

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**MANEJO DO MOFO BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum* L.) EM
TOMATEIRO INDUSTRIAL**

RENATA ALVES DE AGUIAR

Orientador:
Prof. Marcos Gomes da Cunha

Agosto - 2011

RENATA ALVES DE AGUIAR

**MANEJO DO MOFO BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum* L.) EM
TOMATEIRO INDUSTRIAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:

Prof. Ph.D. Marcos Gomes da Cunha

Co-orientador:

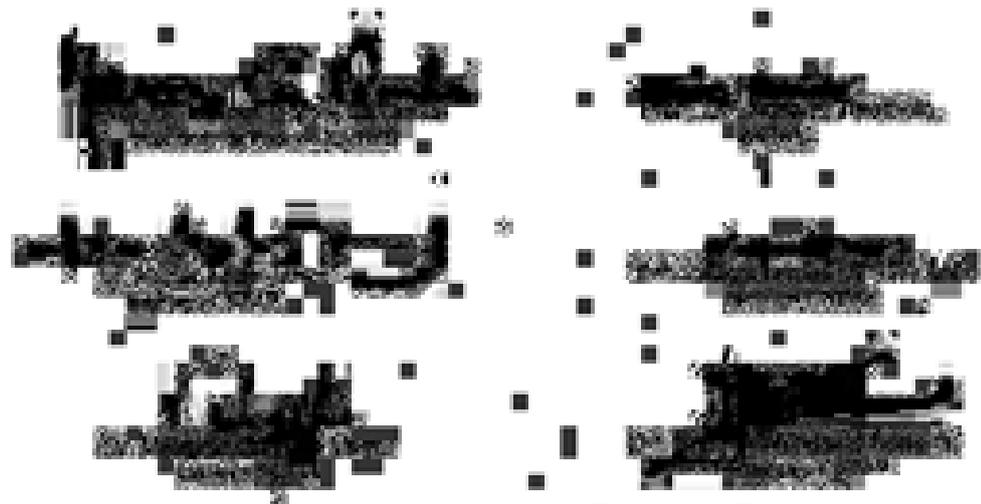
Dr. Murillo Lobo Junior

Goiânia, GO – Brasil
2011

RENATA ALVES DE SOUZA

TÍTULO: Trabalho de grupo dentro da economia compartilhada
CNPQ: 303001/2018-0

TIPO DE PROJETO: Projeto de pesquisa em desenvolvimento
CNPQ: 303001/2018-0



ORÇAMENTO:
R\$ 10.000,00

*Aos meus pais, Edvaldo e Floraci,
pela educação, apoio, incentivo e amor
incondicional durante toda a minha vida;*

*Ao Tiago, pelo amor,
companheirismo, incentivo e todos os momentos
especiais durante estes anos...*

DEDICO e OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me proporcionado saúde e disposição;

À Universidade Federal de Goiás, à Unilever, e ao CNPq pela oportunidade para a realização deste curso;

Aos meus pais, Edvaldo Alves da Silva e Floraci Santos de Aguiar, pelo apoio e carinho;

Ao meu marido, Tiago Morais Junqueira pelo amor dedicado;

Ao Professor Marcos Gomes da Cunha pela orientação;

Ao Dr. Murillo Lobo Junior pela orientação e ensinamentos;

Aos funcionários da Unilever, Weber, Sebastião e Fernando, pelo auxílio na realização do trabalho;

Ao Welinton Mota, em especial, pela dedicação, amizade e paciência;

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Agronomia, pelos ensinamentos;

A todos os colegas da Agronomia pela amizade, em especial a Adriana Teramoto;

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho,

Meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	07
LISTA DE FIGURAS	09
RESUMO GERAL	11
GENERAL ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 ORIGEM E ACEITAÇÃO DO TOMATE NA ALIMENTAÇÃO HUMANA	17
2.2 IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL	18
2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	20
2.4 CARACTERÍSTICAS DE CULTIVARES DE TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL	21
2.5 MOFO BRANCO (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	23
2.5.1 Formas de controle	25
3 REAÇÃO DE HÍBRIDOS DE TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO EM RELAÇÃO AO MOFO BRANCO	33
3.1 INTRODUÇÃO	34
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.4 CONCLUSÃO	45
4 CONTROLE DO MOFO BRANCO (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) EM TOMATEIRO RASTEIRO COM FUNGICIDAS SINTÉTICOS E SILÍCIO	46
4.1 INTRODUÇÃO	47
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	49
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.4 CONCLUSÃO	55
5 CONTROLE BIOLÓGICO E QUÍMICO DO MOFO BRANCO, VIA BARRA DE PULVERIZAÇÃO, EM TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL	56
5.1 INTRODUÇÃO	57
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	60
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
5.4 CONCLUSÃO	69
6 CONTROLE DO MOFO BRANCO EM TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL POR <i>Trichoderma</i> sp. e FUNGICIDAS QUÍMICO APLICADOS VIA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO	70
6.1 INTRODUÇÃO	71

6.2	MATERIAL E MÉTODOS	74
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
6.4	CONCLUSÃO	82
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Teor de licopeno em frutas e produtos à base de tomate	19
Tabela 2.	Características de algumas das principais cultivares ou híbridos de tomate para processamento industrial plantados e/ou avaliados no Brasil	22
Tabela 3.	Produtos registrados para o controle do mofo branco na cultura do tomate industrial	27
Tabela 3.1.	Comportamento dos híbridos de tomate para processamento industrial quanto à incidência do mofo branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade e seus componentes, nos anos de 2008 e 2009, em Goiânia – GO	39
Tabela 3.2.	Comportamento médio dos híbridos de tomate para processamento industrial no ano de 2008 e 2009 em relação à incidência do mofo branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade e componentes de produção. Goiânia – GO	43
Tabela 3.3.	Matriz de correlação obtida com o coeficiente de Pearson entre as diferentes variáveis relacionadas ao mofo branco, à produtividade e aos e seus componentes, em híbridos de tomateiro para processamento industrial. Goiânia, GO, 2008-2009	43
Tabela 4.1.	Efeito de fungicidas sintéticos associados ou não com silicato de potássio no controle do mofo branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade e rendimento industrial do tomateiro para processamento Heinz 9780. Goiânia-GO, 2008	53
Tabela 4.2.	Efeito de fungicidas sintéticos associados ou não com silicato de potássio no controle do mofo branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade e rendimento industrial do tomateiro para processamento Heinz 9780. Goiânia-GO, 2009	55
Tabela 5.1.	Efeitos de <i>Trichoderma</i> sp. aplicado para o controle do mofo branco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) sobre os componentes de produção, em tomateiro para processamento industrial, com o híbrido Heinz 9780, Goiânia-GO	62
Tabela 5.2.	Matriz de correlação obtida com o coeficiente de Pearson entre as diferentes variáveis relacionadas ao mofo branco, à produtividade e seus componentes, em tomateiro para processamento industrial. Goiânia, GO, 2008-2009	64
Tabela 5.3.	Diferenças quanto ao ano de 2008 e 2009 em relação aos componentes da produção, em experimento para controle biológico e químico do mofo branco em tomateiro para processamento industrial, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia-GO	65

Tabela 6.1. Efeito de *Trichoderma harzianum* + *T. viride* (1×10^9 UFC mL⁻¹ em 3 aplicações de 1 L ha⁻¹) associado ou não aos fungicidas fluazinam e procimidona aplicados por meio de irrigação por gotejamento na produtividade e seus componentes do tomate para processamento industrial Heinz 7155, nos anos de 2009 e 2010. Goiânia – GO 81

LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1.** Curva de progresso do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em diferentes híbridos de tomateiro para processamento industrial irrigado por gotejamento, em 2008 (A) e 2009 (B), em Goiânia - GO 40
- Figura 3.2.** Visão parcial de parcelas de diferentes híbridos de tomate para processamento industrial afetadas pelo mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) com diferentes níveis de incidência da doença, em área irrigada por gotejamento. Goiânia-GO, 2009 42
- Figura 5.1.** Curva de progresso do mofo branco em tomateiro para processamento industrial em tratamentos com *Trichoderma* sp. isolado ou associado ao fungicida fluazinam, em 2008, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia – GO 65
- Figura 5.2.** Curva de progresso do mofo branco em tomateiro para processamento industrial em tratamentos com *Trichoderma* sp. isolado ou associado ao fungicida fluazinam, em 2009, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia – GO 66
- Figura 5.3.** Teor de sólidos solúveis (°Brix) entre os diferentes produtos à base de *Trichoderma* sp. no ano de 2008 e 2009, em experimento para controle biológico e químico do mofo branco em tomateiro para processamento industrial, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia-GO 68
- Figura 5.4.** Rendimento de polpa (t ha⁻¹) em relação ao uso de trichoderma, fluazinam e ano, em experimento para controle biológico e químico do mofo branco em tomateiro para processamento industrial, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia-GO 68
- Figura 6.1.** Progresso do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em tomateiro para processamento industrial Heinz 7155 em tratamentos aplicados via irrigação por gotejamento com *Trichoderma harzianum* + *T. viride* (1×10^9 UFC mL⁻¹) em 3 aplicações de 1 L ha⁻¹ associado ou não aos fungicidas fluazinam e procimidona, em 2009. Goiânia – GO 77
- Figura 6.2.** Progresso do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em tomateiro para processamento industrial Heinz 7155 em tratamentos aplicados via irrigação por gotejamento com *Trichoderma harzianum* + *T. viride* (1×10^9 UFC mL⁻¹) em 3 aplicações de 1 L ha⁻¹ associado ou não aos fungicidas fluazinam e procimidona, em 2010. Goiânia – GO 78

Figura 6.3. Porcentagem de redução da AACPD em comparação à testemunha após uso de *Trichoderma harzianum* + *T. viride* (1×10^9 UFC mL⁻¹) em 3 aplicações de 1 L ha⁻¹ associado ou não aos fungicidas fluazinam e procimidona aplicados via irrigação por gotejamento, sobre a área abaixo da curva de progresso do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) (AACPD), em tomateiro para processamento industrial Heinz 7155, nos anos de 2009 e 2010. Goiânia – GO 79

RESUMO GERAL

AGUIAR, R. A. **Manejo do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* L.) em tomateiro industrial**. 2011. 95f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011¹.

O Brasil ocupa o nono lugar na produção mundial de tomate (*Solanum esculentum* L.), sendo que grande parte desta produção é destinada a indústrias de processamento. A agregação de valor obtida com o processamento torna esta espécie a hortaliça de maior importância econômica na região do Cerrado do Brasil, onde o Estado de Goiás se destaca como maior produtor. Apesar das condições edafoclimáticas favoráveis, vários fatores têm dificultado sua produção, principalmente as doenças provocadas por patógenos habitantes do solo, que tem aumentado sua importância em sistemas de produção intensivos. Dentre elas, o mofo branco provocado por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary causa sérios problemas em solos infestados, sob condições de temperatura amena e alta umidade. Por ser um patógeno polífago e não existirem híbridos resistentes, o controle químico tem sido o método mais utilizado no manejo da doença, apesar de nem sempre ser eficiente pela dificuldade de atingir as estruturas de resistência do patógeno no solo. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes híbridos quanto à arquitetura da planta para escape da doença; comparar a aplicação de fungicidas sintéticos com e sem a utilização de silício; avaliar o controle biológico do mofo branco por meio de diferentes produtos comerciais elaborados a partir de isolados do fungo *Trichoderma* spp., associados ou não com a aplicação de fungicida sintético, via barra de pulverização ou via fungigação. Foram conduzidos ensaios na fazenda experimental da Unilever, em Goiânia (GO), nos anos de 2008 a 2010, em solo de textura média. A área experimental foi previamente infestada com escleródios do patógeno, obtidos em resíduos de pré-limpeza de soja. A irrigação em todos os experimentos foi realizada por gotejamento em parcelas com estande de 4 plantas m⁻¹ com 1,5 metro entre linhas. Os híbridos utilizados para avaliação quanto à arquitetura da planta foram: U232, U2006 (Unilever), H9992, H7155 (Heinz), N877 (Nunhems) e Hp108 (Hypeel). Já o híbrido utilizado nos demais ensaios foi o Heinz 9780. Todos os experimentos foram conduzidos sob delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, e tiveram avaliações semanais da incidência da doença para obtenção da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Avaliou-se ainda a produtividade e seus componentes, além de pH, teor de sólidos solúveis e rendimento de polpa. Os resultados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Scott-Knott ou Tukey (5%) com auxílio do programa estatístico Sisvar. Verificou-se que: Em ambos os anos, a menor AACPD nos híbridos H9992 e Hp108 (Scott-Knott 5%), é creditada ao escape parcial da doença, devido ao porte das plantas e concentração de maturação, demonstrando que a escolha do híbrido pode ser adicionada às práticas culturais já utilizadas para o manejo da doença. Apesar de não ter havido diferenças entre os híbridos quanto à sua produtividade, as perdas na produção foram correlacionadas à incidência da doença e à AACPD. Em ano com elevada incidência os fungicidas (fluazinam e procimidona) são eficientes e silicato de potássio, sem aplicação de fluazinam ou procimidona, foi igualmente eficiente, podendo ser utilizado na agricultura orgânica. No controle do mofo branco, via barra de pulverização, na cultura do tomate para processamento industrial, o uso do Trichodermax e Trichodermil não diferiram

¹ Orientador: Prof. PhD Marcos Gomes da Cunha. EA. UFG.

Co-orientador: Dr. Murillo Lobo Junior. Embrapa Arroz e Feijão.

do padrão de controle em relação a incidência da doença, produtividades e rendimentos. Não há influência do fluazinam via barra de pulverização no controle do mofo branco. Já para o rendimento de polpa há interação entre *Trichoderma*, ano e fluazinam, sendo que ocorreu um maior rendimento de polpa no ano de maior incidência com o uso do fluazinam. Verificou-se que o controle biológico com utilização do *Trichoderma* sp., via fungigação, para o mofo branco, isolado ou em combinação com os fungicidas sintéticos fluazinam e procimidona, reduz a AACPD e incrementa a produtividade do tomate para processamento industrial em até 25 toneladas ha⁻¹ em média. O rendimento de polpa nos tratamentos com controle biológico foi aumentado em cerca de 1,0 e 7,0 t ha⁻¹, respectivamente, em 2009 e 2010.

Palavras-chave: *Sclerotinia sclerotiorum*, rendimento industrial, área abaixo da curva de progresso da doença, controle biológico, silício.

GENERAL ABSTRACT

AGUIAR, R. A. **Management of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*L.) in tomato industry.** 2011. 95f. Thesis (Doutor in Agronomy: Production Plant) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011¹.

Brazil ranks ninth in the world production of tomato (*Solanum esculentum* L.), while much of this production is destined for processing industries. The added value obtained with the fruit processing endorses this species as the vegetable with the greatest economic importance in the Cerrado region of Brazil, where the State of Goiás stands out as the largest producer. Despite the favorable soil and climatic conditions, several factors have hindered its production, especially diseases caused by soilborne pathogens, which had increased their importance with the adoption of intensive production systems. Among them, white mold caused by *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary has caused serious problems in infested soils, under mild temperatures and high humidity. Concerning the large number of *S. sclerotiorum* hosts and the lack of resistant hybrids, chemical control has been chosen as the most common method for disease management, despite not always efficient, due to the difficulties to reach the pathogen's resistance structures in the soil. Therefore, the study aimed to evaluate the disease escape on different tomato hybrids, to compare the effectiveness of synthetic fungicides mixed or not to potassium silicate; evaluate the biological control of white mold, with different commercial products based on *Trichoderma* spp. associated or not to a synthetic fungicide, and to evaluate the biological control with or without chemical fungicides, applied through chemigation. Tests were carried out in soil of medium texture at Unilever experimental farm, in Goiânia (GO), from 2008 to 2010. The experimental area was previously infested with sclerotia of the pathogen, obtained in pre-cleaning wastes of soybean. Drip irrigation was used in all tests, which had 4 plants m⁻¹ with 1.5 meters between rows. The hybrids used in the disease escape tests were: U232, U2006 (Unilever), H9992, H7155 (Heinz), N877 (Nunhems) and H108 (Hypeel). In all other essays, Heinz 9780 was the chosen hybrid. All experiments were conducted under randomized blocks design with three replications, and had weekly assessments of disease incidence to estimate the area under the disease progress curve (AUDPC). We also evaluated the productivity and its components, as well as acidity, soluble solids content and industrial yield. The results were submitted to ANOVA and to the Scott Knott or Tukey tests at 5%, using the statistical program Sisvar. It was shown that: Hybrids H9992 and Hp108 had lower AUDPCs, suggesting a partial escape to white mold and that hybrid choice can be added to the disease management cultural practices, despite there was no difference on their yield. In 2008, under higher disease pressure, potassium silicate in plots without fungicide application showed disease incidence, AUDPC, productivity and industrial yield equivalent to treatments with fluazinam and procymidone, and superior to results with benzalkonium chloride. There was no difference between treatments with *Trichoderma* spp. associated or not to fluazinam, in any of the assessed traits. Regarding industrial yield, there was an interaction between *Trichoderma*, fluazinam and years, with higher pulp yield under higher disease incidence and fluazinam sprayed alone. It was found that biological control with *Trichoderma* spp. via chemigation as a single measure or in mixture with the synthetic fungicides procymidone fluazinam reduced the AUDPC and increased the productivity of processing tomatoes in 25 tons on

¹ Adviser: Marcos Gomes da Cunha, Ph.D, Universidade Federal de Goiás.
Co-adviser: Murillo Lobo Junior, Dr., Embrapa Arroz e Feijão.

average, compared to the control. Therefore, this study showed new options for the integrated management of white mold in processing tomatoes.

Keywords: *Sclerotinia sclerotiorum*, industrial yield, area under disease progress curve, biological control, silicon.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomate (*Solanum esculentum* L.) é consumido em todo o mundo, sendo a maior parte de sua produção destinada ao consumo *in natura*. No Brasil, de acordo com o levantamento da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM) (2010), no ano de 2009, o tomate foi cultivado em uma área de 55 mil ha sendo que, deste total, 31% ou 17 mil ha foram destinados ao processamento. A produtividade média do tomate para indústria em algumas regiões foi em torno de 80 t ha⁻¹, com a estimativa de que a tomaticultura seja responsável por cerca de 16% do PIB gerado pela produção de hortaliças no Brasil.

As mudanças nos hábitos alimentares, em função da crescente integração das mulheres no mercado de trabalho, vêm ocasionando um incremento na demanda por produtos derivados da polpa de tomate. Assim, a produção destinada à indústria vem crescendo no Brasil, especialmente na região dos Cerrados, devido às boas condições edafoclimáticas, disponibilidade de terra de baixo custo se comparado a outras regiões tradicionais de cultivo da Região Sudeste e ao suprimento adequado de água pela irrigação. Por estes motivos, o tomateiro para processamento industrial é a hortaliça de maior importância econômica cultivada na região do Cerrado do Brasil, sendo Goiás o maior estado produtor (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008).

Os três maiores municípios produtores de tomate para indústria pertencem ao Estado de Goiás (Cristalina, Morrinhos e Piracanjuba), e representam 39% da produção estadual e 9,68% da produção brasileira (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008). O clima seco durante os meses de março a setembro favorece o cultivo na região, que utiliza alto nível tecnológico. Os solos profundos, bem drenados e a topografia plana facilitam a mecanização e permitem o uso de grandes sistemas de irrigação, propiciando altas produtividades.

A cultura é afetada por um grande número de doenças, como: pinta preta (*Alternaria solani*), requeima (*Phytophthora infestans*), podridão de esclerotínia ou mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.), vírus do vira cabeça e geminivírus. Algumas dessas

doenças podem causar perdas totais de produção, se medidas integradas de controle não forem adotadas corretamente. Os fungos são os microrganismos causadores do maior número de doenças de plantas e da tomaticultura. Cerca de 17% dos custos de produção de tomate são atribuídos ao uso de fungicidas (FAEG/GETEC, 2010). Os fungos habitantes do solo, particularmente, são difíceis de serem controlados, requerendo medidas integradas de manejo (Lopes & Ávila, 2005). Dentre as doenças de grande importância econômica da cultura pode-se citar o mofo branco ou podridão de esclerotínia, causada por *Sclerotinia sclerotiorum* Lib. De Bary. O mofo branco causa sérios prejuízos quando o tomateiro rasteiro é cultivado em áreas infestadas sob condições de temperaturas amenas e alta umidade.

O patógeno tem como hospedeiras plantas de 75 famílias, 278 gêneros, 408 espécies e 42 subespécies ou variedades (Boland & Hall, 1994). Por ser um patógeno polífago e devido à falta de resistência nos híbridos, o controle químico tem sido o método mais utilizado no manejo desta doença (Steadman, 1979), porém, o uso de fungicidas é pouco eficiente para atingir os escleródios do patógeno no solo, que são estruturas de resistência que podem permanecer viáveis por vários anos. Por este motivo, as áreas infestadas demandam uma série de pulverizações para conter a doença e a multiplicação do patógeno, caso contrário, ocorrem perdas progressivas na produção e incremento da infestação do solo para as safras seguintes.

As restrições para a erradicação da doença em áreas infestadas tornam-se necessário a integração de vários métodos de controle para se obter um manejo mais eficiente do mofo branco, em sistemas de cultivo mais sustentáveis e portanto, menos dependentes de agrotóxicos (Ribeiro, 2009). Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes híbridos quanto à arquitetura de planta para escape da doença; comparar a aplicação de fungicidas sintéticos com e sem a utilização de silício; avaliar o controle biológico do mofo branco por meio de diferentes produtos comerciais elaborados a partir de isolados do fungo *Trichoderma* spp., associados ou não com a aplicação de fungicida sintético, via barra de pulverização ou via fungigação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM E ACEITAÇÃO DO TOMATE NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) tem como centro de origem a região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até ao norte do Chile. A sua domesticação ocorreu no México, e os espanhóis e portugueses difundiram-no pelo mundo através de suas colônias ultramarinas. Nesses primeiros tempos, os frutos eram pequenos e altamente perecíveis, apodrecendo em poucas horas depois de colhidos. Nessa época, a Europa associou o fruto do tomateiro a outra fruta da família das Solanáceas, a mandrágora, extremamente venenosa. A toxicidade é devida aos glicoalcalóides presentes em muitas espécies dessa família. No tomateiro, no entanto, o glicoalcalóide presente é a tomatina, que embora apareça em altas concentrações nas folhas e frutos verdes, transforma-se em compostos inertes nos frutos maduros (Silva & Giordano, 2000).

