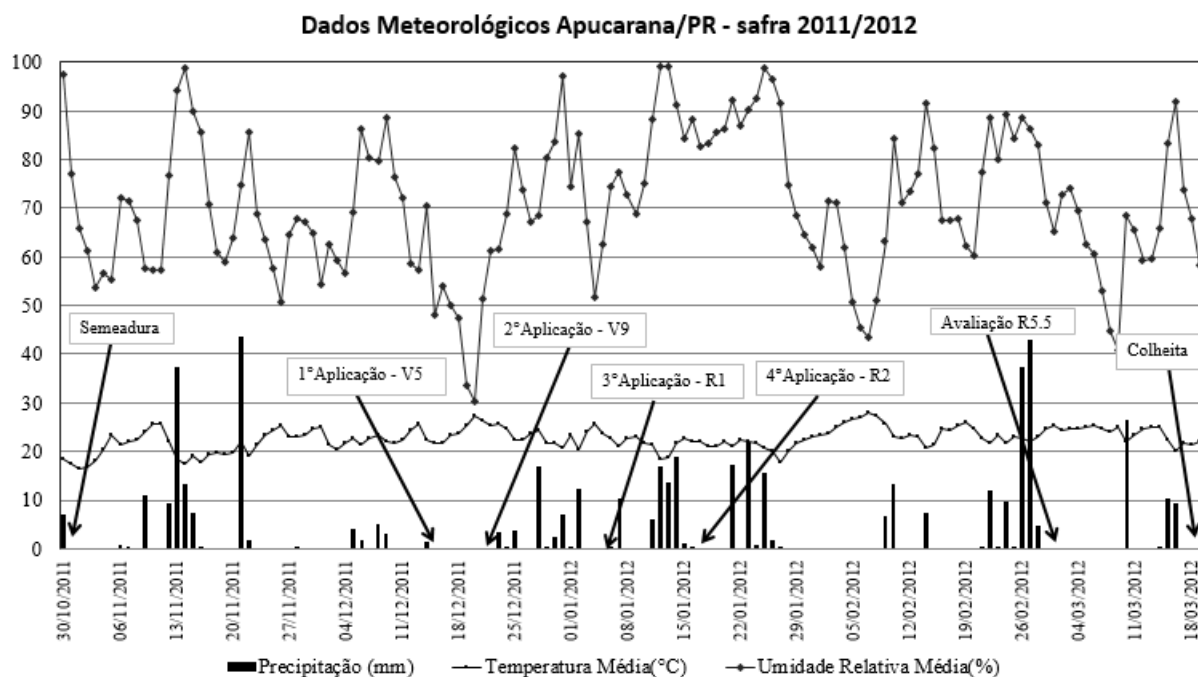
Anexo B - Dados meteorológicos de Apucarana/PR na safra 2011/2012, utilizados como referência para o experimento de controle alternativo conduzido de Mauá-da-Serra/PR. Fonte: SIMEPAR. V5: 5 trifólios abertos; V9: 9 trifólios abertos; R1: primeira flor aberta; R2: floração plena.

Dados meteorológicos Pinhão/PR safra 2011/12

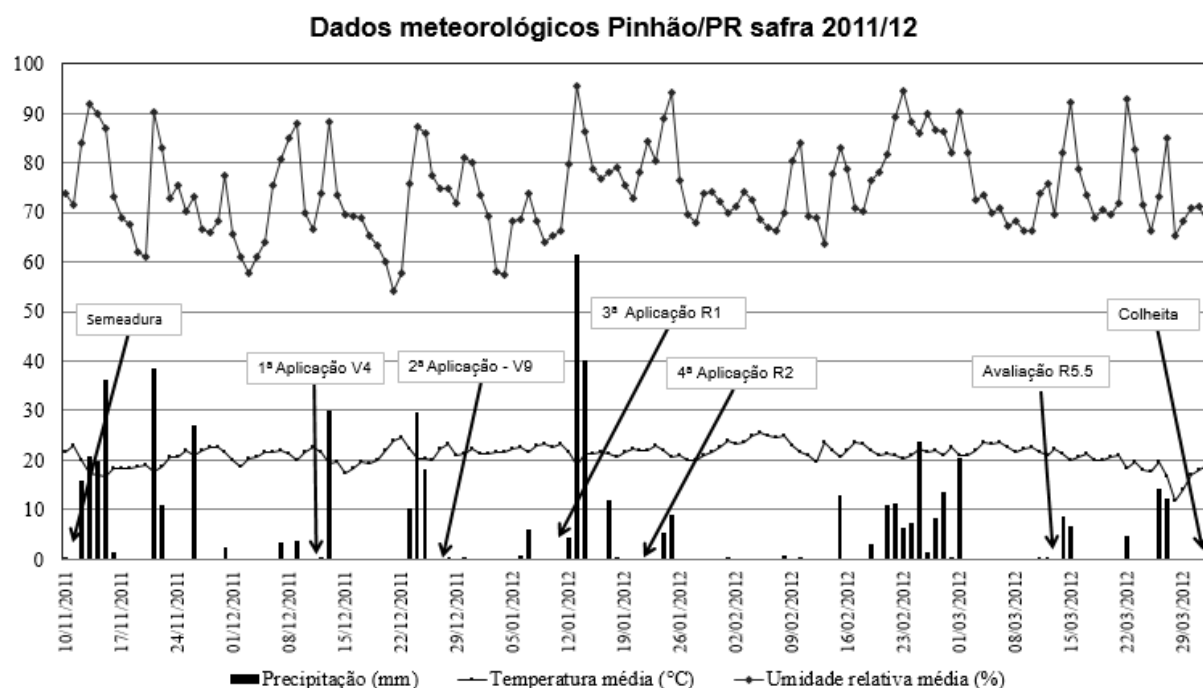
Anexo C - Dados meteorológicos do experimento de controle alternativo conduzido em Pinhão/PR na safra 2011/2012. Fonte: SIMEPAR. V4: 4 trifólios abertos; V9: 9 trifólios abertos; R1: primeira flor aberta; R2: floração plena.