Numa tentativa de aproveitar a planta, os espanhóis desprezaram os frutos e experimentaram como alimentação as folhas e os talos. Os resultados foram desastrosos, contribuindo para intensificar a rejeição à planta. Assim, do século XVI até início do século XVII, o tomateiro foi cultivado nos jardins da Inglaterra, Itália, Espanha e França como planta ornamental pela beleza dos frutos. Foi chamado também de *pomme d'amour* ou maçã do amor (Alvarenga, 2004).

A primeira referência histórica da aceitação do tomate na alimentação humana foi feita em 1554, pelo veneziano Matthioli. Na Espanha e Itália, praticamente iniciou-se o consumo desde sua introdução. Com o passar do tempo, integrou-se profundamente à gastronomia italiana, sendo usado em pizzas, saladas e com azeite, sal e condimentos. No Brasil, a sua introdução deve-se a imigrantes europeus (principalmente italianos, espanhóis e portugueses) no final do século XIX. Na verdade, a difusão e o incremento no consumo começaram a ocorrer apenas depois da Primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (Alvarenga, 2004).

A produção brasileira de tomate para industrialização, ou tomate rasteiro, experimentou grande impulso apenas a partir da década de 1950, no Estado de São Paulo,

viabilizando a implantação de diversas agroindústrias. Na década de 1980, ela expandiu-se na região Nordeste, especialmente em Pernambuco e no Norte da Bahia. Em virtude das condições climáticas favoráveis para a produção de tomate existentes naquela região, imaginou-se a possibilidade de cultivá-lo durante um maior período do ano, com a expectativa de evitar a formação de estoques de polpa e reduzir o período de ociosidade da indústria na entressafra. A partir de 1991, ocorreu redução da área plantada, provocada pela maior oferta de polpa no mercado internacional e pelo ataque severo da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) (Silva et al., 2003).

Como todo produto destinado ao processamento em larga escala, os preços dos derivados de tomate são muito influenciados pelo mercado internacional. Por isso, a tecnologia de produção deve buscar competitividade, reduzindo custos de produção e elevando os índices de produtividade e qualidade (Silva et al., 2003).

Diversos fatores contribuíram para a elevação da produtividade, entre esses a concentração da produção em áreas de Cerrado (GO e MG) favorecidas pelo solo e clima; adoção de tecnologias avançadas, substituição de cultivares de polinização aberta por híbridos de alto potencial produtivo. Adicionalmente, foram introduzidos novos métodos de manejo na cultura, incluindo técnicas mais eficientes de irrigação associadas a novas fórmulas para nutrição de plantas. As importações reduziram-se significativamente em 1999, cedendo maior espaço para a produção interna. As indústrias inovaram-se com o lançamento de embalagens mais práticas e novos produtos menos concentrados e de maior valor agregado, como molhos e outros (Melo & Vilela, 2004), para atender as novas exigências de mercado, com a introdução crescente da mulher no mercado de trabalho.

2.2 IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL

A importância das hortaliças na dieta humana deve-se ao fato de serem não apenas fonte substancial de carboidratos e proteínas, mas também excelente suprimento de vitaminas e minerais. Entre os atributos mais importantes relacionados à qualidade e preferência de consumo do tomate, entre as hortaliças, estão a aparência, o sabor, o aroma, a textura e o valor nutricional, além, evidentemente, da facilidade de preparo (Alvarenga, 2004).

O consumo do tomate é recomendado pelos nutricionistas por se constituir em alimento rico em licopeno (média de 3,31 miligrama em 100 gramas), vitaminas do complexo A e B e minerais importantes, como o fósforo e o potássio, além de ácido fólico, cálcio e frutose. Quanto mais maduro, maior a concentração desses nutrientes (Wikipedia, 2009).

A composição dos frutos varia de acordo com a cultivar, nutrição mineral, condições de cultivo e ambientais nas quais foram produzidos. O fruto fresco possui baixo poder calórico, baixo teor de matéria seca e é muito rico em cálcio e vitamina C. Os açúcares (sacarose e frutose) constituem cerca de 65% dos sólidos solúveis totais e se acumulam na fase final da maturação. A cor avermelhada ocorre em razão do acúmulo de licopeno, que é uma das substâncias fotoquímicas com propriedades anticancerígenas (Alvarenga, 2004).

O licopeno é um carotenóide sem atividade de pró-vitamina A, mas um potente antioxidante, sendo essa função possivelmente associada à redução do risco da ocorrência de câncer e certas doenças crônicas. Porém, o organismo humano não é capaz de sintetizar carotenóides, dessa forma eles são obtidos exclusivamente por meio da dieta alimentar. Esse nutriente é encontrado em um número limitado de alimentos (Moritz & Tramonte, 2006) e o tomate e seus derivados são as melhores contribuições dietéticas, mas são boas fontes desse elemento também o mamão, a goiaba vermelha e a melancia (Tabela 1) (Bramley, 2000).

Tabela 1. Teor de licopeno em frutas e produtos à base de tomate.

Frutas ou derivados de tomate	Conteúdo de licopeno ($\mu\text{g g}^{-1}$ peso úmido)
Tomate fresco	8.8 - 42
Melancia	23 - 72
Goiaba vermelha	54
Mamão	20 - 53
Molho de tomate	62
Tomate em pasta	54 - 1500
Suco de tomate	50 - 116
Ketchup	99 - 134,4
Molho na pizza	127,1

Fonte: Bramley (2000).

De acordo com Bramley (2000), 85% do licopeno consumido vêm do tomate ou de seus derivados. As concentrações de licopeno nos tomates também são variáveis, principalmente no que diz respeito à coloração, maturação, local de plantio e clima. Essa

diferença devido às condições climáticas e geográficas pode ser observada no trabalho realizado por Rodriguez-Amaya (1999), em que o mamão da Tailândia, cultivado na Bahia, teve o dobro ($40 \pm 6 \mu\text{g g}^{-1}$) da concentração de licopeno, quando comparado ao mamão cultivado em São Paulo.

Outro fator importante no consumo de licopeno é o aumento da sua biodisponibilidade no processamento de alimentos, devido à liberação da matriz do alimento. Com isso, molho de tomate e purê de tomate são tidos como melhores fontes biodisponíveis de licopeno do que as demais fontes de alimentos não cozidos, tais como o tomate cru (Boileau et al., 2002).

Alguns estudos comprovam a influência positiva do licopeno no tratamento de câncer, pois é considerado eficiente na prevenção do câncer de próstata e no fortalecimento do sistema imunológico. De 1986 à 1998, a Universidade de Harvard (EUA) analisou os hábitos de cinquenta mil homens. Segundo os resultados da pesquisa, os homens que consumiam molho de tomate duas vezes por semana tiveram 23% menos incidência de câncer do que outros. Concluiu-se ainda que os benefícios podem ser maiores caso o tomate seja cozido, acompanhado com um pouco de azeite (Wikipedia, 2009). Porém, o cozimento diminui alguns componentes benéficos, como os flavonóides, vitaminas C e E. A quantidade sugerida de ingestão de licopeno ainda não está bem definida, variando de 4 mg dia^{-1} a 35 mg dia^{-1} (Moritz & Tramonte, 2006).

2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O tomate é uma das mais importantes olerícolas cultivadas no país e no mundo, sendo consumido *in natura* ou industrializado. A China é o principal país produtor, com uma produção de 33.911.702 t em 2008. O Brasil ocupa o nono lugar na produção de tomate com uma produção de 3.867.655 t, o que correspondeu, em 2008, a 916.363 milhões de dólares (FAO, 2010). Na América do Sul, o Brasil lidera a produção de tomate para processamento industrial e é o maior mercado consumidor de seus derivados industrializados. Entretanto, no contexto mundial, o país tem uma participação de apenas 5,5% da produção total de tomate para processamento industrial (23,7 milhões de toneladas em 2001) e a exportação de derivados industrializados não é significativa (23,6 mil toneladas em 2000) (Melo & Vilela, 2005).

Os Estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e o Vale do São Francisco, entre Bahia e Pernambuco, são os mais importantes no cultivo de tomate para o processamento industrial e onde estão concentradas as principais indústrias processadoras (Azevedo, 2008). Goiás, líder da produção nacional de tomate industrial, mantém, seguidamente, a hegemonia de maior produtor nacional desde 1999. Em 2005, com participação de 22,5% da produção nacional, produziu 776 mil toneladas, e desse total, 86% referia-se à produção de tomate rasteiro, ou seja, tomate para processamento (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008). Diante da importância econômica da cultura, utiliza-se grande quantidade de insumos, o que onera o custo de produção que atualmente, em Goiânia - Goiás, corresponde a 103,00 R\$ t⁻¹, com produtividade média de 92 t ha⁻¹ (FAO, 2010).

O uso de fungicidas, por exemplo, corresponde a 17% do custo total da cultura (FAO, 2010). Outro impacto da adoção dos modernos pacotes tecnológicos de produção agrícola é o aumento da intensidade das doenças causadas por fungos de solo (Café Filho & Lobo Junior, 2000). Pode-se citar como um exemplo de patógeno habitante de solo que tem causado sérios prejuízos em diversas culturas, provocando uma das doenças de maior poder destrutivo para o tomateiro cultivado sob pivô central, o fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, causando a doença denominada mofo branco (Lopes & Ávila, 2005).

2.4 CARACTERÍSTICAS DE CULTIVARES DE TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

Conforme Silva & Giordano (2000), na escolha de uma cultivar de tomate para processamento industrial, deve-se levar em consideração, além da resistência ou tolerância às principais doenças de ocorrência na região, algumas características como o ciclo. A maior parte dos híbridos e cultivares listados nos catálogos das firmas de sementes possuem ciclo de 95 a 125 dias (Tabela 2) e o teor de sólidos solúveis (°Brix), é outra das principais características da matéria-prima. Grande parte dos sólidos solúveis em tomate é composto por açúcares (glicose e frutose) formados a partir da hidrólise do amido (Zambrano et al., 1996), que são importantes componentes do sabor dos frutos por meio do equilíbrio com os ácidos orgânicos (Gómes & Camelo, 2002). Quanto maior o teor de sólidos solúveis, maior será o rendimento industrial e menor o gasto de energia no

processo de concentração da polpa. Em termos práticos, para cada aumento de 1ºBrix na matéria-prima, há incremento de 20% no rendimento industrial (Silva & Giordano, 2000), sendo que a maturação tende a aumentar o teor de sólidos solúveis e o armazenamento tende a declinar (Kluge & Minami, 1997).

Tabela 2. Características de algumas das principais cultivares ou híbridos de tomate para processamento industrial plantados e/ou avaliados no Brasil.

Cultivares/ Híbridos	Dias para maturação	ICM*	ºBrix	Resistência a doenças**	Origem
IPA-6	120 a 125	1	5,0 a 5,5	Fol-1 Fol-2 N	IPA
Viradoro	100 a 120	2	4,4 a 4,8	Ve-1 Fol-1 N St VC	Embrapa/ IPA
Ap 533	115 a 125	2	5,0 a 5,5	Ve-1 Fol-1 Fol-2 N Pst	Seminis
Heinz 9553	110 a 120	2	4,9 a 5,1	Ve-1 Fol-1 Fol-2 N St	Heinz
Heinz 9665	120 a 125	1	4,9 a 5,1	Ve-1 Fol-1 Fol-2 N Pst St	Heinz
Heinz 9992	100 a 120	1	5,0 a 5,3	Ve-1 Fol-1 Fol-2 N Pst Cmm	Heinz
H 7155N	100 a 110	2	4,5 a 5,0	Ve-1 Fol-1 N	Heinz
Hypeel 108	120 a 125	2	5,0 a 5,4	Ve-1 Fol-1 Fol-1 N Pst	Seminis
Malinta	110 a 120	1	4,8 a 5,5	Ve-1 Fol-1	Sakata
Calroma	110 a 120	2	4,3 a 4,6	Ve-1 Fol-1 Fol-2 N Pst	United Genetics
RPT1570	100 A 115	2	5,0 a 5,5	Ve-1 Fol-1 Fol-2 N Pst	Rogers
Calmazano	120 a 122	2	4,3 a 4,6	Ve-1 Fol-1 Fol-2 N Pst	United Genetics

(*) ICM = Índice de concentração de maturação de frutos (1 = alta concentração; 4 = baixa concentração); **Ve-1= Resistência a *Verticillium* raça 1; Fol-1 = Resistência a *Fusarium* raça 1; Fol-2= Resistência a *Fusarium* raça 2; N = Resistência a Nematóides spp.; St = Resistência a *Stemphyllum* spp.; Pst = Resistência a Pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*); Cmm = tolerância a cancro bacteriano (*Clavibacter michiganense*); VC = Resistência ao vira-cabeça). Fonte: Silva et al. (2003).

A viscosidade aparente ou consistência é também um fator importante de qualidade dos produtos industrializados (sucos, ketchups, molhos, sopas e pastas). A coloração, visto que tomates com boa coloração possuem teores de licopeno na faixa de 5 mg a 8 mg em 100 gramas de polpa também deve ser considerada. A acidez da polpa, é outra característica importante que além de influenciar no sabor, interfere no período de aquecimento necessário para a esterilização dos produtos. A firmeza, concentração de maturação, formato e tamanho dos frutos são outras características a serem consideradas.

Porém, é muito difícil encontrar cultivares com todas essas características em níveis ideais. Devendo escolher aquelas que, além dos aspectos agronômicos, atendam às necessidades das distintas linhas de produtos. As principais doenças de ocorrência na área, muitas vezes, determinam a escolha da cultivar (Silva et al., 2003).

2.5 MOFO BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum* L.)

Uma das doenças fúngicas de bastante importância na cultura do tomate para processamento é o mofo branco, provocado por um fungo habitante de solo *S. sclerotiorum* (Lib) de Bary. A podridão de esclerotínia foi relatada pela primeira vez em Ontário - Canadá, em 1946 na cultura da soja (Koch & Hildebrand, 1946, citados por (Boland, 1987). *S. sclerotiorum* é um fungo polífago, de ampla ocorrência em todo o mundo. Tem como hospedeiras plantas de 75 famílias, 278 gêneros, 408 espécies e 42 subespécies ou variedades (Boland & Hall, 1994). Geograficamente cosmopolita, tem ampla distribuição ecológica, embora seja mais comum em regiões temperadas. Inicialmente, acreditava-se ocorrer apenas em ambiente fresco e úmido, porém sua ocorrência tem sido constatada em lugares quentes e secos (Ferreira & Boley, 1992).

O fungo pertence ao reino fungi, filo Ascomycota, classe Ascomycetes, ordem Helotiales e a família Sclerotiniaceae (Rodrigues-Heerklotz & Pfenning, 2009). É um fungo de solo que infecta agressivamente o hospedeiro e obtém nutrientes à custa da decomposição deste, mas não apresenta especificidade e, por isso, pode infectar diferentes espécies vegetais, como plantas ornamentais, hortícolas, culturas comerciais, frutíferas e florestais, principalmente em estádios jovens (Bedendo, 2011). Tecidos vegetais jovens, flores e fragmentos de flores são responsáveis pela nutrição de hifas originária de ascósporos que penetram no hospedeiro, seguida de colonização intensa dos tecidos da planta infectada, por possuírem altas concentrações de α -celulose (Sutton & Deverall, 1983). Porém, um período de aproximadamente 72 horas de umidade livre é requerido (Tu, 1989).

Mais frequentemente, o ataque de mofo branco é iniciada pelos ascósporos produzidos em apotécios que emergem, na superfície do solo, a partir de escleródio. O processo de infecção geralmente se inicia na junção do pecíolo com a haste,

aproximadamente 10 cm a 15 cm acima da linha do solo, onde as pétalas das flores desprendidas ficam normalmente retidas (Cardoso, 1994).

Em tomateiro rasteiro, os sintomas aparecem normalmente a partir da época do florescimento, quando as plantas cobrem praticamente toda a superfície do solo. Inicialmente pode ser observado na base da planta ou nas hastes em contato com o solo, necrose com presença de um micélio branco cotonoso e as partes acima da região afetada murcham e secam. À medida que a doença progride, o caule seca, adquirindo coloração palha com formação de inúmeros escleródios pretos no seu interior, que são estruturas de resistência do patógeno que permanecem viáveis, no solo, por vários anos. Os frutos atacados degeneram em uma podridão mole, com crescimento de micélio e de escleródios sobre as partes infectadas (Lopes & Ávila, 2005).

Os escleródios, estruturas de resistência do fungo, são uma firme estrutura composta por um condensado de hifas que se entrelaçam e, juntamente agregadas são capazes de sobreviver por longos períodos de tempo sob condições adversas (Adams & Ayers, 1979). O escleródio é composto por três camadas distintas: uma parede grossa rica em melanina, responsável pela coloração negra dos escleródios, uma parede fina (córtex) e a medula branca, formada pelo micélio dormente do fungo. A melanina confere resistência aos escleródios às condições adversas do solo, permitindo que esses permaneçam viáveis por até onze anos, conservando intacto seu poder patogênico (Görge et al., 2010). O enorme potencial reprodutivo, juntamente com a capacidade de sobrevivência em longo prazo, torna os escleródios componentes centrais na epidemiologia do mofo branco causado por *S. sclerotiorum* (Melvin et al., 2006). Um único escleródio na superfície do solo, sob condições ambientais favoráveis, pode desencadear a doença inicialmente em reboleiras. As quais aumentam em tamanho com auxílio do trânsito de máquinas na lavoura, tomando proporções maiores a cada safra, com severidade da doença capaz de causar 100% de perda de produção, podendo levar inclusive ao abandono da área de cultivo (Purdy, 1979). Portanto, o escleródio é o principal meio de sobrevivência e, em muitos casos, servem como fonte inicial de inóculo da doença das plantas atacadas por *S. sclerotiorum* (Abawi & Grogan, 1979; Adams & Ayers, 1979; Tourneau, 1979).

Dependendo das condições ambientais, os escleródios podem germinar miceliogenicamente formando hifas, que podem atacar diretamente tecidos vegetais (Tourneau, 1979), ou carpogenicamente produzindo apotécio, e posteriormente, ascósporos que infectam superficialmente partes das plantas hospedeiras (Kohn, 1979). Escleródios

formados na safra são incapazes de germinar carpogenicamente, sugerindo ser o mofo branco uma doença monocíclica (Costa, 2000).

Os apotécios são estruturas de forma plana ou de taça, apresentando coloração marrom clara, com cerca de 4 mm a 10 mm de diâmetro, onde são produzidos os esporos sexuais (ascósporos). O apotécio libera ascósporos continuamente por dois a dezessete dias, com média de nove dias, tendo sua produção máxima entre o quarto e o nono dia de vida ativa do apotécio (Schwartz & Steadman, 1978). Steadman (1983) relatou que cerca de 10.000 a 30.000 ascósporos podem maturar simultaneamente em um único apotécio, os quais irão infectar as flores, principalmente aquelas em fase de senescência ou mortas e, em geral, quando ficam presas na junção do pecíolo com a haste durante sua queda. Os ascósporos de *S. Sclerotiorum* são cobertos com mucilagem pegajosa que, além de formar agregação de esporos, auxilia sua adesão ao substrato (Clarkson et al., 2003). Conduzidos pelo ar, os ascósporos derivados do apotécio são o meio de propagação mais importante de *S. sclerotiorum* dentro da lavoura (Abawi & Grogan, 1979). Assim, enquanto os escleródios servem como estruturas de sobrevivência no solo, os ascósporos são o meio de propagação aérea.

Dessa forma, o fungo pode ser disseminado a curta distância da fonte de inóculo (ao redor de 100 m), pelos ascósporos transportados por correntes de ar, a média distância por escleródios levados por implementos agrícolas, animais (pássaros, insetos) e pelo homem e a longa distância, pela semente ou outro material propagativo por meio de micélio dormente ou infestado por escleródios (Abawi & Grogan, 1975).

2.5.1 Formas de controle

a) Variedades resistentes

Devido à sua natureza esporádica de surtos, por ser uma doença altamente dependente de condições ambientais, sendo favorecida por alta umidade no solo e temperatura amena, entre 15°C a 21°C (Kurozama & Pavan, 2005), precisão de resistência no campo é muitas vezes problemática. Além disso, não se sabe quanto da resistência no campo é resultado de resistência genética ou quanto é devido a mecanismos de escape, como data de florescimento, alojamento, arquitetura da copa e maturação, que estão

associados com severidade (Boland, 1987). A seleção assistida por marcadores moleculares pode ajudar nessa investigação. Kim & Diers (2000) encontraram três "quantitative trait loci" (QTLs) para resistência a *S. sclerotiorum* em soja. Dois em cada três desses locos foram associados com escape. No entanto, o terceiro QTL não foi ligado a qualquer escape, sugerindo que pode contribuir para resistência fisiológica à doença.

No trabalho realizado por Micic et al. (2005) os objetivos eram estimar o número, as posições do genoma e efeitos genéticos de locos de características quantitativas (QTL) para resistência à podridão de sclerotinia em girassol em linha TUB-5-3234, derivada de um cruzamento interespecífico; determinar a congruência de QTL entre esta linha e outras fontes de resistência, e fazer inferências sobre a eficiência de genotipagem seletiva (SG) na detecção de resistência à podridão de sclerotinia conferida em girassol. Esses autores verificaram que a genotipagem seletiva pode ser eficientemente utilizada para detecção de QTL e análise de congruência de genes de resistência entre populações.

A resistência de campo a *S. sclerotiorum* em algumas culturas tem sido correlacionada com a resistência ao ácido oxálico (Kolkman & Kelly, 2000). Assim, a estratégia de defesa contra *S. sclerotiorum* é a utilização de transgênicos que especificamente degradam o ácido oxálico por ele produzido. Enzimas degradantes de oxalato oxidase e outra de ácido oxálico foram incorporadas em várias culturas importantes, como soja, girassol e amendoim, e têm demonstrado maior resistência à *Sclerotinia* sp., porém ainda há efeitos negativos na produtividade dessas culturas após a incorporação dessa enzima (Donaldson et al., 2001).

A escolha de cultivares com características específicas, como ciclo curto e resistência ao acamamento, podem reduzir o risco de infecção e oferecer maior flexibilidade na seleção varietal, visto a ausência de resistência em cultivares para plantio (Lu, 2003). Conforme Lopes & Ávila (2005), o uso de variedades de tomate mais eretas, que permitam maior aeração do microambiente formado sob a folhagem, é uma medida auxiliar que pode ser utilizada no controle da doença, visto que a circulação de ar sob o dossel das plantas impede a manutenção de uma umidade elevada e, conseqüentemente impede a infecção dos tecidos e/ou retarda a expansão das lesões (Tu, 1989). Além disso, em plantas de soja, Peltier et al. (2009) relacionaram níveis crescentes de resistência ao mofo branco em cultivares com maiores teores de lignina.

b) Controle químico

Devido à falta de níveis adequados de resistência, o uso de fungicidas têm sido um método importante de controle de *Sclerotinia* (Steadman, 1979), porém poucos fungicidas são registrados para a cultura do tomate destinada ao processamento industrial, com oito produtos comerciais, mas apenas dois princípios ativos (Tabela 3). O controle químico do mofo branco deve ser feito preventivamente, indicando-se a pulverização da cultura entre o início da floração até a queda das primeiras flores da cultura ou concomitante à presença de apotécios no solo (Görgen et al., 2010). Vieira (1994), estudando o mofo branco em feijoeiro, afirmou que o conhecimento da importância das flores na epidemiologia da doença é a chave para o controle químico. Portanto, a aplicação de fungicidas, associados à época, consiste num importante fator de eficácia do controle químico.

Tabela 3. Produtos registrados para o controle do mofo branco na cultura do tomate industrial.

Produto	Ingrediente ativo (grupo químico)	Classe	
		Tox.	Amb.
Cercobin 700 WP	Tiofanato-metílico (benzimidazol)	IV	II
Fungiscan 700 WP	Tiofanato-metílico (benzimidazol)	IV	III
Metiltiofan WP	Tiofanato-metílico (benzimidazol)	IV	*
Sialex 500 WP	Procimidona (dicarboximida)	II	II
Sumilex 500 WP	Procimidona (dicarboximida)	II	II
Tiofanato Sanachem 500 SC	Tiofanato-metílico (benzimidazol)	IV	III
Viper 500 SC	Tiofanato-metílico (benzimidazol)	IV	III
Viper 700	Tiofanato-metílico (benzimidazol)	IV	III

Fonte: Agrofit (2011).

No controle de patógenos de solo, o controle químico é pouco eficiente, devido à dificuldade em atingir o solo, onde se encontra o patógeno. Além disso, esse controle causa impactos negativos ao ambiente, contaminando solos e cursos de água, prejudicando os microrganismos benéficos, além de poder selecionar isolados resistentes ao produto (Oliveira, 2007). Mueller et al. (2002) reportaram o desenvolvimento de resistência ao fungicida benomil por isolados de *Sclerotinia* spp. nas culturas de alface e amendoim e testes realizados com 91 isolados de *S. sclerotiorum* também indicaram o potencial para resistência ao tiofanato metílico.

Além das características de cada ingrediente ativo em uso, sua eficiência dependerá de características do híbrido utilizado, do nível de infestação do solo, do ambiente para o desenvolvimento do fungo, da qualidade e do número de aplicações de fungicidas (Görge et al., 2010). A forma de aplicação do fungicida também é importante no controle efetivo da doença, pois o uso de fungicidas via água de irrigação – fungigação – pode resultar no controle eficiente de doenças por proporcionar excelente uniformidade de distribuição. Além disso, a fungigação pode trazer vantagens como economia de mão-de-obra, redução do tempo de aplicação e dos danos mecânicos às plantas.

Em países de agricultura irrigada altamente tecnificada, o controle de doenças fúngicas em plantas, freqüentemente é feito mediante aplicações de fungicidas (fungigação), em sistemas de irrigação de aspersão convencional, pivô central, gotejamento, autopropelido etc. Essa prática tem mostrado, na maioria dos casos, eficiência e segurança. A fungigação vem sendo utilizada nos Estados Unidos da América há aproximadamente 20 anos (Pinto, 1994).

c) Controle biológico

Com as restrições para a erradicação da doença em áreas infestadas, é necessária a integração de diversas medidas para seu manejo. Uma das alternativas ao controle químico é o controle biológico, que além de apresentar especificidade ao alvo, utiliza diferentes meios para atingi-lo, restringindo as chances de selecionar linhagens resistentes (Morandi & Bettiol, 2009). Em adição, não contamina os alimentos e nem o meio ambiente, participando naturalmente da ciclagem dos nutrientes. Nesse contexto, o uso de microrganismos antagonistas a patógenos de plantas é uma saída sustentável para a problemática do controle de doenças na agricultura, a qual se perpetua por anos de cultivo agrícola, apesar do uso intenso de agrotóxicos (Ribeiro, 2009).

Um antagonista pode atuar por meio de um ou mais mecanismos, o que constitui uma característica muito desejável, pois as chances de sucesso do controle biológico serão aumentadas. O conhecimento dos mecanismos de antagonismo é essencial no desenvolvimento de modelos racionais para a introdução de biocontroladores em agroecossistemas (Oliveira, 2007), principalmente, para aumentar a vantagem competitiva

no ambiente (Melo, 1996). Na prática, provavelmente poucos organismos exerçam um único mecanismo antagônico.

Os mecanismos das interações entre microrganismos patogênicos e antagonistas podem ser divididos em antibiose, competição, parasitismo, hipovirulência, predação e indução de defesa do hospedeiro. Antibiose é quando ocorre a interação entre organismos no qual um ou mais metabólitos produzidos por um organismo têm efeito danoso sobre o outro. Competição é a interação entre dois ou mais organismos empenhados na mesma ação ou substrato. Parasitismo é usado em referência à situação em que um microrganismo se alimenta e vive de outro. Os hiperparasitas atacam hifas e estruturas de reprodução e sobrevivência dos patógenos de plantas. Os predadores obtêm seu alimento a partir dos patógenos e de várias outras fontes. A hipovirulência diz respeito à introdução de uma linhagem do patógeno menos agressiva ou não patogênica que pode transmitir esta característica para as linhagens patogênicas. A indução de defesa do hospedeiro por microrganismos ou por seus metabólitos tem ação direcionada à planta hospedeira e não ao patógeno (Bettiol & Ghini, 1995).

Segundo Benitez et al. (2004), dentre os antagonistas utilizados no controle biológico de doenças de plantas, em 90% dos casos há participação de diferentes espécies do gênero *Trichoderma*, que são fungos filamentosos de vida livre comuns no solo em diversos ecossistemas. O *Trichoderma* spp. é um micoparasita necrotrófico eficaz no controle de inúmeros fungos fitopatogênicos, principalmente aqueles com estruturas de resistência consideradas difíceis de serem atacadas por microrganismos, como escleródios, clamidósporos e microescleródios. O *Trichoderma* spp. produz enzimas, tais como celulase e hemicelulase capazes de degradar materiais lignocelulolíticos e de lisar parede de células de fungos fitopatogênicos. Atuam também no biocontrole através da produção de antibióticos voláteis e não-voláteis (Melo, 1996).

As espécies de *Trichoderma* apresentam, também, atividade como promotores de crescimento em plantas. A incorporação de *Trichoderma* spp. no solo reduz o dano causado por *S. sclerotiorum* no crescimento de plantas (Oliveira, 2007). Ainda segundo o autor, o *Trichoderma* spp. beneficia o crescimento de plantas de cártamo, quando adicionado ao solo e o tempo de contato aumenta sua eficácia. No controle de *S. sclerotiorum*, a aplicação de antagonistas deve ser feita antes da germinação dos escleródios, ou seja, quando o escleródio encontra-se em repouso na superfície do solo, por estar mais vulnerável ao ataque. Assim, a aplicação de *Trichoderma* spp. deve ser realizada

via barra de pulverização ou água de irrigação, para cobrir 100% da área infestada com o patógeno. Não se deve esperar que os métodos de aplicação por jato dirigido no sulco ou na cova e o tratamento de sementes sejam eficientes para controlar *S. sclerotiorum*, pois a área de contato do antagonista com o solo é muito pequena, e não ocorre a proliferação do antagonista formando um manto sob o solo (Lobo Junior et al., 2009a).

O potencial das espécies de *Trichoderma* como agentes de biocontrole de doenças de plantas foi descoberto na década de 30 (Weindling, 1932), e nos anos que se seguiram, o controle de muitas doenças vem sendo verificado. Tais constatações têm levado ao surgimento de diversos produtos comerciais formulados a partir de variadas espécies de *Trichoderma* em países de praticamente todos os continentes (Howell, 2003).

O sucesso das linhagens desse gênero como agentes de controle biológico, deve-se à sua alta capacidade reprodutiva, rápido crescimento, habilidade de sobreviver sob condições desfavoráveis, eficiência na utilização de nutrientes, alta agressividade contra fungos fitopatogênicos, habilidade em promover o crescimento vegetal e ativar seus mecanismos de defesa (Chet et al., 1997). Contudo, a utilização de antagonistas no controle de doenças exige vários cuidados para o seu sucesso, visto que existem diversos produtos disponíveis no mercado, que podem variar quanto à sua qualidade. Condições ambientais adversas, cepas de baixa competitividade e uso de esporos em concentrações insuficientes são as principais causas de insucesso do controle biológico (Lobo Junior et al., 2009a).

d) Outras medidas de controle

O controle cultural envolve práticas que reduzem o potencial de inóculo e/ou a taxa de progresso da doença no campo, tendo como principal objetivo o efeito sobre a fase de sobrevivência do patógeno no solo. A rotação de culturas é o método mais empregado no controle cultural com grande sucesso para vários patossistemas e no caso do controle da *S. sclerotiorum*, devido à sobrevivência dos escleródios no solo por vários anos e por ser um patógeno polífago, deve ser adotada com especial cuidado. Para que sejam obtidos resultados desejáveis, uma forma eficiente de rotação de culturas deve envolver intervalos de tempo maiores entre espécies hospedeiras, e/ou envolver o incremento qualitativo e

quantitativo na comunidade microbiana do solo, favorecendo microrganismos antagônicos ao patógeno, para obtenção de supressividade à doença (Costa & Rava, 2003).

Embora a esporulação carpogênica e a severidade do mofo branco aumentem com a quantidade de matéria orgânica no solo, mesmo nestas condições o uso de cobertura morta reduziu significativamente a formação de apotécios. A barreira física formada pela cobertura de palhada sobre o solo, ou o plantio adensado de gramíneas com alta produção de matéria verde, aparentemente impede que as estipes dos apotécios de *S. sclerotiorum* alcancem a superfície, evitando a formação de ascósporos. Esses resultados, obtidos inclusive nos latossolos característicos do Cerrado, confirmam as possibilidades de controle da umidade do solo e do uso de cobertura morta como elementos para manejo do mofo branco (Ferraz et al., 1999).

O uso de variedades de tomate mais eretas, que permitam maior aeração do microambiente formado sob a folhagem, também é um método de controle cultural que pode auxiliar no controle da doença (Lopes & Ávila, 2005). Segundo Tu (1997), a seleção de tipos de plantas com copa estreita e mais vertical, que permita adequada penetração da luz solar e arejamento da parte de baixo da copa da planta, é importante para evitar o mofo branco.

Ainda como medida de controle de doenças, acredita-se que o silício possa diminuir a incidência de doenças e até mesmo o ataque de insetos, graças ao seu acúmulo abaixo da cutícula, o qual oferece resistência mecânica contra esses organismos. Além disso, o silício pode interferir na arquitetura das plantas, favorecendo a fotossíntese, ao proporcionar folhas mais eretas, o que significa maior eficiência fotossintética (Pereira et al., 2003). Porém, os autores concluíram que apesar das elevadas produtividades, não foi possível observar diferenças significativas na produção de tomate. Apenas notou-se, ligeira superioridade dos tratamentos nos experimentos, em comparação à testemunha. Apesar do silício não ser considerado elemento essencial às plantas do ponto de vista fisiológico, tem demonstrado efeito benéfico sobre o aumento da produção de diversas culturas, como a cana-de-açúcar, o arroz e outras gramíneas.

Dentre os nutrientes minerais utilizados no manejo de doenças, o silício se destaca, pois pode atuar na constituição de barreira física de maneira a impedir a penetração de fungos e afetar os sinais entre o hospedeiro e o patógeno, resultando na ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa, pré e pós-formados da planta (Chérif et al., 1994). O mecanismo de resistência a doenças é conferido ao silício pela

associação deste com constituintes da parede celular, tornando-a menos acessível às enzimas de degradação. A aplicação de silicatos finamente moído ao solo é prática comercial no Havaí e em outras partes do mundo, por causa dos aumentos de produtividade. O efeito positivo dos silicatos são normalmente associados ao aumento na disponibilidade do Si-solúvel, ao efeito do pH e também dos micronutrientes que estes produtos podem conter. O silício pode atuar ainda na redução do Fe e Mn tóxicos para as plantas (Korndörfer & Datnoff, 1995).

As perdas provocadas pelo mofo branco em tomate industrial podem ser minimizadas com a utilização de estratégias de manejo, associando ou não o controle biológico com fungicidas sintéticos e ainda utilizando híbridos com arquitetura de planta que permita o escape da doença. O manejo é importante já que, conforme Oliveira (2007), a presença do patógeno no substrato reduziu o crescimento das plantas, pois todos os parâmetros de crescimento, exceto o peso fresco de raízes, foram significativamente inferiores em relação à ausência do patógeno, ou seja, mesmo sem produzir sintomas na planta, o patógeno prejudica seu desenvolvimento. Assim, a correta utilização de várias estratégias de manejo pode contribuir para reduzir a intensidade da doença durante o ciclo da cultura.

Além disso, a medida de manejo mais eficiente é evitar que a doença entre na área. Para isso, deve-se usar sementes de boa qualidade, e sempre que possível, devidamente tratadas (Lopes & Ávila, 2005). Pode-se ainda utilizar o novo meio de detecção neon (Nasser et al., 1999), que tem como principal característica a rapidez com que se obtém os resultados da análise de sanidade das sementes, que deve ser realizado em amostras de cada lote antes do plantio. Este método utiliza um meio de cultura denominado neon, que embora não atenda a contento a exigência de economicidade, tem se mostrado bastante eficiente em detectar *S. sclerotiorum* em sementes de feijão e soja.

Assim, evitando-se a entrada do patógeno ou então reduzindo a quantidade de inóculo inicial a partir da análise sanitária e tratamento de sementes, contribui-se para melhorar a produtividade e o controle da doença, uma vez que menores quantidades de fungicidas serão necessárias para controlá-la na lavoura. Quando a quantidade de agrotóxicos utilizada é reduzida, além da economia, há grande benefício para o meio ambiente, pois reduz a possibilidade de intoxicação humana e animal e de contaminação dos lençóis freáticos (Nasser et al., 1999).

3 REAÇÃO DE HÍBRIDOS DE TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL AO MOFO BRANCO EM CAMPO

RESUMO

A temperatura amena e a alta umidade do solo na cultura do tomate para processamento industrial facilitam a ocorrência do mofo branco, provocado pelo patógeno habitante do solo *Sclerotinia sclerotiorum*. O objetivo do trabalho foi identificar híbridos que apresentem escape em relação ao mofo branco, em condições de campo. Os ensaios foram conduzidos nos anos de 2008 e 2009 em Goiânia (GO), com delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, e estande de 4 plantas m⁻¹ com 1,5 metro entre linhas. A área experimental foi previamente infestada com escleródios de *S. sclerotiorum*, obtidos em resíduos de pré-limpeza de soja. Os híbridos utilizados foram: U232, U2006 (Unilever), H9992, H7155 (Heinz), N877 (Nunhems) e Hp108 (Hypeel), irrigados por gotejamento. A partir de avaliações semanais da incidência da doença foram obtidas as áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Avaliou-se ainda produtividade, perdas na produção, acidez, sólidos solúveis dos frutos e rendimento de polpa dos tratamentos. Em ambos os anos, a menor AACPD nos híbridos H9992 e Hp108 (Scott-Knott 5%), é creditada ao escape parcial da doença, devido ao porte das plantas e concentração de maturação, demonstrando que a escolha do híbrido pode ser adicionada às práticas culturais já utilizadas para o manejo da doença. Apesar de não ter havido diferenças entre os híbridos quanto à sua produtividade, as perdas na produção foram correlacionadas à incidência da doença e à AACPD.

Palavras-chave: *Sclerotinia sclerotiorum*, escape de doença, AACPD área abaixo da curva de progresso da doença, perdas na produção.

ABSTRACT

HYBRIDS REACTION OF INDUSTRIAL PROCESSING TOMATO TO THE WHITE MOLD IN THE FIELD

Mild temperature is the high humidity in soil in the processing tomato crops make easier the occurrence of white mold, caused by soil-borne plant pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*. For Due the difficult hybrids resistance, the objective of the work was to identify hybrids what present escape related to the white mold in field conditions. The experiments were realized in the years 2008 and 2009 in Goiânia (GO), with experimental design of randomized blocks, with three repetitions of four plants m² and 1,5 meter between lines. The experimental area was previously infested with sclerotinia of *S. sclerotiorum*, obtained from residious of pre cleaning of soybean. The hybrids were used: U232, U2006 (Unilever), H9992, H7155 (Heinz), N877 (Nunhems) e Hp108 (Hypeel), by drip irrigations. From that weekly avaliation the incidence of the disease was obtained area under the disease progress curve (AUDPC). Also was avaliated the productivity, losses in the production, acidity, soluble solids and yield of pulp. In both years, lower disease incidence and AUDPC were related to the delayed occurrence of white mold and in hybrids H9992 Hp108 (Scott-Knott 5%) demonstrating partial escape of the hybrids to the disease and that the choice of planting material can be added to the cultural practices have been used to manage the disease. Although there were no differences between hybrids and their productivity, production losses were related to disease incidence and AUDPC.

Key words: *Sclerotinia sclerotiorum*, disease scape, area under the disease progress curve, losses in the production.

3.1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é produzido e consumido em todo o mundo, sendo a maior parte de sua produção destinada ao consumo *in natura*. Sua produção para processamento industrial vem crescendo no Brasil, especialmente na região dos Cerrados, devido às boas condições edafo-climáticas para sua produção, durante a estação seca (abril-setembro), alto valor agregado e pela presença de diversas indústrias que o transformam em molhos para o mercado brasileiro.

A concentração de cultivos na Região Centro-Oeste do Brasil foi determinada também pela estação seca definida e suprimento adequado de água por irrigação, que viabiliza produtividades superiores a 92 t ha⁻¹ e favorece o manejo de pragas e algumas doenças da parte aérea. Todavia, mesmo nesta região a cultura é afetada por diversas doenças, que sob condições favoráveis podem causar perdas totais de produção, caso medidas integradas de manejo não sejam adotadas corretamente. Os fungos são os principais causadores de doenças da tomaticultura brasileira (Lopes & Ávila, 2005) e 17% dos custos de produção de tomate são atribuídos ao uso de fungicidas (FAEG/GETEC, 2010).

O mofo branco, provocado pelo patógeno habitante do solo *Sclerotinia sclerotiorum* Lib. De Bary, constitui-se em problema sério em plantios desta hortaliça, quando cultivada em solos infestados e sob condições de temperatura amena e de alta umidade (Jones et al., 1991). A doença foi disseminada na região dos Cerrados, entre as décadas de 80 e 90 por meio de sementes infectadas, e hoje se fez presente em 50% das áreas cultivadas sob pivô central. O mofo branco tem atingido sucessivamente novas regiões produtoras de cultivos anuais suscetíveis a *S. sclerotiorum* como feijão comum, soja e algodão, incluindo lavouras cultivadas durante a estação chuvosa (outubro-março) quando, em anos de ocorrência de chuvas acima da média, pode causar severas perdas (Görge et al., 2010).

No tomateiro, os primeiros sintomas do mofo branco são geralmente observados na época do florescimento. A infecção inicia-se no terço inferior das plantas e principalmente nas inserções das hastes, onde as pétalas das flores ficam retidas após caírem. As áreas infectadas ficam encharcadas e posteriormente adquirem uma coloração esbranquiçada, tornando-se frágeis e morrem. Os sinais do fungo (escleródios) são aparentes na maioria dos casos e extremamente úteis no diagnóstico. Os frutos infectados apresentam uma podridão aquosa e frequentemente um anel de escleródios se desenvolve em torno do cálice (Jones et al., 1991).

O controle químico da doença é a medida de controle mais utilizada nos plantios de tomate, porém, tem efeito limitado por não atingir os sítios de infecção, próximos ao solo, pois este fica encoberto pelo dossel da cultura (Reis et al., 2007). Além disso, os fungicidas dificilmente atingem os escleródios no solo, que sobrevivem por vários anos. De qualquer forma, os custos associados ao mofo branco são altos. Conforme estimado por Ricardo et al. (2008) na cultura do feijoeiro comum, em lavouras irrigadas no Estado de Goiás, a soma de custos de fungicidas e aplicações superaram R\$ 218,00 ha⁻¹ e, somado à redução na produtividade, o mofo branco causa perdas econômicas superiores a R\$ 450,00 ha⁻¹. Devido ao ciclo mais longo do tomateiro, há necessidade de um número maior de pulverizações para esta cultura, em comparação ao feijoeiro comum, evidenciando desta forma o alto custo do controle químico nas áreas infestadas por *S. sclerotiorum*.

A resistência ao mofo branco tem sido correlacionada em algumas culturas com a resistência ao ácido oxálico (Kolkman & Kelly, 2000). Apesar destas dificuldades, menores severidades de doença têm sido associadas à escolha de cultivares com características específicas, como ciclo curto, menor período de floração e resistência ao acamamento e menor porte de plantas, que reduzem o risco de infecção e oferecem maior flexibilidade na seleção varietal (Lu, 2003; Lopes & Ávila, 2005; Lobo Junior et al., 2009b).

Apesar da disponibilidade de diversos híbridos para o cultivo do tomateiro que contam com resistência a diversas doenças causadas por *Verticillium*, *Fusarium*, *Stemphyllum* spp., *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Clavibacter michiganensis* ao *Tomato spotted wilt virus*, não há resistência ao mofo branco disponível nesta espécie. Por outro lado, é possível que alguns híbridos suscetíveis tenham melhor desempenho em áreas infestadas por apresentar escape em relação ao mofo branco, em condições de campo.