Dados meteorológicos Arapoti/PR - safra 2011/12

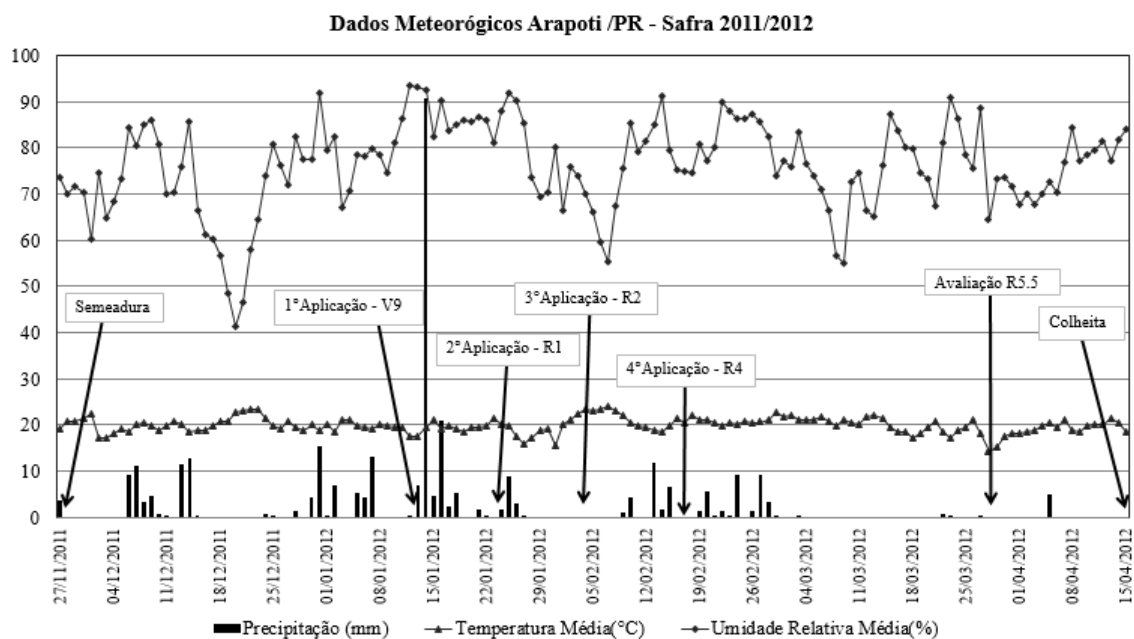
Anexo D – Dados meteorológicos de Arapoti/PR na safra de 2011/2012. V4: 4 trifólios abertos; V9: 9 trifólios abertos; R1: primeira flor aberta; R2: floração plena.