Conforme Lopes & Ávila (2005) e Steadman (1979), o uso de variedades ou híbridos mais eretos, que permitam maior aeração do microambiente formado sob a folhagem, o que resulta em períodos menores de persistência de orvalho e, conseqüentemente, em menor predisposição à infecção (Schwartz & Steadman, 1978) pode ser uma medida auxiliar utilizada no controle da doença. Plantas de diversas espécies, com hábito de crescimento determinado e dossel mais aberto, desfavorecem a produção de apotécios, em comparação com as cultivares mais enfolhadas e prostadas. Da mesma forma, o porte ereto foi relacionado a maiores teores de lignina nas plantas por Peltier et al. (2009), o que por sua vez foi associado a níveis crescentes de resistência ao mofo branco em soja. Como o mofo branco é uma doença altamente influenciada por condições ambientais (Kurozama & Pavan, 2005), são necessários trabalhos no campo em ambiente condutivo à doença, para comprovar possíveis diferenças quanto aos danos causados pela doença nas plantas e na sua produção. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi identificar híbridos de tomateiro para processamento industrial que apresentem escape em relação ao mofo branco, em condições de campo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos na fazenda experimental da Unilever, com altitude de 816 metros (S 16° 43' 07,1" e W 49° 24' 37,9"), em Goiânia (GO), de maio a setembro de 2008 e de abril a setembro de 2009, em solo de textura média. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições, e estande de 4 plantas m^{-1} , com 1,5 metro entre linhas e parcelas de 30 m^2 . A área experimental foi previamente infestada com escleródios do patógeno, obtidos em resíduos de pré-limpeza de soja. Os escleródios foram distribuídos manualmente na mesma proporção sobre as linhas de plantio.

Os híbridos utilizados foram: U232, U2006 (Unilever Beestfoods), H9992, H7155 (Heinz Company), N877 (Nunhems) e H108 (Hypeel – Seminis Brasil), irrigados por gotejamento. O equipamento de irrigação (Plastro Brasil) possuía emissores de água do tipo hydro PC. ND, modelo 16/45, com um fluxo de 1,35 $L h^{-1}$ e espaçamento de 0,40 cm entre emissores.

Os experimentos foram implantados com o plantio de mudas com trinta dias após sementeira, produzidas em substrato para hortaliças (Silva et al., 2003), e foram conduzidas conforme as recomendações técnicas para a cultura na Região Centro-Oeste. O preparo da área foi realizado nos dois anos de experimento com grade niveladora e subsolador com distribuição de 1.300 kg ha⁻¹ de calcário, e adubação de 1.500 kg ha⁻¹ da fórmula 04-30-16 + 0,5% B. As mudas foram tratadas com Thiametoxam (450 g ha⁻¹) + Metalaxyl-M + Mancozeb (3 g L⁻¹), via rega, antes de serem transplantadas. Logo após o transplante manual, realizou-se uma irrigação para facilitar o estabelecimento da cultura.

Os herbicidas utilizados para controle de plantas daninhas na área foram: S-Metolcloro (0,45L ha⁻¹ - pré-emergência) e Metribuzin (0,7L ha⁻¹ - pré e pós-emergência). As fertirrigações foram realizadas a cada quinze dias com diferentes produtos, sendo eles: 20 kg ha⁻¹ de mono-amônio fosfato (Map Purificado), 15 kg ha⁻¹ de nitrato de amônia, 10 kg ha⁻¹ de nitrato de cálcio, 10 kg ha⁻¹ de nitrato de potássio e 20 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Os inseticidas utilizados para controle preventivo de pragas, como a traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), mosca branca (*Bemisia argentifolli*), tripses (*Frankliniella* spp. e *Thrips* spp.) pulgões (*Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*) etc, com pulverizações feitas aproximadamente a cada duas semanas, foram com o uso de beta-ciflutrina + imidacloprido (1,0 L ha⁻¹); metamidofos (1,0 L ha⁻¹); cirimazina (0,12 kg ha⁻¹); profenofos + cipermetrina (1,0 L ha⁻¹); spinosad (0,125L ha⁻¹); cloridrato de cartape (2,0L ha⁻¹); indoxacarb (0,12 kg ha⁻¹); lambda cialotrina (0,35 L ha⁻¹); clorfenapir (0,4 L ha⁻¹); *Bacillus thuringiensis* (2,0 kg ha⁻¹); espiromesifeno (0,5 kg ha⁻¹); clorpirifós (2,5 L ha⁻¹). Os fungicidas utilizados para prevenção de outras doenças como septoriose (*Septoria lycopersici*) e requeima (*Phytophthora infestans*), entre outras, foram: dimetomorfe (0,8 kg ha⁻¹); difenoconazole (0,5 kg ha⁻¹); azoxystrobin (0,16 kg ha⁻¹); mancozeb (2,5 kg ha⁻¹); hidróxido de cobre (1,5 kg ha⁻¹); clorotalonil (1,5 kg ha⁻¹); metiram + pyraclostrobin (2,0 kg ha⁻¹); metalaxyl-M + mancozeb (2,5 kg ha⁻¹). Nenhum destes produtos tem ação eficaz sobre *S. sclerotiorum*, visto que não são registrados para o mofo branco em nenhuma cultura. O clima neste período, de maio a setembro, é seco com temperaturas noturnas amenas, sendo a temperatura média de 22,2°C e a precipitação média de 22,3 mm (Freemeteo, 2009). Junto à umidade fornecida pela irrigação, são formadas condições adequadas para a ocorrência do mofo branco.

A avaliação dos tratamentos foi realizada a partir dos primeiros sintomas da doença observados no experimento. Esta operação foi feita com o devido cuidado, visto

que é necessário observar o terço inferior da planta, que se torna coberto pelo dossel com o desenvolvimento da cultura. Ao verificar partes da planta com sintoma de murcha, as hastes eram levantadas com cautela para evitar sua quebra, devido à sua fragilidade e peso dos frutos em formação. A proporção de plantas doentes foi avaliada semanalmente nas linhas centrais das parcelas que tinham área útil de 15 m², sendo a última avaliação utilizada para estimativa da incidência da doença, obtida pela contagem de plantas com sintomas da doença. A partir destas avaliações, também foram obtidas as áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Shanner & Finney (1977). Posteriormente, a área colhida manualmente das parcelas foi de 6 m², para avaliação da produtividade através dos frutos considerados comerciais. Também foram estimadas as perdas na produção com a pesagem de frutos verde e podres. Para melhor concentração da maturação dos frutos de tomates, cessou-se a irrigação aos 110 dias após o transplante (dat), sendo a colheita realizada aos 129 dat no ano de 2008 e aos 123 dat no ano de 2009, em todos os híbridos no mesmo dia.

O rendimento industrial foi determinado juntamente com avaliações de acidez e a concentração de sólidos solúveis. Para isso, 30 frutos por repetição foram triturados em liquidificador e, com auxílio do pHmetro do tipo caneta de pH Milwaukee pH 51 Waterproof e do refratômetro digital portátil Atago, modelo PR-1, obteve-se a acidez e a concentração de sólidos solúveis, estimadas respectivamente em pH e °Brix. O rendimento de polpa foi obtido pela fórmula: $P \text{ (t ha}^{-1} \text{ de polpa)} = [(produção \text{ em t ha}^{-1}) * 0,95 * °\text{Brix}] / 28$, conforme Silva & Giordano (2000), sendo que 0,95 corresponde ao rendimento em % (5% é perda) e 28 corresponde ao °Brix padrão. As médias de todos os resultados foram submetidas à ANOVA, ao teste de Scott-Knott ($p \leq 5\%$) e à análise de regressão, com auxílio do programa estatístico Sisvar.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados sintomas de mofo branco em todos os tratamentos, mas a incidência da doença e a AACPD variaram nos dois anos de avaliação. De acordo com o teste de Scott-Knott, a incidência da doença no ano de 2008 foi maior no híbrido H7155, que diferiu dos demais tratamentos. Já no ano de 2009, os híbridos U232, U2006 e Nun877 foram os que apresentaram as maiores incidências do mofo branco (Tabela 3.1). Conforme

as curvas de progresso da doença (Figura 3.1) verificou-se que a maior incidência da doença nos híbridos foi relacionada ao aparecimento mais cedo dos primeiros sintomas da doença, no ano de 2008. De modo geral, com exceção do híbrido U2006 a maior média anual de incidência da doença foi verificada no ano de 2008, em comparação ao ano de 2009.

Tabela 3.1. Comportamento dos híbridos de tomate para processamento industrial quanto à incidência do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade e seus componentes, nos anos de 2008 e 2009, em Goiânia – GO.

Híbridos	Incidência (%)		AACPD		°Brix		pH	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
U 232	41,67 bA	27,00 aB	28,67 aA	27,67 aA	4,65 bA	4,33 ^{NS} A	4,27 ^{NS} A	4,30 ^{NS} A
H 9992	37,50 bA	8,67 bB	21,08 bA	5,67 bB	4,82 bA	4,37 B	4,35 A	4,37 A
H 7155	55,00 aA	4,33 bB	35,17 aA	4,00 bB	4,80 bA	4,20 B	4,25 B	4,43 A
U 2006	37,50 bA	29,33 aA	24,33 bA	27,00 aA	4,98 aA	4,43 B	4,32 A	4,40 A
Nun 877	35,00 bA	19,67 aB	26,42 bA	21,67 aA	4,62 bA	4,10 B	4,27 A	4,30 A
Hp 108	29,17 bA	5,00 bB	19,17 bA	3,67 bB	5,12 aA	4,23 B	4,40 A	4,47 A
CV (%)	27,97		35,6		5,6		2,56	

Híbridos	Produtividade (t ha ⁻¹)		Perda (t ha ⁻¹)		Rendimento polpa (t ha ⁻¹)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
U 232	95,96 ^{NS} B	127,43 ^{NS} A	10,37 aA	6,37 bB	15,15 ^{NS} B	18,63 ^{NS} A
H 9992	106,85 A	113,67 A	5,30 cB	8,87 bA	17,50 A	16,73 A
H 7155	115,52 A	113,93 A	6,73 bB	10,20 bA	18,82 A	16,37 A
U 2006	101,59 A	109,23 A	7,03 bA	7,30 bA	17,18 A	16,43 A
Nun 877	106,78 A	102,87 A	3,53 cA	6,63 bA	16,68 A	14,37 A
Hp 108	97,48 A	101,3 A	7,12 bB	18,07 aA	16,90 A	14,47 A
CV (%)	11,39		28,15		12,29	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical, e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ^{NS} = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

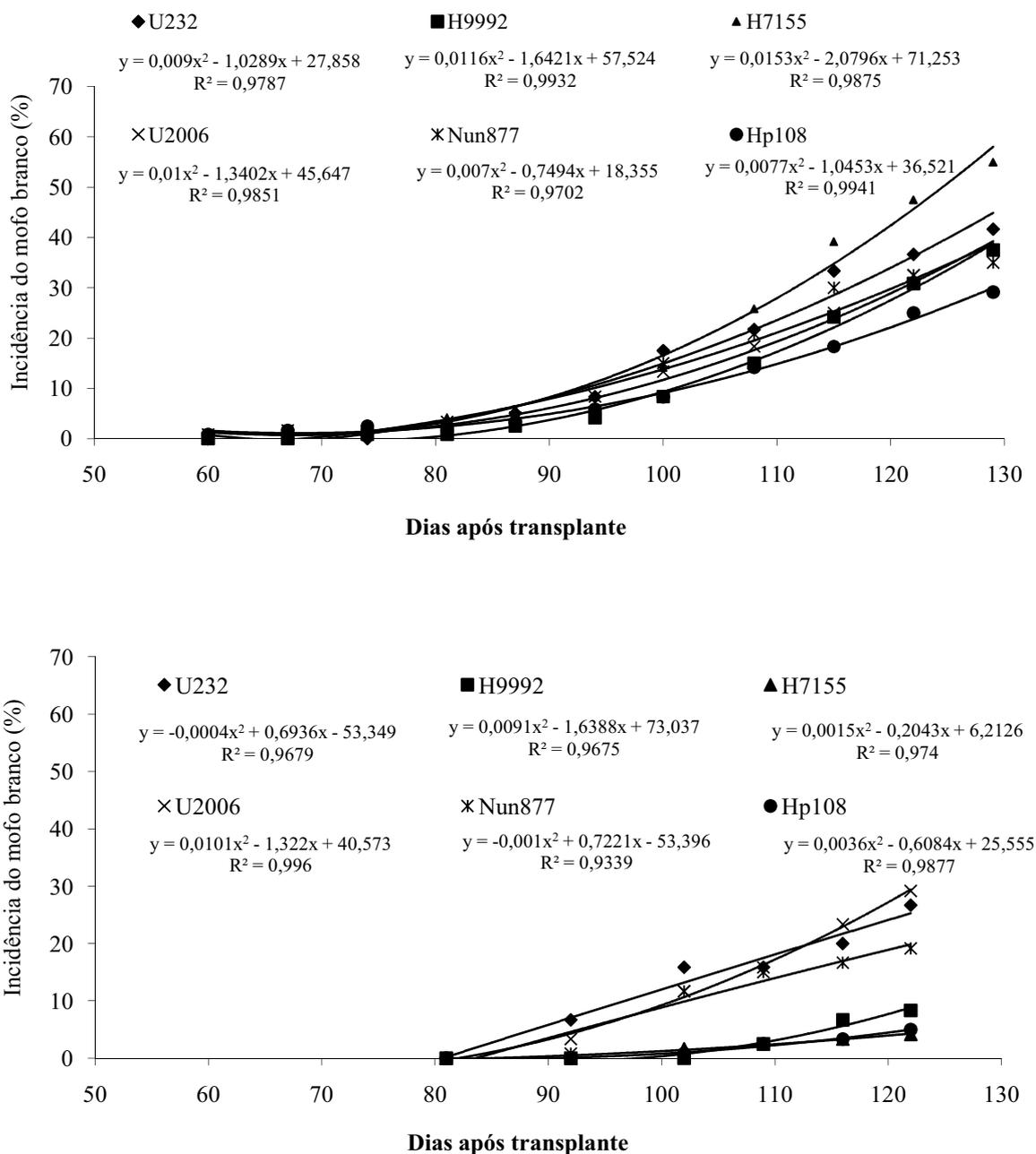


Figura 3.1. Curva de progresso do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em diferentes híbridos de tomateiro para processamento industrial irrigados por gotejamento, em 2008 (A) e 2009 (B), em Goiânia - GO.

Apesar de ter ocorrido interação entre o ano de avaliação e a AACPD ($p < 0,05$), em ambos os testes a menor AACPD foi observada nos híbridos H9992 e Hp108, em contraste ao híbrido U232 (Tabela 3.1). Estas diferenças foram claramente observadas nas parcelas, onde em consequência da ocorrência precoce da doença e maior proporção de

plantas doentes levava à desfolha acentuada, seca das hastes e perdas na produção, causada tanto pelo mofo branco quanto pela exposição de frutos ao sol (Figura 3.2). Nestes híbridos, os primeiros sintomas da doença foram observados no ano de 2008 aos 76 dias após transplante (dat) (H9992), 60 dat (Hp108) e 76 dat (U232), conforme pode ser observado nas diferentes curvas de progresso da doença (Figura 3.1A). Apesar da maior AACPD ter ocorrido no híbrido U232 independente do ano, os sintomas foram observados mais tarde em relação aos que obtiveram a menor AACPD. Já no ano de 2009, os primeiros sintomas foram observados aos 92 dat (U232), 102 dat (Hp108) e 109 dat (H9992) (Figura 3.1B), ocorrendo primeiramente no híbrido U232, com maior AACPD. Dessa forma, verificou-se escape parcial ao mofo branco nos híbridos H9992 e Hp108, visto que independente da época de ocorrência dos primeiros sintomas da doença houve uma menor AACPD. Provavelmente, tanto o porte quanto o ciclo da cultura influenciaram no desenvolvimento do mofo branco, já que o híbrido H9992, apesar de ser mais prostrado visualmente, apresenta um período de maturação dos frutos concentrado entre 100 e 120 dias após o transplante.

Por outro lado, Hp108 apresenta porte mais ereto quando comparado ao H9992 e ciclo mais tardio com maturação entre 120 e 125 dias (Silva et al., 2003), sendo importante lembrar que os híbridos foram colhidos na mesma data, aos 129 dat em 2008 e aos 123 dat em 2009, o que pode ter influenciado na produtividade e desta forma mesmo com diferença entre os híbridos quanto a incidência, estes não se diferenciaram quanto a produtividade. Já o híbrido U232 que apresentou a maior AACPD independente do ano de avaliação, apresentava porte prostrado e ciclo tardio.

Quanto aos demais híbridos, H7155, U2006 e Nun877, o desempenho destes com relação à doença variou conforme o ano, possivelmente devido à variação da incidência e AACPD entre os dois anos de estudo. Dessa forma, visto que todos os híbridos são suscetíveis ao mofo branco, as diferenças quanto à AACPD podem ser devido a mecanismos de escape, como data de floração, arquitetura de copa e maturidade, que afetam a severidade da doença em diversas culturas (Boland, 1987). De acordo com Agrios (2005), no escape de doenças, os três fatores necessários para a doença (hospedeiro suscetível, patógeno virulento e ambiente favorável) não coincidem e não interagem no momento apropriado ou necessário para que a doença ocorra. Assim, essa é uma estratégia que deve ser utilizada no manejo de doenças. Conforme Lobo Junior et al. (2009b), o cultivo de plantas com estas características pode também ser explorado junto a outras

práticas culturais para se incrementar o escape, promovendo mudanças ambientais nas lavouras como: menor período de molhamento foliar; aumento da insolação sobre o solo; florescimento antes do fechamento entre as fileiras da cultura; plantio de cultivares que concentrem seu período de floração em menor tempo, fatores que afetam a germinação de escleródios e/ou o progresso da doença.

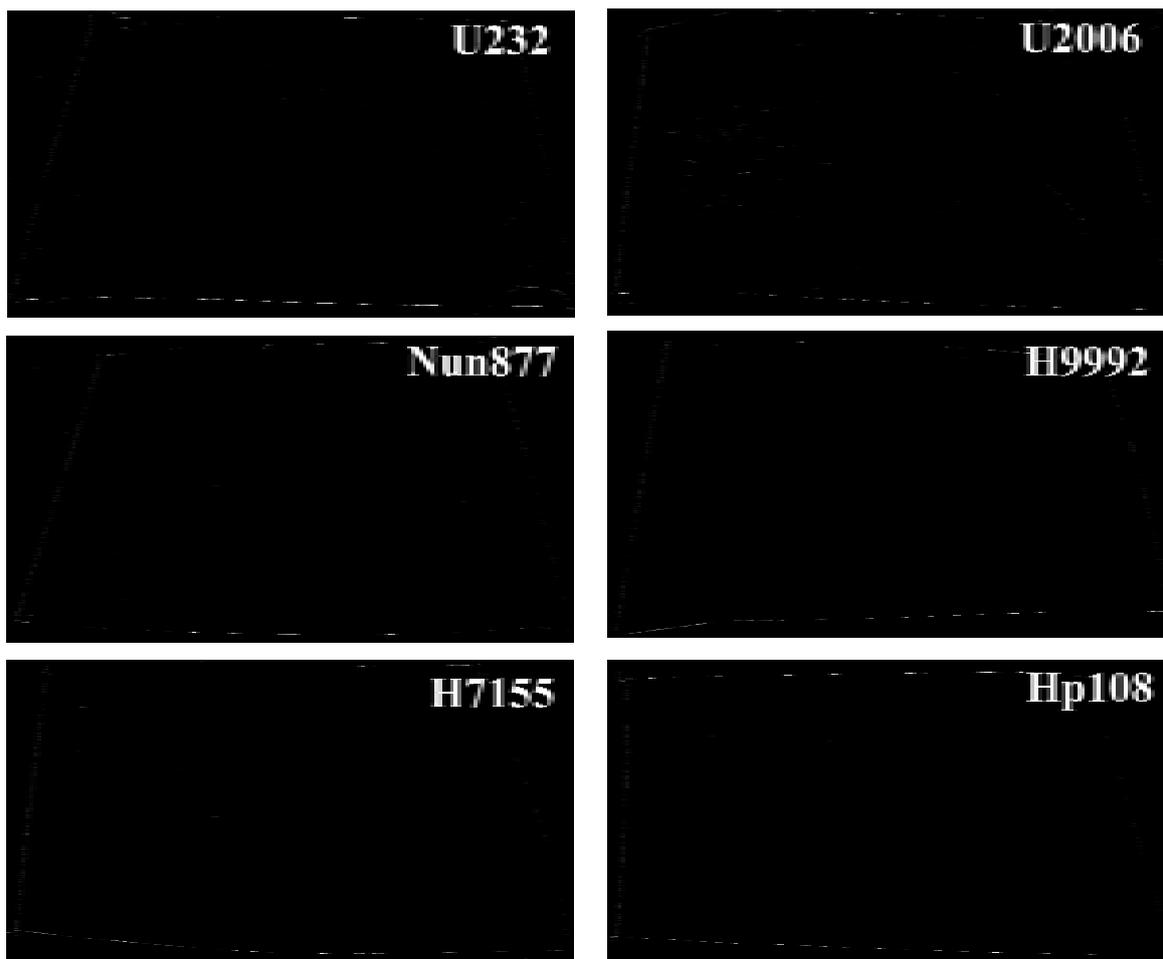


Figura 3.2. Visão parcial de parcelas de diferentes híbridos de tomate para processamento industrial afetadas pelo mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) com diferentes níveis de incidência da doença, em área irrigada por gotejamento. Goiânia-GO, 2009.

A menor produtividade média no ano de 2008 ocorreu provavelmente como consequência da maior incidência do mofo branco e maior AACPD (Tabela 3.2). Porém, a produtividade média dos híbridos não apresentou uma correlação significativa com a incidência da doença e com a AACPD, conforme pode ser verificado na matriz de correlação entre as variáveis (Tabela 3.3). No ano de 2008 a doença começou

aproximadamente aos 60 dat (Figura 3.1), enquanto que no ano de 2009 teve início aos 80 dat (Figura 3.2), e esta diferença pode ter sido responsável pela menor incidência do mofo branco no ano de 2009 (Tabela 3.2), em comparação ao ano anterior. Assim, devido a maior incidência da doença no ano de 2008 verificou-se como consequência uma menor produtividade neste ano, porém sem afetar o rendimento de polpa, já que este depende também do teor de sólidos solúveis.

Tabela 3.2. Comportamento médio dos híbridos de tomate para processamento industrial no ano de 2008 e 2009 em relação à incidência do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade e componentes de produção. Goiânia – GO.

Ano	Incidência (%)	AACPD	°Brix	pH	Produtividade (t ha ⁻¹)	Perda (t ha ⁻¹)	Rendimento de polpa (t ha ⁻¹)
2008	39,31 a	25,80 a	4,83 a	4,31 b	104,03 b	6,68 b	16,17 ^{NS}
2009	15,67 b	14,94 b	4,28 b	4,38 a	111,41 a	9,57 a	17,04
CV (%)	5,6	2,56	27,97	35,6	11,39	28,15	12,29

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ^{NS} = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3.3. Matriz de correlação obtida com o coeficiente de Pearson entre as diferentes variáveis relacionadas ao mofo branco, à produtividade e seus componentes, em híbridos de tomateiro para processamento industrial. Goiânia, GO, 2008-2009.

	Rendimento polpa (t ha ⁻¹)	Perdas (t ha ⁻¹)	Produtividade (t ha ⁻¹)	AACPD	Incidência	pH	°Brix
°Brix	0,38*	-0,16	-0,24	0,25	0,40*	-0,28*	1,00
pH	-0,15	0,07	0,02	-0,36*	-0,33*	1,00	
Incidência (%)	0,16	0,29*	-0,10	0,88**	1,00		
AACPD	0,12	-0,32*	-0,04	1,00			
Produtividade (t ha ⁻¹)	0,80**	-0,28*	1,00				
Perdas (t ha ⁻¹)	-0,37*	1,00					
Rendimento polpa (t ha ⁻¹)	1,00						

* Significativo a 5% de probabilidade e ** significativo a 1%

No ano de 2008 foi observado maior teor de sólidos solúveis (°Brix) em comparação ao ano de 2009 (Tabela 3.2), o que pode ter sido uma influência da doença, pois a murcha das plantas afetadas mais próximo ao final do ciclo pode produzir frutos com menor teor de água, o que não pode ser confundido como um benefício da doença. Além disso, essa é uma característica genética da cultivar que é influenciada pela adubação, temperatura e irrigação. Além disso, apenas no ano de 2008, em que ocorreu

maior incidência da doença, houve diferença quanto aos híbridos em relação ao teor de sólidos solúveis, sendo que os híbridos U2006 e Hp108 se mostraram superiores (Tabela 3.1). Assim, pode-se concluir que o Hp108 foi o híbrido mais indicado para o cultivo sob condições favoráveis a ocorrência do mofo branco, já que este foi um dos que apresentaram a menor incidência da doença e maior teor de sólidos solúveis. Quanto maior o teor de sólidos solúveis, maior será o rendimento industrial e menor o gasto de energia no processo de concentração da polpa. Em termos práticos, para cada aumento de 1º Brix na matéria-prima, há incremento de 20% no rendimento industrial (Silva & Giordano, 2000), sendo que a maturação tende a aumentar o teor de sólidos solúveis (Kluge & Minami, 1997).

Dessa forma, a ocorrência da doença pode ter proporcionado uma maior concentração da maturação dos frutos e favorecido o aumento no teor de sólidos solúveis e, conseqüentemente, no rendimento de polpa, já que houve correlação positiva entre incidência da doença e °Brix. Apesar disso, pode ocorrer um aumento na quantidade de resíduos de fungos na polpa e superar os limites estabelecidos pela legislação (Silva et al., 2003). Pode-se citar o exemplo do extrato de tomate, em que é tolerado, na contagem pelo método de Howard, no máximo, 40% de campos positivos com filamentos de fungos (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2011).

Um maior pH dos frutos foi obtido no ano de 2009 sem interferir na qualidade dos frutos, visto que em geral, é desejável um pH inferior a 4,5 para impedir a proliferação de microrganismos no produto final (Silva & Giordano, 2000). Além de influenciar no sabor, a acidez interfere no período de aquecimento necessário para a esterilização dos produtos de tomate processado e, portanto, está relacionada também ao balanço energético da cultura. Entre os híbridos, não houve diferença em relação ao pH, ou seja, a doença não influenciou no pH dos frutos nos diferentes híbridos (Tabela 3.3).

Apesar da diferença entre os híbridos em relação à AACPD (Figura 3.1), não ocorreu diferença entre as produtividades dos híbridos e rendimento de polpa (Tabela 3.1), o que pode estar relacionado à ocorrência mais tardia da doença. Lobo Junior et al. (2000) verificaram que as perdas de rendimento estão relacionadas com o tempo de aparecimento dos sintomas e a idade fisiológica da planta e encontraram correlações significativas, observando perdas quase que totais quando as plantas foram infectadas desde o início da floração, em oposição as plantas infectadas próximo a colheita, que tiveram menor incidência da doença, sendo obtidos rendimentos economicamente aceitáveis.

3.4 CONCLUSÕES

O híbrido Hp108 é o mais indicado para plantio em condições favoráveis a ocorrência do mofo branco, já que este foi um dos que apresentaram a menor incidência da doença e maior teor de sólidos solúveis.

A menor AACPD também é observada para o híbrido H9992. Esta diferença entre os demais híbridos é creditada ao escape parcial da doença, devido ao porte das plantas e concentração de maturação, demonstrando que a escolha do híbrido pode ser adicionada às práticas culturais já utilizadas para o manejo da doença.

4 CONTROLE DO MOFO BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum*) EM TOMATEIRO RASTEIRO COM FUNGICIDAS SINTÉTICOS E SILICATO DE POTÁSSIO

RESUMO

Para verificar a interação entre fungicidas sintéticos e uma fonte de silício, sobre o controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e rendimento do tomateiro para processamento industrial, foram conduzidos ensaios em Goiânia (GO), nos anos de 2008 e 2009, com o híbrido Heinz 9780, irrigado via gotejamento. O experimento foi instalado em área previamente infestada com escleródios do patógeno, e delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com três repetições, e estande de quatro plantas m^{-1} com espaçamento de 1,5 metro entre linhas. Em 2008, os tratamentos foram: fluazinam $1,0 L ha^{-1}$, procimidona $1,5 L ha^{-1}$, cloreto de benzalcônio $2,5 L ha^{-1}$ e a testemunha, aplicados aos 42 dias após o transplante (dat), 52 dat e 62 dat. Já no ano de 2009, os tratamentos foram: fluazinam $1,0 L ha^{-1}$, procimidona $1,5 L ha^{-1}$, tiofanato metílico $0,7 kg ha^{-1}$, fluazinam $0,2 L ha^{-1}$ + procimidona $0,5 L ha^{-1}$ + tiofanato metílico $0,5 kg ha^{-1}$ e a testemunha, aplicados 35 dat, 45 dat e 55 dat. As sub-parcelas foram tratadas ou não com uma formulação líquida de silicato de potássio $1,0 L ha^{-1}$, aplicada sempre no dia seguinte aos tratamentos com fungicidas. Foram avaliadas a incidência da doença e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), além da produtividade e seus componentes, acidez e teor de sólidos solúveis dos frutos ($^{\circ}$ Brix). Os resultados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey (5%), com auxílio do programa estatístico Sisvar. Em ano com elevada incidência os fungicidas (fluazinam e procimidona) são eficientes e silicato de potássio, sem aplicação de fluazinam ou procimidona, foi igualmente eficiente, podendo ser utilizado na agricultura orgânica.

Palavras-chave: fluazinam, procimidona, cloreto de benzalcônio, tiofanato metílico.

ABSTRACT

CONTROL OF WHITE MOLD (*Sclerotinia sclerotiorum*) IN CRAWLING TOMATO WITH SYNTHETIC FUNGICIDES AND POTASSIUM SILICATE

To verify the result of sintetic fungicides, with and without utilization of silicon, about the control of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*), were realized experiment in Goiânia (GO), in the years 2008 and 2009, with the hybrid Heinz 9780, by drip irrigation. The experimental design of randomized blocks with subdivided plot, with three repetitions, with four plants m^{-1} and 1.5 meter between lines. The experimental area was previously infested with sclerotinia of pathogen, obtained in residious of pre cleaning of soybean. In 2008 the treatment: fluazinam $1.0 L ha^{-1}$, procymidone $1.5 L ha^{-1}$, benzalkonium chloride $2.5 L ha^{-1}$ and the control, applied at 42 days after transplanting (dat), 52 dat and 62 dat. In the year 2009, the treatments were: fluazinam $1.0 L ha^{-1}$, procymidone $1.5 L ha^{-1}$, thiophanate methyl $0.7 kg ha^{-1}$, fluazinam $0.2 L ha^{-1}$ + procymidone $0.5 L ha^{-1}$ + thiophanate methyl $0.5 kg ha^{-1}$ and the control, applied 35 dat, 45 dat and 55 dat. The sub plots were treated or not with a liquid formulation of potassium silicate $1.0 L ha^{-1}$, also with three applications, always on the day after of the treatment with the fungicides. From that weekly avaliation the incidence of the disease was obtained

area under the disease progress curve (AUDPC). Also was evaluated the productivity and its components, even the pH and the soluble solids (°Brix). The results were submitted to the ANOVA and test of Tukey (5%), with the Sisvar statistic helper of program. In 2008, year that occurred the largest scale of the disease, the potassium silicate in plots without fungicides showed averages of the incidence of disease, AUDPC, productivity and yield of pulp equivalents to treatment with fluazinam and procymidone, and higher than the results with benzalkonium chloride.

Key words: fluazinam, procymidone, benzalkonium chloride, thiophanate methyl.

4.1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomate para processamento industrial (*Solanum esculentum* L.) ocupa lugar de destaque dentre os cultivos de hortaliças no Brasil, pelo seu alto valor agregado e tecnificação das lavouras. Algumas doenças têm dificultado o alto rendimento da cultura, principalmente doenças fúngicas, que são responsáveis por 17% dos custos de produção devido ao uso de fungicidas (FAEG/GETEC, 2010). Cerca de 80% destes plantios se concentram nos Estados de Goiás e Minas Gerais, onde sua produção é feita em áreas irrigadas. A irrigação durante a estação seca (maio-setembro) possibilita o plantio de até três safras anuais, onde o tomateiro é cultivado em sucessão a espécies como o milho, a soja e o feijão comum. Um dos maiores impactos desta intensificação de cultivos tem sido o aumento da ocorrência das doenças causadas por patógenos habitantes do solo não específicos (Café Filho & Lobo Junior, 2000) como *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, causador do mofo branco.

O mofo branco é uma doença de difícil controle pela ausência de cultivares e híbridos resistentes em suas diversas hospedeiras, e pela sobrevivência de *S. sclerotiorum* em estruturas de resistência (escleródios), que permanecem viáveis no solo por vários anos. Por estes motivos, o controle químico tem sido a principal forma de controle utilizada por produtores, apesar da dificuldade dos fungicidas em atingir o solo, onde se encontra o patógeno, sendo que o seu sucesso está condicionado a pulverizações que preveninam o aparecimento ou o desenvolvimento da doença no campo (Oliveira, 2007).

Porém, atualmente apenas os princípios ativos tiofanato metílico e procimidona são registrados para o mofo branco na cultura do tomateiro (AGROFIT, 2011). O tiofanato metílico é um produto sistêmico do grupo benzimidazol que se converte na planta, por hidrólise, no princípio fungitóxico comum, MBC (Carbamato de metil 2-benzimidazol)

que é de amplo espectro de ação e age na inibição da mitose e divisão celular, mas especificamente na inibição da biossíntese de tubulinas. Já o procimidona do grupo dicarboximida atua na inibição da respiração sobre a NADH (Zambolim & Zambolim, 2008). Assim, existe demanda por métodos de controle que auxiliem o manejo integrado desta doença, que possam aumentar a proteção de plantas, diminuir custos e reduzir a severidade do mofo branco.

A nutrição de plantas é uma das formas de se incrementar a proteção de plantas. Dentre os nutrientes minerais utilizados no manejo de doenças, o silício se destaca por poder atuar na constituição de barreira física aos patógenos, de maneira a impedir a infecção e afetar os sinais de reconhecimento entre o hospedeiro e o patógeno. Isto resulta na ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa, pré e pós-formados da planta (Chérif et al., 1994). O silício é um elemento capaz de diminuir a incidência de doenças e até mesmo o ataque de insetos, graças ao seu acúmulo abaixo da cutícula, o qual oferece resistência mecânica contra esses organismos (Epstein, 1994). O mecanismo de resistência a doenças é conferido ao silício pela associação deste com constituintes da parede celular, tornando-a menos acessível às enzimas de degradação produzidas pelos patógenos (Korndörfer & Datnoff, 1995).

A maior parte dos estudos de uso do silício no controle de doenças foi realizada em gramíneas, que acumulam este elemento. Nestas plantas, existe uma relação direta entre o conteúdo de silício e melhor reação a patógenos como *Pyricularia oryzae*, agente causal da brusone do arroz, proporcionada pela resistência ao ataque de enzimas produzidas pelo patógeno (Epstein, 1999). Alguns destes estudos também foram realizados em hortaliças com o uso do silício para controle de doenças, como por exemplo, para requeima (*Phytophthora infestans*) (Mont.) de Bary da batata (Duarte et al., 2008) e do tomate industrial (Duarte et al., 2007), pinta preta (*Alternaria solani* (Ellis & Martin) Jones & Grout) (Santos, 2008) e *Pythium aphanidermatum* em tomateiro (Heine et al., 2007). Ainda no tomateiro, pode-se citar o efeito do silício no controle de murcha de fusarium (Rodrigues et al., 1996) e murcha bacteriana (Dannon & Wydra, 2004b).

Para o mofo branco, é desejável que o silício atue contra as diversas toxinas produzidas por *S. sclerotiorum*, como o ácido oxálico e poligalacturonases, que degradam a lamela média das plantas (Hegedus & Rimmer, 2005). No feijoeiro comum, verificou-se uma redução significativa na incidência e na severidade da doença com a aplicação de silicato de cálcio. Já na cultura do tomate não há estudos no controle de *S. Sclerotiorum*

com a utilização de silício isolado ou associado ao uso de fungicidas. Assim, há uma demanda que pode trazer benefícios à tomaticultura, já que cada cultura apresenta um comportamento diferente para absorção de silício. O tomateiro é considerado uma planta não acumuladora (Lana et al., 2003), ou seja, o silício é absorvido mais lentamente que a água, aumentando sua concentração no meio, sendo maior a concentração nas raízes do que na parte aérea (Dannon & Wydra, 2004a). Todavia, segundo Miyake & Takahashi (1978) o silício deve ser considerado como micronutriente essencial para o tomateiro.

Além de poder interferir na relação planta x patógeno, o silício pode ainda interferir na arquitetura das plantas, ao proporcionar folhas mais eretas e desta forma uma maior eficiência fotossintética (Pereira et al., 2003). Porém, apesar da comprovada eficiência do silício no controle de doenças, alguns trabalhos demonstram que ele não influencia na produtividade (Paula Júnior et al., 2009a; Pereira Júnior et al., 2010), até mesmo na cultura do tomate (Pereira et al., 2003).

É possível que o uso do silício associado a fungicidas possa melhorar a eficiência destes no controle do mofo branco, além de influenciar na produtividade da cultura. Em doses reduzidas, esta associação aumentou a eficácia no controle de doenças com resultados iguais à aplicação da dosagem completa recomendada de fungicidas para *Cercospora* sp. (Datnoff et al., 2005), ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) e mancha olho pardo (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke) do café (Reis et al., 2008). Porém, o silicato de potássio não foi eficiente e não apresentou nenhum efeito aditivo quando misturado ao fungicida no controle da requeima em batata (Duarte et al., 2008) e em tomate industrial (Duarte et al., 2007). Assim, o trabalho teve como objetivo comparar o efeito de fungicidas sintéticos, com e sem a utilização de uma fonte de silício, no controle do mofo branco em tomateiro para processamento industrial.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos na fazenda experimental da Unilever, com altitude de 816 metros (S 16° 43' 07,1" e W 49° 24' 37,9"), em Goiânia (GO), de maio a setembro de 2008 e de abril a setembro de 2009, em solo de textura média. Os experimentos foram implantados com o plantio de mudas com aproximadamente trinta dias produzidas em substrato para hortaliças, e foram conduzidas conforme as recomendações

técnicas para a cultura na Região Centro-Oeste (Silva et al., 2003). As mudas foram tratadas com Thiametoxam (450 g ha^{-1}) + Metalaxyl-M + Mancozeb (3 g L^{-1}), via rega, antes de serem transplantadas. Após o transplante manual, realizou-se uma irrigação para facilitar o estabelecimento da cultura. O híbrido utilizado foi o Heinz 9780 (Heinz Company), transplantado em 12/05/08 e 27/04/09, irrigado via gotejamento. O equipamento de irrigação era da empresa Plastro Brasil, com emissores hydro. PC. ND, modelo 16/45, com um fluxo de $1,35 \text{ L h}^{-1}$ e espaçamento de 0,40 cm entre emissores.

O preparo da área foi realizado nos dois anos de experimento com grade niveladora e subsolador com distribuição de 1.300 kg ha^{-1} de calcário, e adubação de 1.500 kg ha^{-1} da fórmula 04-30-16 + 0,5% B. Os herbicidas utilizados para controle de plantas daninhas na área foram: S-Metalocloro ($0,45 \text{ L ha}^{-1}$ - pré-emergência) e Metribuzin ($0,7 \text{ L ha}^{-1}$ - pré e pós-emergência). As fertirrigações foram realizadas a cada quinze dias com diferentes produtos, sendo eles: 20 kg ha^{-1} de mono-amônio fosfato (Map Purificado), 15 kg ha^{-1} de nitrato de amônia, 10 kg ha^{-1} de nitrato de cálcio, 10 kg ha^{-1} de nitrato de potássio e 20 kg ha^{-1} de cloreto de potássio. Os inseticidas utilizados para controle preventivo de pragas, como a traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), mosca branca (*Bemisia argentifolli*), tripses (*Frankliniella* spp. e *Thrips* spp.) pulgões (*Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*) etc, com pulverizações feitas aproximadamente a cada duas semanas, foram com o uso de beta-ciflutrina + imidacloprido ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$); metamidofos ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$); cirimazina ($0,12 \text{ kg ha}^{-1}$); profenofos + cipermetrina ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$); spinosad ($0,125 \text{ L ha}^{-1}$); cloridrato de cartape ($2,0 \text{ L ha}^{-1}$); indoxacarb ($0,12 \text{ kg ha}^{-1}$); lambda cialotrina ($0,35 \text{ L ha}^{-1}$); clorfenapir ($0,4 \text{ L ha}^{-1}$); *Bacillus thuringiensis* ($2,0 \text{ kg ha}^{-1}$); espiromesifeno ($0,5 \text{ kg ha}^{-1}$); clorpirifós ($2,5 \text{ L ha}^{-1}$).

Os fungicidas utilizados para prevenção de outras doenças como septoriose (*Septoria lycopersici*) e requeima (*Phytophthora infestans*), entre outras, foram: dimetomorfe ($0,8 \text{ kg ha}^{-1}$); difenoconazole ($0,5 \text{ kg ha}^{-1}$); azoxystrobin ($0,16 \text{ kg ha}^{-1}$); mancozeb ($2,5 \text{ kg ha}^{-1}$); hidróxido de cobre ($1,5 \text{ kg ha}^{-1}$); clorotalonil ($1,5 \text{ kg ha}^{-1}$); metiram + pyraclostrobin ($2,0 \text{ kg ha}^{-1}$); metalaxyl-M + mancozeb ($2,5 \text{ kg ha}^{-1}$). Nenhum destes produtos tem ação eficaz sobre *S. sclerotiorum*, nem são registrados no MAPA para controle do mofo branco em tomateiro. O clima no período de maio a setembro é seco com temperaturas noturnas amenas, sendo a temperatura média de $22,2^\circ\text{C}$ e a precipitação média de $22,3 \text{ mm}$ (Freemeteo, 2009). Junto à umidade fornecida pela irrigação, são formadas condições ambientais adequadas para a ocorrência do mofo branco.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com três repetições, e estande de quatro plantas por metro linear com espaçamento de 1,5 metro entre linhas. A área experimental foi previamente infestada com escleródios do patógeno, obtidos em resíduos de pré-limpeza de soja. Em 2008, os tratamentos foram: fluazinam ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$) (fungicida de contato, altamente tóxico – classe II, grupo químico: fenilpiridinilamina), procimidona ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) (sistêmico, classe II, grupo químico: dicarboximida), e cloreto de benzalcônio ($2,5 \text{ L ha}^{-1}$) (contato), aplicados aos 42 dias após o transplante (dat), 52 dat e 62 dat. Já no ano de 2009, os tratamentos foram: fluazinam ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$), procimidona ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$), tiofanato metílico ($0,7 \text{ kg ha}^{-1}$) (sistêmico, pouco tóxico – classe IV, grupo químico: benzimidazol), fluazinam ($0,2 \text{ L ha}^{-1}$) + procimidona ($0,5 \text{ L ha}^{-1}$) + tiofanato metílico ($0,5 \text{ kg ha}^{-1}$) e a testemunha, aplicados 35 dat, 45 dat e 55 dat. Para o tratamento com a mistura de fungicidas, realizou-se mais duas aplicações com o fluazinam nos intervalos. As sub-parcelas foram tratadas ou não com uma formulação líquida de silicato de potássio $1,0 \text{ L ha}^{-1}$, também com três aplicações sempre no dia seguinte aos tratamentos com fungicidas.

A partir de avaliações semanais da incidência da doença, foi estimada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Shanner & Finney (1977). A avaliação de plantas sintomáticas foi realizada semanalmente, a partir da observação dos primeiros sintomas da doença com o devido cuidado, visto que é necessário observar o terço inferior da planta, que se torna coberto pelo dossel com o desenvolvimento da cultura. Ao verificar partes da planta com sintoma de murcha, as hastes eram levantadas com cautela para evitar sua quebra, devido à sua fragilidade e peso dos frutos em formação. Também foram monitorados possíveis sintomas de fitotoxidez, devido à aplicação dos tratamentos. Para melhor concentração da maturação dos frutos de tomates, cessou-se a irrigação aos 110 dat e a colheita foi realizada aos 129 dat no ano de 2008 e aos 123 dat no ano de 2009. Foram colhidos manualmente $3,6 \text{ m}^2$ de cada parcela para avaliação de produtividade através dos frutos considerados comerciais. O rendimento de polpa foi obtido pela fórmula: $P (\text{t ha}^{-1} \text{ de polpa}) = [(\text{produção em t ha}^{-1}) * 0,95 * \text{°Brix}]/28$, conforme Silva & Giordano (2000), sendo que 0,95 corresponde ao rendimento em % (5% é perda) e 28 corresponde ao °Brix padrão.