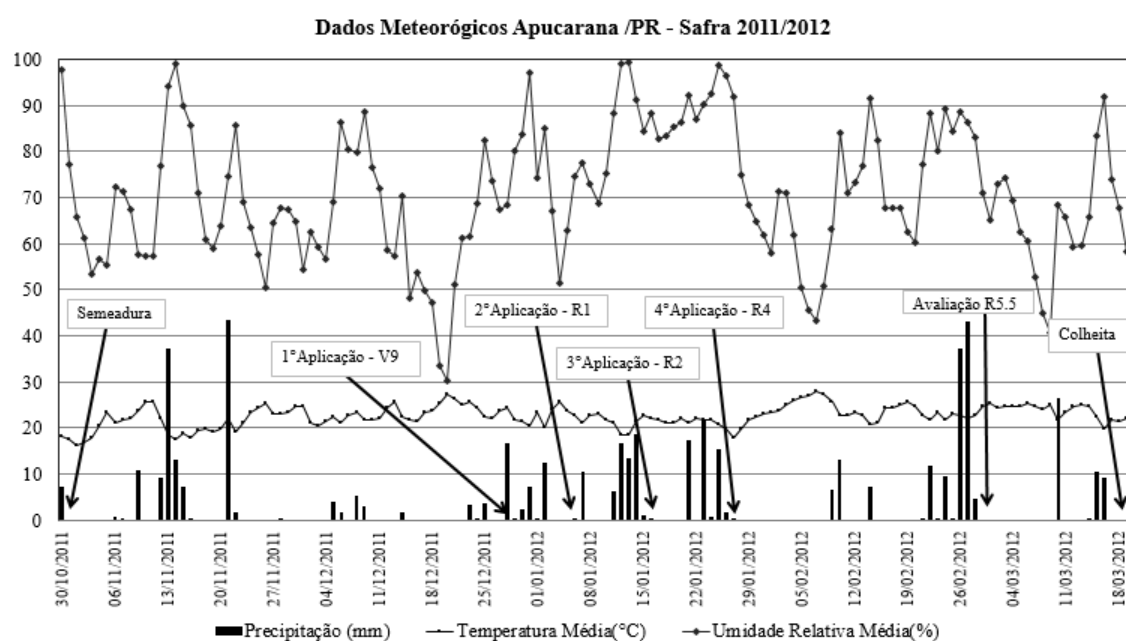
Anexo E – Dados meteorológicos de Apucarana/PR na safra 2011/2012, utilizados como referência para a localidade de Mauá-da-Serra/PR. Fonte: SIMEPAR. V5: 5 trifólios abertos; V9: 9 trifólios abertos; R1: primeira flor aberta; R2: floração plena.



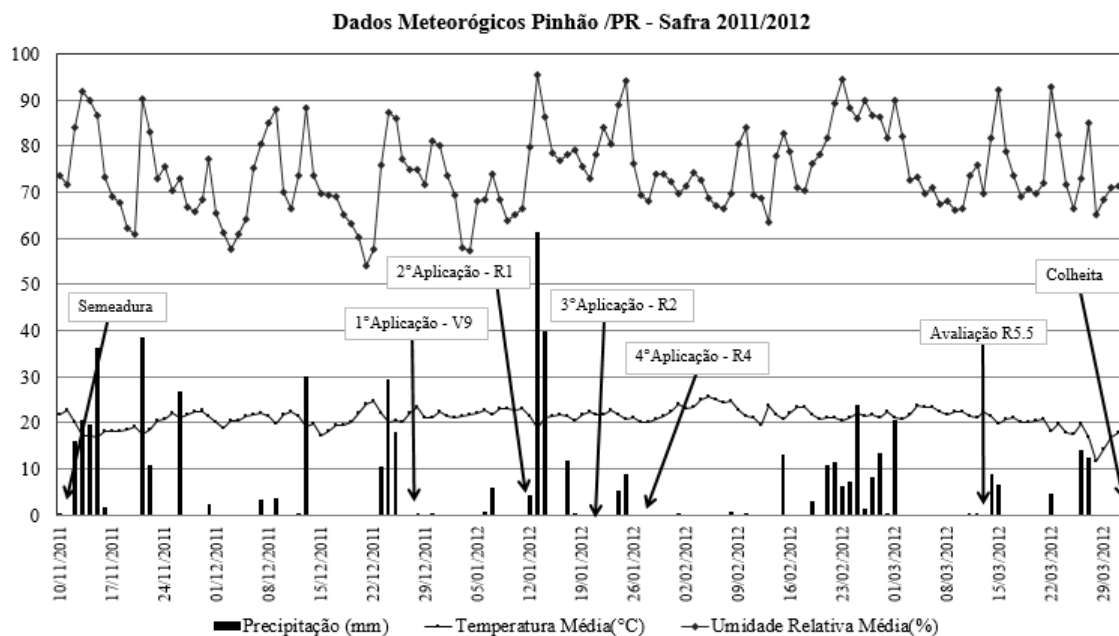
Anexo F – Dados meteorológicos de Pinhão/PR na safra 2011/2012. Fonte: SIMEPAR. V4: 4 trifólios abertos; V9: 9 trifólios abertos; R1: primeira flor aberta; R2: floração plena.



Anexo G – Dados meteorológicos de Arapoti/PR na safra de 2011/2012. V9: 9 trifólios abertos; R1: primeira flor aberta; R2: floração plena; R4: frutificação plena; vagem com 20 mm de comprimento; R5.5: final do enchimento de grãos.



Anexo H – Dados meteorológicos de Apucarana/PR na safra 2011/2012, utilizados como referência para a localidade de Mauá-da-Serra/PR. Fonte: SIMEPAR. V10: 10 trifólios abertos; R1: primeira flor aberta; R2: floração plena; R4: frutificação plena, vagem com 20mm de comprimento; R5.5 – Final do enchimento de grãos.



Anexo I – Dados meteorológicos de Pinhão/PR na safra 2011/2012. Fonte: SIMEPAR. V9: 9 trifólios abertos; R1: primeira flor aberta; R2: floração plena; R4: frutificação plena, vagem com 20mm de comprimento; R5.5 – Final do enchimento de grãos.