Também foram estimadas as perdas na produção com a pesagem de frutos verde e podres. Dessa área, 30 frutos sadios foram separados e triturados em liquidificador para estimativa de acidez e concentração de sólidos solúveis, respectivamente por meio do

pH e do °Brix, ambos em três repetições. Essas características foram obtidas com auxílio do pHmetro do tipo caneta de pH Milwaukee pH 51 Waterproof e do refratômetro digital portátil Atago, modelo PR-1. As médias dos resultados foram submetidas à ANOVA e teste de Tukey (5%), com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio de 2008, houve interação entre fungicidas e silicato de potássio em relação à incidência do mofo branco, AACPD, produtividade e rendimento de polpa (Tabela 4.1). A redução na incidência da doença na testemunha com utilização de silicato de potássio foi de 47% quando comparado à testemunha sem a fonte de silício. O tratamento com fluazinam foi o único em que não houve diferenças relacionadas à incidência do mofo branco, entre parcelas tratadas ou não com silicato de potássio. Em contraste, a proporção de plantas doentes aumentou com a aplicação de silício após procimidona e cloreto de benzalcônio, mesmo sem ter sido observado qualquer sintoma de fitotoxidez nas plantas. Estes resultados evidenciam a necessidade de uma avaliação criteriosa da interação entre fungicidas com fontes de silício, pois pode haver interação positiva, negativa, ou nenhum efeito sobre a doença. Trabalhos como o de Duarte et al. (2007; 2008) também não verificaram nenhum efeito aditivo do silicato de potássio quando misturado ao fungicida no controle da requeima da batata e do tomate industrial, respectivamente, e junto a estes resultados, endossam esta recomendação de cuidados durante a aplicação.

Sem a utilização de silício os fungicidas fluazinam e procimidona reduziram a incidência da doença em 71,6% e 91,1%, respectivamente, em comparação à testemunha. Estes resultados corroboram os apresentados por Vieira et al. (2001), que também verificaram a eficiência dos fungicidas fluazinam e procimidona no controle do mofo branco, porém na cultura do feijão. O fungicida procimidona também tem alcançado bons resultados para controle do mofo branco em outras culturas, como em alface, quando proporcionou o melhor controle da podridão de esclerotinia em comparação aos fungicidas metalaxyl + chlorothalonil e fenamidone (Rocha, 2007).

Tabela 4.1. Efeito de fungicidas sintéticos associados ou não com silicato de potássio no controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade e rendimento industrial do tomateiro para processamento Heinz 9780. Goiânia-GO, 2008.

Tratamentos	Incidência (%)		AACPD		Produtividade (t ha ⁻¹)		Rendimento de polpa (t ha ⁻¹)	
	Si	Sem Si	Si	Sem Si	Si	Sem Si	Si	Sem Si
Testemunha	23,7 bB	44,7 aA	16,0 bB	32,3 aA	133,0 aA	108,7 bB	24,7 aA	20,0 bB
Fluazinam	19,3 bA	12,7 bcA	12,7 bA	8,0 bcA	139,0 aB	166,0 aA	27,2 aB	31,5 aA
Procimidona	21,3 bA	4,0 cB	12,0 bA	2,0 cA	145,3 aA	156,7 aA	29,6 aA	28,3 aA
Cloreto de benzalcônio	52,7 aA	33,3 abB	38,0 aA	22,3 abB	99,7 bA	112,7 bA	19,2 bA	20,6 bA
CV (%)	33,62		40,07		7,04		8,48	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical, e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{NS} – não significativo

Por outro lado, aparentemente não há referências a respeito da utilização de fluazinam para controle do mofo branco no tomate para processamento industrial. No Brasil, atualmente apenas os fungicidas tiofanato metílico e procimidona são registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para controle do mofo branco nesta cultura. Apesar disso, o fungicida fluazinam é registrado para a cultura do feijão comum no controle do mofo branco e, em tomate, apenas para controle da requeima (AGROFIT, 2011). O fluazinam pertence ao grupo químico fenilpiridinilamina e atua inibindo a respiração através da desorganização da fosforilação oxidativa, ocorre uma máxima absorção de oxigênio, sem produção de ATP (Zambolim & Zambolim, 2008). Os resultados aqui apresentados demonstram, portanto, outro efeito benéfico da eficácia agrônômica desse fungicida no controle do mofo branco na cultura do tomate para processamento.

Quanto à produtividade e o rendimento de polpa, o silicato de potássio também influenciou positivamente apenas a testemunha, incrementando 33,3 t ha⁻¹ e 28,6 t ha⁻¹, respectivamente, quando comparado ao cloreto de benzalcônio, sem se diferenciar do procimidona e do fluazinam. Ainda quanto à produtividade e ao rendimento de polpa, o silicato influenciou negativamente o fluazinam em aproximadamente 24 t ha⁻¹ e não teve efeito para procimidona e para o cloreto de benzalcônio, sendo que este último associado ao silicato produziu menos do que a testemunha. Portanto, o silicato de potássio na cultura do tomate, individualmente, proporciona um controle eficiente do mofo branco, incrementando a produtividade e o rendimento de polpa (Tabela 4.1), podendo ser importante no manejo de *S. sclerotiorum* para redução do uso de fungicidas ou em

condições em que não se utiliza o controle químico, como por exemplo, na agricultura orgânica.

Há ainda outras oportunidades para uso do silício para controle de doenças do tomateiro, como sua aplicação em solo para controle da murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) e murcha causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-licopersicy*, (Dannon & Wydra, 2004a) e controle de várias doenças em outras culturas como podridão de colmo causada por fusarium (*Fusarium moniliforme*) e por pythium (*Pythium aphanidermatum*) no milho e podridão de raiz em alface causada por *Pythium* spp. conforme a revisão realizada por Datnoff et al. (2007). Por estes motivos, mais estudos devem ser realizados neste patossistema com redução das doses dos fungicidas associados ao silício.

Já em 2009 foram registradas médias menores de incidência do mofo branco e, conseqüentemente, menor AACPD. Provavelmente, com isso, não houve diferença significativa entre os fungicidas para nenhuma característica avaliada no segundo ano de estudo (Tabela 4.2), e nem interações entre fungicida e silício. Houve diferença significativa apenas para perda em relação a utilização do silício, em que se verificou uma perda superior de 4,64 t ha⁻¹ sem o silicato de potássio (dados não apresentados). Neste segundo ano de avaliação, a menor incidência do mofo branco na área pode ter sido influenciada pela ocorrência no experimento de mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.), que afetou igualmente todos os tratamentos. Normalmente, há redução da área foliar com a ocorrência dessa doença e desta forma, pode ter tornado as condições menos favoráveis ao ataque de *S. sclerotiorum*.

Com isso, apesar de trabalhos como o de Nunes Junior et al. (2009), na cultura da soja, verificar uma redução da incidência do mofo branco utilizando os fungicidas fluazinam, procimidona e tiofanato metílico, na cultura do tomate para processamento industrial isso não ficou evidente. Quanto ao silício, há resultados também contraditórios para a cultura do tomateiro, como Lana et al. (2003) que não verificaram resposta das doses crescentes de silicato de cálcio sobre a produtividade da cultura, enquanto que no estudo de Miyake & Takahashi (1978) o silício teve efeito sobre o crescimento reprodutivo da planta de tomate, ou seja, há necessidade de mais estudos com este patossistema e a utilização de silício. De qualquer forma, a presença de uma doença como o mofo branco é uma importante variável que pode alterar os resultados da simples aplicação de silício

sobre a cultura. Recomenda-se, portanto, que seu uso ocorra de forma consciente, visto que pode ter correlação positiva ou negativa associado a fungicidas no controle de doenças.

Tabela 4.2. Efeito de fungicidas sintéticos associados ou não com silicato de potássio no controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produtividade e rendimento industrial do tomateiro para processamento Heinz 9780. Goiânia-GO, 2009.

Tratamentos	Incidência (%)	AACPD	°Brix	pH	Produtividade (t ha ⁻¹)	Perda (t ha ⁻¹)	Rendimento polpa (t ha ⁻¹)
Testemunha	16,3 ^{NS}	15,0 ^{NS}	4,6 ^{NS}	4,2 ^{NS}	122,5 ^{NS}	15,9 ^{NS}	18,8 ^{NS}
Fluazinam	12,1	10,8	4,3	4,2	114,7	15,2	16,8
Procimidona	0	0	4,6	4,2	116,6	15,4	18,3
Fluazinam + Procimidona + tiofanato metílico	16,3	13,8	4,3	4,3	107,4	19	15,5
tiofanato metílico	4,2	3,8	4,2	4,2	123,9	18,5	17,7
CV (%)	86,05	84,14	7,1	1,19	12,54	31,52	14,94

^{NS} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.4. CONCLUSÃO

Em ano com elevada incidência:

- Fungicidas (fluazinam e procimidona) são eficientes
- Silicato de potássio, sem aplicação de fluazinam ou procimidona, foi igualmente eficiente, podendo ser utilizado na agricultura orgânica.

5 CONTROLE BIOLÓGICO E QUÍMICO DO MOFO BRANCO, VIA BARRA DE PULVERIZAÇÃO, EM TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

RESUMO

Sclerotinia sclerotiorum é um dos patógenos habitantes do solo de maior importância na cultura do tomate para processamento industrial, é responsável pela doença mofo branco, de difícil controle. Medidas integradas para o manejo da doença como a associação do controle químico com o controle biológico com formulações à base de *Trichoderma* sp. podem ter efeito aditivo e desta forma incrementar a proteção das plantas e redução do inóculo do patógeno no solo. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do controle biológico e químico, associados ou não, via aspersão, para controle do mofo branco em tomateiro para processamento industrial. Nos anos de 2008 e 2009, foram conduzidos ensaios em Goiânia (GO), com o híbrido Heinz 9780, irrigado via gotejamento, em área experimental artificialmente infestada com escleródios do patógeno. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, e estande de quatro plantas por metro e 1,5 m entre linhas. Os tratamentos das parcelas foram formulações de *Trichoderma* sp., a saber: Trichodermax 1,0 L ha⁻¹, Ecotrich 1,0 L ha⁻¹, Trichodermil 1,0 L ha⁻¹, em que foram realizadas três aplicações via barra de pulverização com intervalo de aproximadamente 10 dias, a partir dos 40 dias após o transplante, e a testemunha. As sub-parcelas foram tratadas ou não com Fluazinam (1,0 L ha⁻¹). A partir de avaliações semanais da incidência da doença, foi obtida a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Também foram realizadas avaliações de produtividade e seus componentes, além de pH e °Brix, aproximadamente aos 120 dias após transplante. As médias dos resultados foram submetidas à ANOVA, teste de Tukey (5%) e análise de regressão com auxílio do programa estatístico Sisvar. No controle do mofo branco, via barra de pulverização, na cultura do tomate para processamento industrial, o uso do Trichodermax e Trichodermil não diferiram do padrão de controle em relação a incidência da doença, produtividades e rendimentos. Não há influência do fluazinam via barra de pulverização no controle do mofo branco. Já para o rendimento de polpa há interação entre *Trichoderma*, ano e fluazinam, sendo que ocorreu um maior rendimento de polpa no ano de maior incidência com o uso do fluazinam.

Palavras-chave: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Trichoderma* spp., fluazinam.

ABSTRACT

BIOLOGICAL AND CHEMICAL CONTROL OF WHITE MOLD, BY SPRINKLER, IN PROCESSING TOMATO

Sclerotinia sclerotiorum is one of the soil-borne plant pathogen of the most importance in the culture of tomato to the industrial processment, to be responsible by disease white mold, of difficult control. One of the alternative to this control of the disease is the association of chemical and biological control with formulations based on *Trichoderma* sp., to associate the protection of plants with reduction of inoculum of soil pathogen. According with it, this work had as objective to avaiate the effects to the chemical and biological control the associate or not, by sprinkler, to control the white mold in processing tomato. In the years of 2008 and 2009 were conducted experiment in Goiânia

(GO), with hybrid Heinz 9780, by sprinkler irrigation. The experimental design was randomized of blocks with subdivided plots with four plants by meter and 1.5 m between lines. In an experimental area previously infected with sclerotinia pathogen. The treatment of plots were formulation of *Trichoderma* sp., such as: Trichodermax 1.0 L ha⁻¹, Ecotrich 1.0 L ha⁻¹, Trichodermil 1.0 L ha⁻¹, what were realized three application by spraying with distance approximately of 10 days, from 40 days after the transplant, and control. As the sub plots were treated or not with fluazinam (1.0 L ha⁻¹). From this weekly avaluation the incidence of disease, was obtained the area under the disease progress curve (AUDPC). Also were evaluated the productivity and it's components, pH and °Brix from fruits, approximately of the 120 days after transplant. The medium of the results were submitted to the ANOVA, test of Tukey (5%) and analysis of regression, with the Sisvar statistic helper of program. In the control of white mold, by sprinkler, in processing tomato the use of Trichodermax, Trichodermil and control had good results with the smaller incidence of the disease, with improved productivity and yields. No influence of fluazinam sprinkler in the control of white mold. For the pulp yield there is interaction between *Trichoderma*, year and fluazinam, and there was a higher pulp yield in year with higher incidence with the use of fluazinam.

Key words: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Trichoderma* sp., fluazinam.

5.1 INTRODUÇÃO

Várias doenças afetam a produtividade do tomate para processamento industrial (*Solanum lycopersicon* L.), sendo os fungos fitopatogênicos os causadores do maior número de doenças desta espécie. Para o manejo de doenças fúngicas são utilizadas geralmente uma série de aplicações de fungicidas, que por este motivo são responsáveis por cerca de 17% dos custos de produção (FAEG/GETEC, 2010). Apesar do sucesso relativo ao controle de doenças fúngicas da parte aérea das plantas, este panorama muda no caso dos fungos habitantes do solo, como o fungo *Sclerotinia sclerotiorum* Lib. De Bary, responsável pela doença conhecida como mofo branco. Devido ao crescimento prostrado do tomate para processamento industrial e formação de um dossel denso após a sua floração, há dificuldades para o alcance dos fungicidas ao terço inferior das plantas, onde se localizam a maior parte das infecções, e à origem do inóculo inicial, produzido a partir de escleródios que sobrevivem no solo.

Estas dificuldades tornam *S. sclerotiorum* um dos patógenos habitantes do solo de maior importância na cultura do tomate para processamento industrial, principalmente quando irrigado por pivô central (Lopes & Ávila, 2005), sendo um grande problema em solos infestados cultivados sob condições de temperatura amena e alta umidade (Kurozama

& Pavan, 2005). É um fungo polífago que tem como hospedeiras plantas de 75 famílias, 278 gêneros, 408 espécies e 42 subespécies ou variedades (Boland & Hall, 1994), o que limita as opções de espécies para rotação de culturas.

Devido à falta de resistência, fungicidas têm sido um método importante de controle para *Sclerotinia* (Steadman, 1979), porém poucos são registrados para a cultura do tomate para processamento industrial no Brasil. Atualmente apenas os fungicidas tiofanato metílico e procimidona, de diferentes marcas, são registrados para a cultura (AGROFIT, 2011). Apesar disso, outros fungicidas como o fluazinam, tem sido bastante utilizado pelos produtores de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) devido ao seu registro no MAPA para esta cultura e boas referências no controle do mofo branco. Possivelmente, este fungicida pode viabilizar bons níveis de controle na cultura do tomate para processamento industrial.

O sucesso do controle químico está condicionado em parte ao uso de fungicidas adequados aplicados na época correta, de forma a prevenir o aparecimento ou o desenvolvimento da doença no campo. O uso desta forma de controle deve ser feito criteriosamente devido aos riscos de impactos negativos ao ambiente, como contaminação dos solos e de cursos de água, prejudicando os microrganismos benéficos, além de selecionar isolados resistentes ao produto (Fravel, 2005).

Com as limitações para a erradicação do patógeno em áreas infestadas, é necessária a integração de diversas medidas para seu manejo. Uma das alternativas ao controle químico é o controle biológico, que além de poder atingir diretamente o alvo, utiliza diversos meios para atingi-lo, como antibiose, competição, parasitismo etc, restringindo as chances de selecionar linhagens resistentes (Fravel, 2005). Em adição, não contamina os alimentos e nem o meio ambiente, participando naturalmente da ciclagem dos nutrientes. Dentro desse contexto, o uso de microrganismos antagonistas de patógenos de plantas é uma opção sustentável, para a problemática dos patógenos habitantes do solo, a qual tem se perpetuado, apesar do uso intenso de agrotóxicos (Ribeiro, 2009).

A adoção relativamente baixa de controle biológico na agricultura enfatiza a necessidade de examinar os fatores críticos que determinam o sucesso ou o fracasso do controle (Ojiambo & Scherm, 2006). Dentre os antagonistas utilizados no controle biológico de doenças de plantas, em 90% dos casos, há participação de diferentes espécies do gênero *Trichoderma*, que são fungos filamentosos de vida livre comuns no solo em diversos ecossistemas (Benítez et al., 2004). Contudo, a utilização de antagonistas no controle de doenças exige vários cuidados para o seu sucesso, visto que os produtos

disponíveis podem variar quanto às espécies e cepas dos antagonistas, concentração de conídios viáveis e doses para aplicação. Condições ambientais adversas, cepas de baixa competitividade e uso de esporos em concentrações insuficientes também influenciam os níveis de controle obtidos e são as principais causas de insucesso do controle biológico (Lobo Junior et al., 2009a).

A incorporação de *Trichoderma* sp. no solo reduz o dano causado por *S. sclerotiorum* no crescimento de plantas (Oliveira, 2007). Porém, visto que a eficiência do controle biológico é frequentemente mais variável quando comparada aos fungicidas (Boland, 1997) e que estes devem ser utilizados com moderação por causarem sérios problemas ambientais é necessário a associação de métodos de controle para uma maior eficiência no manejo da doença, atingindo sistemas de cultivo mais sustentáveis e, portanto, menos dependente de agrotóxicos.

Com modos de ação distintos, é possível que a associação de fungicidas químicos e biológicos produza efeitos aditivos no controle do mofo branco. Este fato foi demonstrado em diferentes patossistemas, como no controle do mofo cinzento da videira (*Botrytis cinerea*), em que Mochiero et al. (2005) observaram que os melhores resultados foram obtidos com a alternância entre produtos químicos e biológicos e *Rhizoctonia solani* na cultura da batata, onde Wilson et al. (2008) verificaram que a combinação da aplicação de *T. harzianum* com o tratamento de sementes com flutolanil forneceu melhor proteção da cultura em todo o ciclo. Yobo et al. (2010) também verificaram uma superioridade da combinação de selecionados de *Trichoderma* e isolados de *Bacillus* como tratamento de sementes e tolclofos-metil, em menores concentrações, para *Rhizoctonia solani*, porém na cultura do pepino. A associação entre controle biológico e químico também pode reduzir a perda de sensibilidade dos fungos a fungicidas sintéticos, visto que já se verificou perda de eficácia do procimidona, no controle de *Sclerotinia minor* em alface na Austrália (Porter et al., 2002). Dada à inexistência destas informações para o manejo do mofo branco em tomateiro para processamento industrial, o trabalho teve como objetivo comparar os efeitos do controle biológico e químico, associados ou não, via aspersão, sobre a incidência da doença, e verificar o rendimento industrial e as perdas na produção associadas à doença.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois ensaios na fazenda experimental da Unilever, com altitude de 816 metros (S 16° 43' 07,1" e W 49° 24' 37,9") em Goiânia (GO), de maio a setembro de 2008 e de abril a setembro de 2009, em solo de textura média. O híbrido utilizado foi o Heinz 9780 (Heinz Company), irrigado via gotejamento, transplantado em 12/05/08 no primeiro ano e, em 2009, no dia 27/04/09. O equipamento de irrigação era da empresa Plastro Brasil, com emissores hydro. PC. ND, modelo 16/45, com um fluxo de 1,35 L h⁻¹ e espaçamento de 0,40 cm entre emissores.

Os experimentos foram implantados com o plantio de mudas com trinta dias após semeadura, produzidas em substrato para hortaliças (Silva et al., 2003), e foram conduzidas conforme as recomendações técnicas para a cultura na Região Centro-Oeste. O preparo da área foi realizado nos dois anos de experimento com grade niveladora e subsolador com distribuição de 1.300 kg ha⁻¹ de calcário, e adubação de 1.500 kg ha⁻¹ da fórmula 04-30-16 + 0,5% B. As mudas foram tratadas com Thiametoxam (450 g ha⁻¹) + Metalaxyl-M + Mancozeb (3 g L⁻¹), via rega, antes de serem transplantadas. Logo após o transplante manual, realizou-se uma irrigação para facilitar o estabelecimento da cultura.

Os herbicidas utilizados para controle de plantas daninhas na área foram: S-Metalocloro (0,45 L ha⁻¹ - pré-emergência) e Metribuzin (0,7 L ha⁻¹ - pré e pós-emergência). As fertirrigações foram realizadas a cada quinze dias com diferentes produtos, sendo eles: 20 kg ha⁻¹ de mono-amônio fosfato (Map Purificado), 15 kg ha⁻¹ de nitrato de amônia, 10 kg ha⁻¹ de nitrato de cálcio, 10 kg ha⁻¹ de nitrato de potássio e 20 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Os inseticidas utilizados para controle preventivo de pragas, como a traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), mosca branca (*Bemisia argentifolli*), tripses (*Frankliniella* spp. e *Thrips* spp.) pulgões (*Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*) etc, com pulverizações feitas aproximadamente a cada duas semanas, foram com o uso de beta-ciflutrina + imidacloprido (1,0 L ha⁻¹); metamidofos (1,0 L ha⁻¹); cirimazina (0,12 kg ha⁻¹); profenofos + cipermetrina (1,0 L ha⁻¹); spinosad (0,125 L ha⁻¹); cloridrato de cartape (2,0 L ha⁻¹); indoxacarb (0,12 kg ha⁻¹); lambda cialotrina (0,35 L ha⁻¹); clorfenapir (0,4 L ha⁻¹); *Bacillus thuringiensis* (2,0 kg ha⁻¹); espiromesifeno (0,5 kg ha⁻¹); clorpirifós (2,5 L ha⁻¹).

Os fungicidas utilizados para prevenção de outras doenças como septoriose (*Septoria lycopersici*) e requeima (*Phytophthora infestans*), entre outras, foram:

dimetomorfe (0,8 kg ha⁻¹); difenoconazole (0,5 kg ha⁻¹); azoxystrobin (0,16 kg ha⁻¹); mancozeb (2,5 kg ha⁻¹); hidróxido de cobre (1,5 kg ha⁻¹); clorotalonil (1,5 kg ha⁻¹); metiram + pyraclostrobin (2,0 kg ha⁻¹); metalaxyl-M + mancozeb (2,5 kg ha⁻¹). Nenhum destes produtos é eficaz sobre *S. sclerotiorum*, não sendo registrados para o mofo branco em nenhuma cultura. O clima neste período, de maio a setembro, é seco com temperaturas noturnas amenas, sendo a temperatura média de 22,2°C e a precipitação média de 22,3 mm (Freemeteo, 2009). Junto à umidade fornecida pela irrigação, são formadas condições adequadas para a ocorrência do mofo branco.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, e estande de quatro plantas por metro e 1,5 m entre linhas. A área experimental foi infestada artificialmente com escleródios do patógeno. Os tratamentos das parcelas foram formulações de *Trichoderma* sp., a saber: Trichodermax® 1,0 L ha⁻¹ produzido pela Turfal – indústria e comércio produtos biológicos e agrônômicos Ltda em Quatro Barras – Paraná (1,5 x 10⁹ esporos viáveis ml⁻¹ – *T. asperellum* em óleo vegetal emulsionável), Ecotrich® 1,0 L ha⁻¹ (*T. harzianum*) produzido por Ballagro agro tecnologia Ltda em Atibaia - SP, Trichodermil® 1,0 L ha⁻¹ (*T. harzianum* – 2 x 10¹² conídios viáveis L⁻¹) da Itaforma BioProdutos instalada em Itapetininga – SP, em que foram realizadas três aplicações via barra de pulverização com intervalo de aproximadamente 10 dias, a partir dos 40 dias após o transplante (dat), e a testemunha. As sub-parcelas foram tratadas ou não com Fluazinam (1,0 L ha⁻¹), que é um fungicida de contato, pertencente ao grupo químico fenilpiridinilamina.

A partir de avaliações semanais da incidência da doença, realizadas nos dois anos, foi obtida a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Shanner & Finney (1977). A avaliação de plantas sintomáticas foi realizada a partir dos sintomas iniciais da doença com o devido cuidado, visto que foi necessário observar o terço inferior da planta, que se torna coberto pelo dossel com o desenvolvimento da cultura. Ao verificar partes da planta com sintoma de murcha, as hastes eram levantadas com cautela para evitar sua quebra, devido à sua fragilidade e peso dos frutos em formação.

Para avaliação da produtividade e seus componentes, compostos por frutos maduros, perdas (frutos verdes e podres), acidez de frutos (pH) e sólidos solúveis (°Brix), colheram-se manualmente os três metros lineares centrais de cada parcela. Para melhor concentração da maturação dos frutos de tomate, cessou-se a irrigação aos 110 dat e a

colheita foi realizada aos 129 dat no ano de 2008 e aos 123 dat no ano de 2009. Trinta frutos por repetição foram triturados em liquidificador e, com auxílio do pHmetro do tipo caneta de pH Milwaukee pH 51 Waterproof e do refratrômetro digital portátil Atago, modelo PR-1, obteve-se os valores de acidez e sólidos solúveis dos frutos. O rendimento de polpa foi obtido pela fórmula: $P \text{ (t ha}^{-1} \text{ de polpa)} = [(produção \text{ em t ha}^{-1}) * 0,95 * °\text{Brix}]/28$ (Silva & Giordano, 2000), sendo que 0,95 corresponde ao rendimento em % (5% é perda) e 28 corresponde ao °Brix padrão. As médias dos resultados foram submetidas à ANOVA e ao teste de Tukey (5%). Para verificar os efeitos da doença na produtividade e seus componentes, as médias de incidência da doença e AACPD foram pareadas às relacionadas ao rendimento da cultura e também submetidas à análise de regressão. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção de sólidos solúveis, não houve interação entre os tratamentos eos anos de 2008 e 2009, sendo portanto, os resultados avaliados conjuntamente. A testemunha apresentou maior teor de sólidos solúveis em relação ao Trichodermil (Tabela 5.1), porém sem diferenças quanto ao pH, AACPD e perdas na produção. Quanto a incidência da doença, verificou-se maior incidência no tratamento Ecotrich em relação ao Trichodermax.

Tabela 5.1. Efeitos de *Trichoderma* sp. aplicado sobre a incidência do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), área abaixo da curva de progresso de doença, produtividade e componentes da produção de tomateiro para processamento industrial, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia-GO, 2008-2009.

Tratamentos	Incidência (%)	AACPD	Produtiv. (t ha ⁻¹)	Perdas (t ha ⁻¹)	Rend. polpa (t ha ⁻¹)	°Brix	pH
Testemunha	26,74 ab	15,67 ^{NS}	124,65 ab	11,42 ^{NS}	20,40 a	4,82 a	4,18 ^{NS}
Ecotrich	32,60 a	17,33	112,02 b	14,17	17,60 b	4,66 ab	4,20
Trichodermax	16,99b	10,42	119,39 ab	11,92	19,10 ab	4,74 ab	4,18
Trichodermil	24,67 ab	15,45	129,46 a	10,76	20,0 ab	4,56 b	4,22
CV (%)	46,79	53,03	11,46	31,07	12,22	5,37	1,34

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade.

A falta de eficiência do controle biológico para *Sclerotinia* em campo neste estudo pode ser devido ao método de aplicação, que provavelmente não permitiu que um número suficiente de conídios atingisse o solo. Estes resultados podem ser melhorados com mudanças na forma de aplicação, optando-se pela irrigação por aspersão para auxílio ao alcance do antagonista ao solo, ou aplicação direta dos tratamentos na água de irrigação de gotejamento. A eficácia no campo de muitos produtos biológicos é mais dependente do ambiente, exigindo mais cuidado e conhecimento do que a aplicação de produtos químicos que são inertes. Além disso, os complexos modos de ação exercida por muitos agentes de biocontrole é uma grande vantagem da utilização de *Trichoderma* em relação aos fungicidas, dificultando uma possível resistência (Gerhardson, 2002).

Além da tecnologia de aplicação, é possível que hajam outras explicações para o contraste entre tratamentos com *Trichoderma* quanto à incidência, produtividade e rendimento industrial. Efeitos colaterais do controle biológico foram revisados por Shores & Harman (2008) e consistem em um custo metabólico da indução de resistência, descrita por estes autores em testes com agentes de controle biológico de doenças.

Além disso, a maior produtividade foi verificada com o uso do Trichodermil em relação ao Ecotrich, sendo que a testemunha e o Trichodermax não diferenciaram dos produtos já citados. Já quanto ao rendimento de polpa verificou-se um maior rendimento para a testemunha, sendo que a AACPD tem uma influência negativa no rendimento de polpa, ou seja, quanto maior a AACPD menor será o rendimento (Tabela 5.2). Assim, as parcelas tratadas com Ecotrich tiveram redução da produtividade e do rendimento de polpa, porém sem se diferenciar de outros tratamentos, visto que há uma influência positiva e altamente significativa da produtividade e rendimento de polpa. Por outro lado, o teor de sólidos solúveis foi maior na testemunha, sem se diferenciar do Ecotrich e Trichodermax. Quanto maior o teor de sólidos solúveis, maior será o rendimento industrial e menor o gasto de energia no processo de concentração da polpa. Em termos práticos, para cada aumento de 1°Brix na matéria-prima, há incremento de 20% no rendimento industrial (Silva & Giordano, 2000), sendo que a maturação tende a aumentar o teor de sólidos solúveis e o armazenamento tende a diminuir (Kluge & Minami, 1997). Assim, visto que o °Brix influencia diretamente no rendimento de polpa, o alto teor de sólidos solúveis é uma das principais características requeridas pela indústria, sendo influenciado por vários fatores abióticos e bióticos, entre eles, características genéticas da cultivar, adubação, temperatura, irrigação e doenças (Silva & Giordano, 2000).

Tabela 5.2. Matriz de correlação obtida com o coeficiente de Pearson entre as diferentes variáveis relacionadas ao mofo branco, à produtividade e seus componentes, em tomateiro para processamento industrial. Goiânia, GO, 2008-2009.

	°Brix	pH	Incidência (%)	AACPD	Produtividade (t ha ⁻¹)	Perdas (t ha ⁻¹)	Rendimento de polpa (t ha ⁻¹)
Redimento de polpa (t ha ⁻¹)	0,51*	-0,25	0,05	0,13	0,72**	-0,46*	1,0
Perdas (t ha ⁻¹)	-0,28	0,22	0,12	0,004	-0,28	1,0	-
Produtividade (t ha ⁻¹)	-0,22	0,09	-0,2	-0,3*	1,0	-	-
AACPD	0,54*	-0,25	0,91**	1,0	-	-	-
Incidência (%)	0,32*	-0,17	1,0	-	-	-	-
pH	-0,45*	1,0	-	-	-	-	-
°Brix	1,0	-	-	-	-	-	-

Conforme a análise de variância, os dois anos de experimento diferiram entre si quanto a todas as variáveis avaliadas, exceto para produtividade. No ano de 2008, houve maior incidência do mofo branco e consequentemente maior AACPD, porém sem interferir na produtividade, que não apresentou diferença significativa entre os anos (Tabela 5.3). Apesar da maior incidência do mofo branco no ano de 2008, verificou-se menor quantidade de perdas e um maior rendimento de polpa neste ano, visto que o rendimento de polpa é a relação entre °Brix e produtividade. Conforme pode ser verificado na curva de progresso do mofo branco, que apresentaram um comportamento exponencial, no ano de 2008 (Figura 5.1), com maior incidência, a doença iniciou no dia 11 de julho, ou seja, primeiramente quando comparado ao ano de 2009 (Figura 5.2), o que não justificaria as maiores perdas no último ano. Porém, as perdas incluem frutos verdes e podres, e no ano de 2009 ocorreu a maior quantidade de frutos verdes, e a colheita foi realizada aos 123 dat neste ano, enquanto que em 2008 a colheita foi realizada aos 129 dat. Assim, a ocorrência mais tarde da doença e a colheita mais cedo pode ter influenciado na menor incidência do mofo branco. De acordo com Lobo Junior et al. (2000) as perdas de rendimento estão correlacionadas com o tempo de aparecimento dos sintomas e a idade fisiológica da planta. As perdas podem ser de quase 100% quando as plantas são infectadas durante o início da floração, em oposição as plantas infectadas próximo a colheita, que tiveram menor incidência da doença, sendo obtidos rendimentos economicamente aceitáveis.

Tabela 5.3. Diferenças quanto ao ano de 2008 e 2009 em relação aos componentes da produção, em experimento para controle biológico e químico do mofo branco em tomateiro para processamento industrial, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia-GO.

Ano	AACPD	Produtividade (t ha ⁻¹)	Perdas (t ha ⁻¹)	Rendimento polpa (t ha ⁻¹)	°Brix	pH
2008	21,25 a	118,48 ^{NS}	10,44 b	20,5 a	5,1 a	4,17 b
2009	8,19 b	124,28	13,69 a	18,0 b	4,3 b	4,22 a
CV (%)	36,2	11,60	33,2	12,22	5,23	1,37

Letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

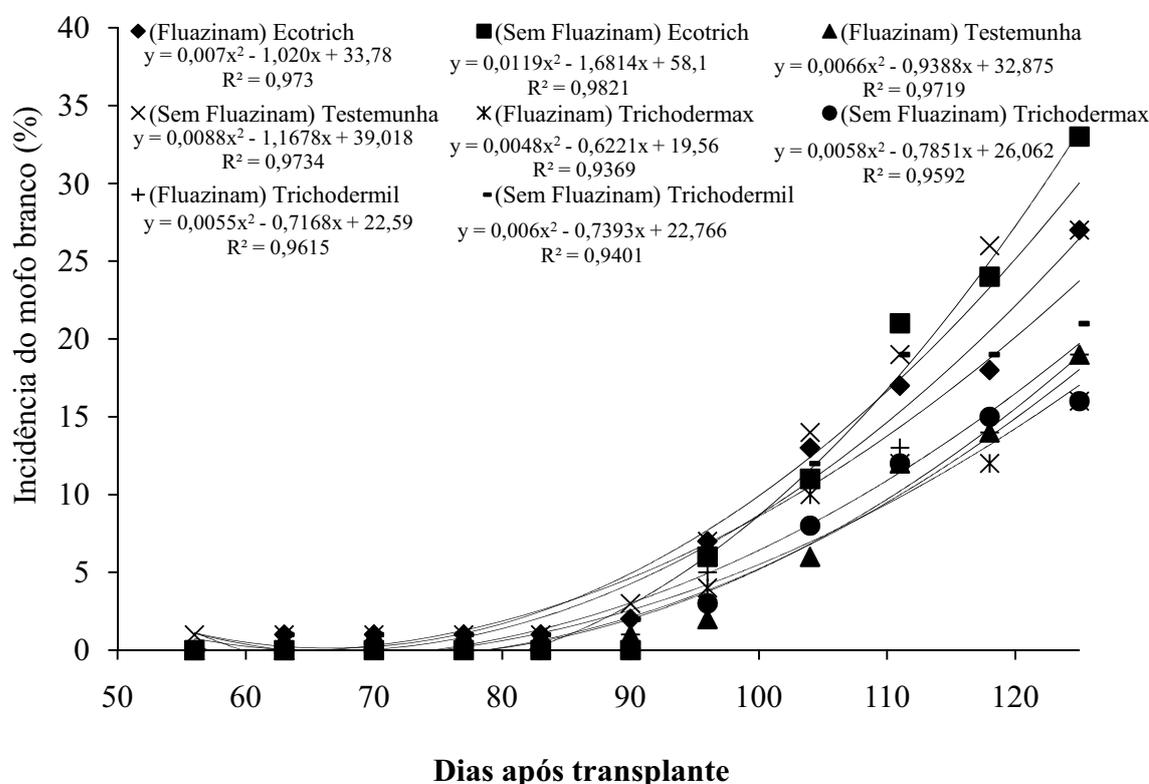


Figura 5.1. Curva de progresso do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em tomateiro para processamento industrial em tratamentos com *Trichoderma* sp. isolado ou associado ao fungicida fluazinam, em 2008, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia – GO.

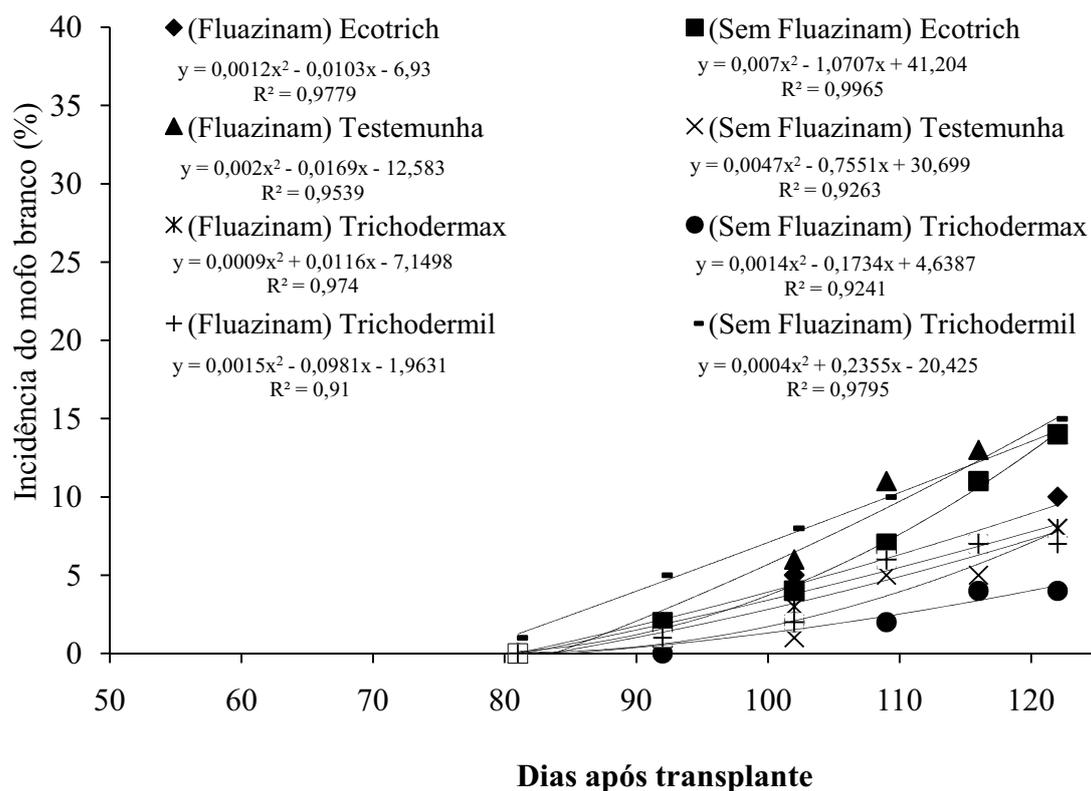


Figura 5.2. Curva de progresso do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em tomateiro para processamento industrial em tratamentos com *Trichoderma* sp. isolado ou associado ao fungicida fluazinam, em 2009, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia – GO.

Além de influenciar na produtividade, a doença pode interferir indiretamente ou diretamente na qualidade dos frutos colhidos, visto que pode levar à murcha de hastes doentes e, conseqüentemente, a escaldadura pelo sol ou através de murchas e podridões nos frutos que, posteriormente, podem aumentar a quantidade de resíduos de fungos na polpa e superar o que é permitido pela legislação (Silva et al., 2003). Pode-se citar o exemplo do extrato de tomate, em que é tolerado, na contagem pelo método de Howard, no máximo, 40% de campos positivos com filamentos de cogumelos (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2011). Assim, o maior rendimento de polpa devido o maior °Brix no ano 2008, provavelmente ocorreu devido a melhor maturação de frutos das plantas que foram atacadas pelo fungo já no estágio final (Figura 5.1), visto que ocorre morte da planta atacada, que concentra mais a maturação dos frutos, não chegando a apresentar frutos podres, porém pode apresentar maior quantidade de fungos na polpa.

Não houve diferença significativa entre o uso ou não do fluazinam para nenhuma das características avaliadas. Não houve interação entre as aplicações de

Trichoderma sp. e o uso de fluazinam, o que ocorreu provavelmente devido a dificuldade do antagonista ou fungicida de atingir o solo, sem ter então como atuar sobre os escleródios de *S. sclerotiorum*. A forma de aplicação do fungicida (aplicação convencional) é um fator que deve ser considerado quando se analisa esse baixo nível de controle do patógeno.

Houve interação apenas entre o *Trichoderma* e o ano para °Brix, em que foi observado no ano de 2008, com maior incidência do mofo branco, um maior °Brix com a utilização do Ecotrich em relação ao Trichodermil, enquanto que no ano de 2009 a utilização do Ecotrich foi o que apresentou menor °Brix (Figura 5.3), que é uma característica influenciada por vários fatores inclusive incidência de doenças. Outra interação observada foi para rendimento de polpa entre *Trichoderma*, ano e fluazinam, sendo que apenas no ano de 2008 com utilização de fluazinam se verificou diferenças, com maior rendimento de polpa para a testemunha, que não se diferenciou do Trichodermax e Trichodermil (Figura 5.4). Dessa forma, verificou-se que no ano em que ocorreu maior incidência da doença (Tabela 5.2), o uso de fluazinam sem utilização de *Trichoderma* foi mais eficiente, apresentando maior rendimento de polpa. Paula Junior (2009b) verificou toxicidade deste fungicida a *Trichoderma* sp. em ensaios *in vitro*, o que pode neste caso ter afetado o *Trichoderma* no campo, visto que na cultura da soja, Gorgên et al. (2009) verificaram que a aplicação de *T. harzianum* 1306 nas doses de 0,5 L ha⁻¹ e 1 L ha⁻¹ aumentou o rendimento da soja e o parasitismo de escleródios, com redução da incidência do mofo branco.

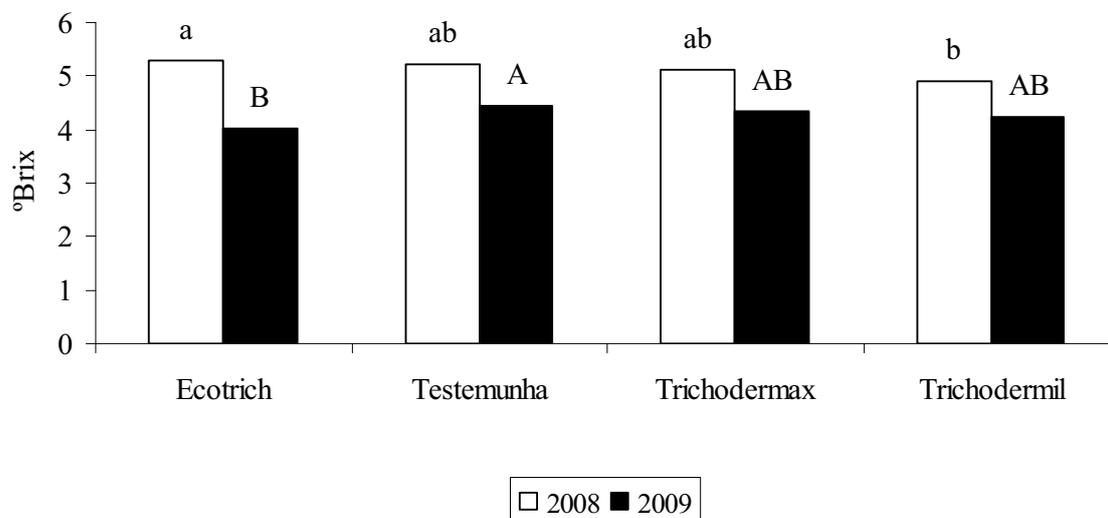


Figura 5.3. Teor de sólidos solúveis (°Brix) entre os diferentes produtos à base de *Trichoderma* sp. no ano de 2008 e 2009, em experimento para controle biológico e químico do mofo branco em tomateiro para processamento industrial, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia-GO.

Letras iguais, minúsculas para o ano de 2008 e maiúsculas para o ano de 2009, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

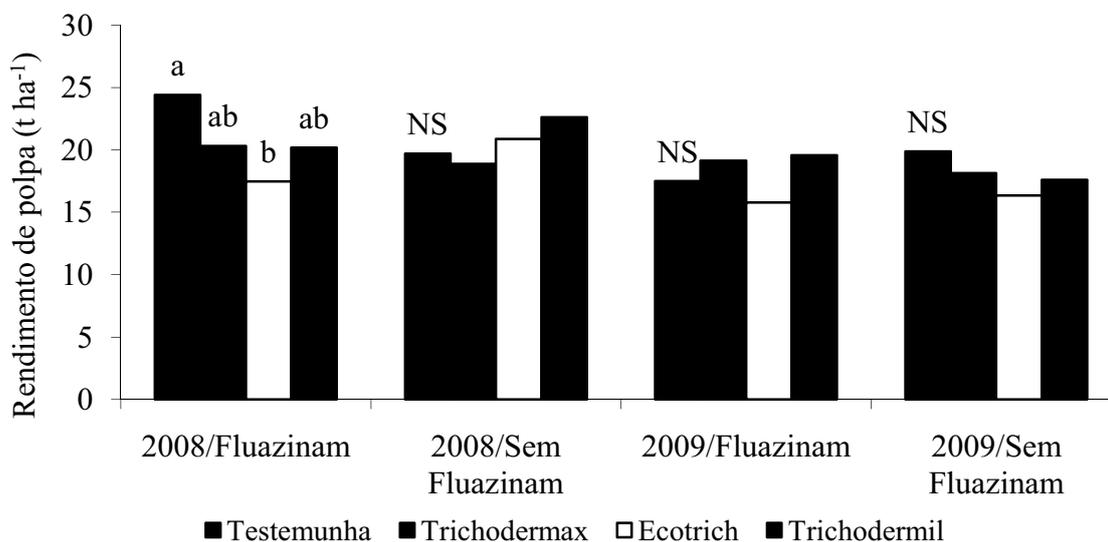


Figura 5.4. Rendimento de polpa (t ha⁻¹) em relação ao uso de *Trichoderma*, fluazinam e ano, em experimento para controle biológico e químico do mofo branco em tomateiro para processamento industrial, com o híbrido Heinz 9780. Goiânia-GO.

Colunas seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ^{NS} não significativo a 5% de probabilidade.

5.4 CONCLUSÕES

No controle do mofo branco, via barra de pulverização, na cultura do tomate para processamento industrial, o uso do Trichodermax e Trichodermil não diferiram do padrão de controle em relação a incidência da doença, produtividades e rendimentos. Não há influência do fluazinam via barra de pulverização no controle do mofo branco. Já para o rendimento de polpa há interação entre *Trichoderma*, ano e fluazinam, sendo que ocorreu um maior rendimento de polpa no ano de maior incidência com o uso do fluazinam.

6 CONTROLE DO MOFO BRANCO EM TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL POR *Trichoderma* sp. E FUNGICIDAS QUÍMICOS APLICADOS VIA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

RESUMO

O mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) é uma doença limitante à produção do tomateiro para processamento industrial na região do Cerrado do Brasil, devido à agressividade e sobrevivência do patógeno no solo por escleródios, que permanecem viáveis por vários anos, e que são dificilmente afetados por fungicidas aplicados via barra de pulverização. Desta forma, o trabalho teve como objetivo avaliar o controle biológico associado ou não ao controle químico do mofo branco, em tomateiro para processamento industrial, via fungigação. Ensaio em campo em Goiânia (GO) foram conduzidos em 2009 e 2010, com o híbrido Heinz 7155, irrigado via gotejamento, em uma área experimental previamente infestada com escleródios do patógeno. Os tratamentos em blocos casualizados foram dispostos em arranjo fatorial 2 x 3 (com e sem suspensão oleosa de *Trichoderma harzianum* + *T. viride* com $1,0 \times 10^9$ conídios viáveis $\text{mL}^{-1} \text{ha}^{-1}$; fluazinam ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$), procimidona ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) e testemunha, e aplicados via água de irrigação por três vezes com intervalos de 10 dias, sendo a primeira realizada um mês após o transplante. Cada tratamento foi composto por três linhas de 72 metros, com estande de 4 plantas m^{-1} e 1,5 m entre linhas. A partir de avaliações semanais da incidência do mofo branco, foi obtida a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Também foram avaliadas a produtividade e seus componentes, além de pH e °Brix dos frutos. Os resultados foram submetidos à ANOVA, teste de Scott-Knott (5%) e análise de regressão, com auxílio do programa estatístico Sisvar. Verificou-se o controle biológico com utilização do *Trichoderma* sp., via fungigação, para o mofo branco, isolado ou em combinação com os fungicidas sintéticos fluazinam e procimidona, reduz a AACPD e incrementa a produtividade do tomate para processamento industrial em até 25 toneladas ha^{-1} em média. O rendimento de polpa nos tratamentos com controle biológico foi aumentado em cerca de 1,0 e 7,0 t ha^{-1} , respectivamente, em 2009 e 2010.

Palavras-chave: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Sclerotinia sclerotiorum*, fluazinam, procimidona.

ABSTRACT

THE CONTROL OF WHITE MOLD IN PROCESSING TOMATO CROPS FOR *Trichoderma* sp. AND CHEMICAL FUNGICIDE APPLIED BY DRIP IRRIGATION

The white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) is a limited disease to the production of processing tomato crops in Cerrado region of Brazil due to its aggressivity and survival of pathogen in the soil for sclerotinia, what stay viable for several years, and what are difficult control with fungicides application by conventional spraying. This way, the work had as objective to evaluate biological control associated or not to the chemical control white mold, in processing tomato crops, by fungigation. In field experiment, in Goiânia were realized in 2009 and 2010, with hybrid Heinz 7155, by drip irrigation, in an experimental area previously infected with sclerotinia pathogen. This treatment randomized blocks where provisions in arrange factorial 2 x 3 (with and without grease suspension of *Trichoderma harzianum* + *T. viride* with 1.0×10^9 conidia viable $\text{ml}^{-1} \text{ha}^{-1}$; fluazinam (1.0

L ha⁻¹), procymidone (1.5 L ha⁻¹) and control), application by water irrigation in three application with ten days distance, being the first one realized in month after the transplant. Each treatment were done by three lines of 72 meters, with 4 plants m⁻¹ and 1.5 m between lines. From that point the weekly incidence avaliation of the disease, was obtained the area under the disease progress curve (AUDPC). Also were evaluated the productivity and it's components, pH and °Brix from fruits. The results were submitted to the ANOVA, test of Scott-Knott (5%) and analysis of regression, with the Sisvar statistic helper of program. Noticed that the biological control with *Trichoderma harzianum* + *T. viride* by fungigation, to the white mold, alone or in combination with the sintetics fungicides fluazinam and procymidone, reduced the AUDPC and increased the tomato productivity to the industrial processment in 25 tuns in average, when compared with the control.

Key words: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Sclerotinia sclerotiorum*, fluazinam, procymidone.

6.1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é produzido e consumido em todo o mundo, sendo a China a principal produtora, com uma produção de 33.911.702 t em 2008. O Brasil ocupa o nono lugar em produção com 3.867.655 t anuais que corresponderam em 2008, a um rendimento de US\$ 916.363 (FAO, 2010). Grande parte do tomate produzido no país é destinado às indústrias, onde a agregação de valor obtida com o seu processamento torna esta espécie a hortaliça de maior importância econômica na região do Cerrado do Brasil. Nesta região, cerca de 80% dos plantios destinados ao processamento industrial se concentram nos Estados de Goiás e Minas Gerais, onde sua produção é feita em áreas irrigadas, sendo Goiás o maior Estado produtor, com produtividade média de 92 t ha⁻¹. Para alcançar esta produtividade utiliza-se grande quantidade de insumos que oneram o custo de produção, estimado para Goiânia - Goiás em 103 R\$ t⁻¹, sem o frete dos insumos incluído (FAEG/GETEC, 2010).

Vários fatores limitam a produção desta hortaliça, dentre eles as doenças. O uso de fungicidas, por exemplo, corresponde a 17% do custo total da cultura (FAEG/GETEC, 2010). Dentre os patógenos que causam prejuízos na cultura do tomate para processamento industrial, destaca-se *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, um fungo habitante do solo causador do mofo branco. Sob condições de temperaturas amenas e alta umidade do solo, facilmente encontradas nestes plantios, os escleródios do patógeno germinam no solo infestado produzindo hifas que podem infectar diretamente as hospedeiras ou, geralmente, apotécios. Os apotécios, por sua vez, liberam ascósporos que colonizam flores em

senescência. Quando as flores colonizadas caem sobre folhas, hastes ou frutos a planta é infectada, apresentando externamente um crescimento branco cotonoso do fungo com o apodrecimento das partes afetadas, ou o completo anelamento do caule (Jones et al., 1991). As hastes afetadas posteriormente se tornam quebradiças e exibem, externamente e/ou na medula, numerosos escleródios de cor negra, que constituem estruturas características do patógeno usadas para sua sobrevivência no solo.

Por ser um patógeno polífago e devido à falta de resistência nos híbridos, o controle químico tem sido o método mais utilizado no manejo desta doença. Apesar da proteção à parte aérea das plantas, o uso de fungicidas é pouco eficiente para atingir os escleródios do patógeno no solo, deste modo não atingindo o inóculo inicial. Por este motivo, as áreas infestadas dependem anualmente de uma série de pulverizações para conter a doença e a multiplicação do patógeno, caso contrário, ocorrem perdas na produção com maior infestação do solo para as safras seguintes. Lobo Junior et al. (2000) verificaram que as perdas de rendimento estão relacionadas com a época do aparecimento dos sintomas e a idade fisiológica da planta, observando perdas quase que totais quando as plantas foram infectadas durante o início da floração, em oposição às plantas infectadas próximo a colheita, que por sua vez ainda podem ter rendimentos economicamente aceitáveis.

Em áreas irrigadas por gotejamento, é possível que a dificuldade de atingir as estruturas do patógeno no solo seja superada pelo uso de fungicidas via água de irrigação, conhecida como fungigação. No caso específico do controle do mofo branco, esta prática pode ter como vantagem o alcance do produto na superfície e primeiros 5 cm de profundidade do solo, considerados como a profundidade máxima de germinação carpopôgica de escleródios (Abawi & Grogan, 1975), podendo então atuar diretamente sobre escleródios, micélio e apotécios. No caso dos fungicidas sistêmicos, há também a possibilidade de absorção do produto pelas raízes e maior proteção das plantas (Oliveira, 2005). Browne et al. (2002) demonstraram vantagens deste método com a aplicação por gotejamento de metam sodium para controle de *Sclerotium rolfsii* em batata, matando todos os escleródios na linha até a profundidade de 46 cm, quando comparado à aplicação por aspersão. A fungigação é também mais econômica do que as aplicações convencionais devido à redução de mão-de-obra e de tempo, além de evitar a compactação do solo provocada pelas pulverizações feitas com trator e, conseqüentemente, manter a produtividade das culturas (Potter & Schneider, 1981; Pinto, 1994). Porém, no caso do

mofo branco na cultura do tomateiro para processamento, sua praticabilidade e sua eficácia ainda não foram estimadas.

A aplicação de fungicidas via água de irrigação proporciona benefícios no manejo de doenças em vários patossistemas, entre eles pinta preta no tomateiro (Tolentino Júnior et al., 2011), requeima, podridão de botrytis na batata, *Cercospora* e *Rhizoctonia* nas raízes de beterraba, entre outros (Johnson et al., 1986). Porém, a redução da severidade de doenças e aumento de produtividades tem sido geralmente realizada com utilização de fungicidas sintéticos aplicados via aspersão, como nos trabalhos realizados por Vieira et al. (2003) e Pinto & Costa (1999) para o mofo branco e para ferrugem, respectivamente, ambos na cultura do feijão. Uma boa alternativa ao uso de produtos químicos pode ser o controle biológico, visto que além de reduzir a densidade de inóculo no solo pode evitar a seleção de isolados resistentes de *S. sclerotiorum*, como por exemplo, ao fungicida benomil em canola e alfafa (Gossen & Rimmer, 2001) ou culturas hortícolas ao procimidona (Porter et al., 2002).

O controle biológico, além de apresentar maior especificidade ao alvo, utiliza diferentes meios para atingi-lo, restringindo as chances de selecionar linhagens resistentes (Fravel, 2005). Dentre os antagonistas utilizados no controle biológico de doenças de plantas, segundo Benitez et al. (2004), em 90% há participação de diferentes espécies do gênero *Trichoderma*, que são fungos filamentosos de vida livre comuns no solo em diversos ecossistemas. As espécies de *Trichoderma* sp. são micoparasitas necrotróficos facilmente isolados do solo, e tem sido considerados eficientes no controle de fitopatógenos, principalmente daqueles com estruturas de resistência como escleródios, clamidósporos e microescleródios ao atuarem por diversos mecanismos de antagonismo, como antibiose, produção de antibióticos, competição, indução de resistência, além da promoção de crescimento de algumas plantas (Howell, 2003).

Vários trabalhos demonstram a eficiência do *Trichoderma* sp. no controle de escleródios de *S. sclerotiorum*. Clarkson et al. (2004) demonstraram que dois isolados de *Trichoderma viride* e um isolado de *T. pseudokoningii* degradaram até 80% de escleródios de quatro isolados de *Sclerotium cepivorum* em solo argiloso siltoso, e também até 60% dos escleródios, em outros três tipos de solo. Clarkson et al. (2002) também verificaram uma degradação de até 60% em escleródios no solo com a utilização de *T. viride* e redução significativa da podridão branca em mudas de alho.

A aplicação de antagonistas e fungicidas sintéticos para controle do mofo branco não foi demonstrada em áreas irrigadas por gotejamento e, portanto, na cultura do tomate há necessidade de estudos neste sentido. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o controle biológico associado ou não ao controle químico do mofo branco, em tomateiro para processamento, via fungigação.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos ensaios na fazenda experimental da Unilever, com altitude de 816 metros (S 16° 43' 07,1" e W 49° 24' 37,9"), em Goiânia (GO), de abril a setembro de 2009 e de abril a agosto de 2010, em solo de textura média. O híbrido utilizado foi o Heinz 7155 (Heinz Company), irrigado via gotejamento, transplantado em 27/04/2009 e, no segundo ano, em 26/04/2010. O equipamento de irrigação utilizado no local (Plastro Brasil) possuía emissores hydro. PC. ND, modelo 16/45, ajustados para um fluxo de 1,35 L h⁻¹ e espaçamento de 0,40 cm entre emissores.

Os experimentos foram implantados com o plantio de mudas com trinta dias após semeadura, produzidas em substrato para hortaliças (Silva et al., 2003), e foram conduzidas conforme as recomendações técnicas para a cultura na Região Centro-Oeste. O preparo da área foi realizado nos dois anos de experimento com grade niveladora e subsolador com distribuição de 1.300 kg ha⁻¹ de calcário, e adubação de 1.500 kg ha⁻¹ da fórmula 04-30-16 + 0,5% B. As mudas foram tratadas com Thiametoxam (450 g ha⁻¹) + Metalaxyl-M + Mancozeb (3 g L⁻¹), via rega, antes de serem transplantadas. Logo após o transplante manual, realizou-se uma irrigação para facilitar o estabelecimento da cultura.

Os herbicidas utilizados para controle de plantas daninhas na área foram: S-Metolcloro (0,45 L ha⁻¹ - pré-emergência) e Metribuzin (0,7 L ha⁻¹ - pré e pós-emergência). As fertirrigações foram realizadas a cada quinze dias com diferentes produtos, sendo eles: 20 kg ha⁻¹ de mono-amônio fosfato (Map Purificado), 15 kg ha⁻¹ de nitrato de amônia, 10 kg ha⁻¹ de nitrato de cálcio, 10 kg ha⁻¹ de nitrato de potássio e 20 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Os inseticidas utilizados para controle preventivo de pragas, como a traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), mosca branca (*Bemisia argentifolli*), tripses (*Frankliniella* spp. e *Thrips* spp.) pulgões (*Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*) etc, com pulverizações feitas aproximadamente a cada duas semanas, foram com o uso de

beta-ciflutrina + imidacloprido (1,0 L ha⁻¹); metamidofos (1,0 L ha⁻¹); cirimazina (0,12 kg ha⁻¹); profenofos + cipermetrina (1,0 L ha⁻¹); spinosad (0,125 L ha⁻¹); cloridrato de cartape (2,0 L ha⁻¹); indoxacarb (0,12 kg ha⁻¹); lambda cialotrina (0,35 L ha⁻¹); clorfenapir (0,4 L ha⁻¹); *Bacillus thuringiensis* (2,0 kg ha⁻¹); espiromesifeno (0,5 kg ha⁻¹); clorpirifós (2,5 L ha⁻¹).

Os fungicidas utilizados para prevenção de outras doenças como septoriose (*Septoria lycopersici*) e requeima (*Phytophthora infestans*), entre outras, foram: dimetomorfe (0,8 kg ha⁻¹); difenoconazole (0,5 kg ha⁻¹); azoxystrobin (0,16 kg ha⁻¹); mancozeb (2,5 kg ha⁻¹); hidróxido de cobre (1,5 kg ha⁻¹); clorotalonil (1,5 kg ha⁻¹); metiram + pyraclostrobin (2,0 kg ha⁻¹); metalaxyl-M + mancozeb (2,5 kg ha⁻¹). Nenhum destes produtos é registrado para o mofo branco em nenhuma cultura e, portanto, não são eficazes sobre *S. sclerotiorum*. O clima neste período, de maio a setembro, é seco com temperaturas noturnas amenas, sendo a temperatura média de 22,2°C e a precipitação média de 22,3 mm (Freemeteo, 2009). Junto à umidade fornecida pela irrigação, são formadas condições adequadas para a ocorrência do mofo branco.

A área experimental foi previamente infestada com escleródios do patógeno, obtidos em resíduos de pré-limpeza de soja. Os tratamentos em blocos casualizados foram dispostos em arranjo fatorial 2 x 3 para facilitar a aplicação dos tratamentos via água de irrigação (fungigação) em três aplicações com intervalos de 10 dias, sendo a primeira realizada 30 dias após o transplante (dat). Os tratamentos foram: uma formulação de *Trichoderma* sp. (1 x 10⁹ UFC mL⁻¹, 3 aplicações de 1 L ha⁻¹), combinada ou não com o fungicida sintético de contato fluazinam (1,0 L ha⁻¹), e o sistêmico procimidona (1,5 L ha⁻¹), estes fungicidas isolados e a testemunha. O produto comercial à base de *Trichoderma* sp. é um composto orgânico à base de três estirpes (T9, T10 e T11) de *Thichoderma harzianum* e uma (T9) de *T. viride*. Cada tratamento era composto por 3 linhas de 72 metros, com estande de 4 plantas m⁻¹ e 1,5 entre linhas.

A avaliação de plantas sintomáticas foi realizada a partir dos sintomas iniciais da doença com o devido cuidado, visto que é necessário observar o terço inferior da planta, que se torna coberto pelo dossel com o desenvolvimento da cultura. Ao verificar partes da planta com sintoma de murcha, as hastes eram levantadas com cautela para evitar ferimentos e sua quebra, devido à grande quantidade de frutos em desenvolvimento. A proporção de plantas doentes foi avaliada semanalmente nas linhas centrais das parcelas, com a contagem de todas as plantas com sintomas. A partir destas avaliações, também

foram obtidas as áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Shanner & Finney (1977).

Colheram-se manualmente, 10 repetições de 1,5 m² para avaliação da produtividade através dos frutos considerados comerciais. Também foram estimadas as perdas na produção com a pesagem de frutos verdes e podres, além de pH e °Brix. Trinta frutos por repetição foram triturados em liquidificador e com auxílio do pHmetro do tipo caneta de pH Milwaukee pH 51 Waterproof e do refratômetro digital portátil Atago, modelo PR-1, obteve-se o valor de pH e do °Brix. Para melhor concentração da maturação dos frutos de tomate, cessou-se a irrigação aos 110 dat.

O rendimento de polpa foi obtido pela fórmula: $P \text{ (t ha}^{-1} \text{ de polpa)} = [(\text{produção em t ha}^{-1}) * 0,95 * \text{°Brix}]/28$, conforme Silva & Giordano (2000), sendo que 0,95 corresponde ao rendimento em % (5% é perda) e 28 corresponde ao °Brix padrão. Os resultados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Scott-Knott (5%) com auxílio do programa estatístico Sisvar. Análises de regressão foram realizadas com o mesmo programa, para verificar o progresso da doença.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O progresso de doença nos dois anos de experimento ocorreu de forma linear, para todos os tratamentos (Figuras 6.1 e 6.2). Observou-se o agrupamento dos tratamentos que envolveram o uso de *Trichoderma* sp. inclusive a testemunha, enquanto que, na ausência do antagonista, formou-se outro grupo, caracterizado pelo aumento mais rápido da doença e maior AACPD. A utilização do *Trichoderma* sp. via fungigação isolado ou associado com os fungicidas sintéticos fluazinam e procimidona, reduziu a curva de progresso da doença em ambos os anos, em comparação à testemunha e aos fungicidas sem o antagonista (Figuras 6.1 e 6.2).

Em 2009, houve redução da AACPD de 79% com a aplicação de *Trichoderma* sp. via fungigação e, quando este foi associado ao fluazinam, esta redução foi de 85% e de 82% com a procimidona, em comparação com a testemunha (Figura 6.3). No ano de 2010, esse comportamento foi praticamente o mesmo, sendo que o *Trichoderma* reduziu em 69% a AACPD, e quando associado aos fungicidas sintéticos fluazinam e procimidona, esta redução foi de 80% e 54%, respectivamente. Quanto à utilização desses fungicidas de

forma isolada, no ano de 2010 ambos chegaram a apresentar uma AACPD superior à testemunha em 17% no caso do fluazinam e de 22% com a procimidona (Figura 6.3). A baixa eficácia no controle do mofo branco com o uso de fungicidas de forma isolada pode ser causada pela ineficiência destes produtos sobre a germinação miceliogênica dos escleródios verificada por Costa & Costa (2004), apesar destes autores também relatarem que o uso do fluazinam no solo afetou a produção de apotécios. Provavelmente, a degradação dos fungicidas no solo pode ter ocorrido e colaborado no desempenho ruim destes tratamentos.

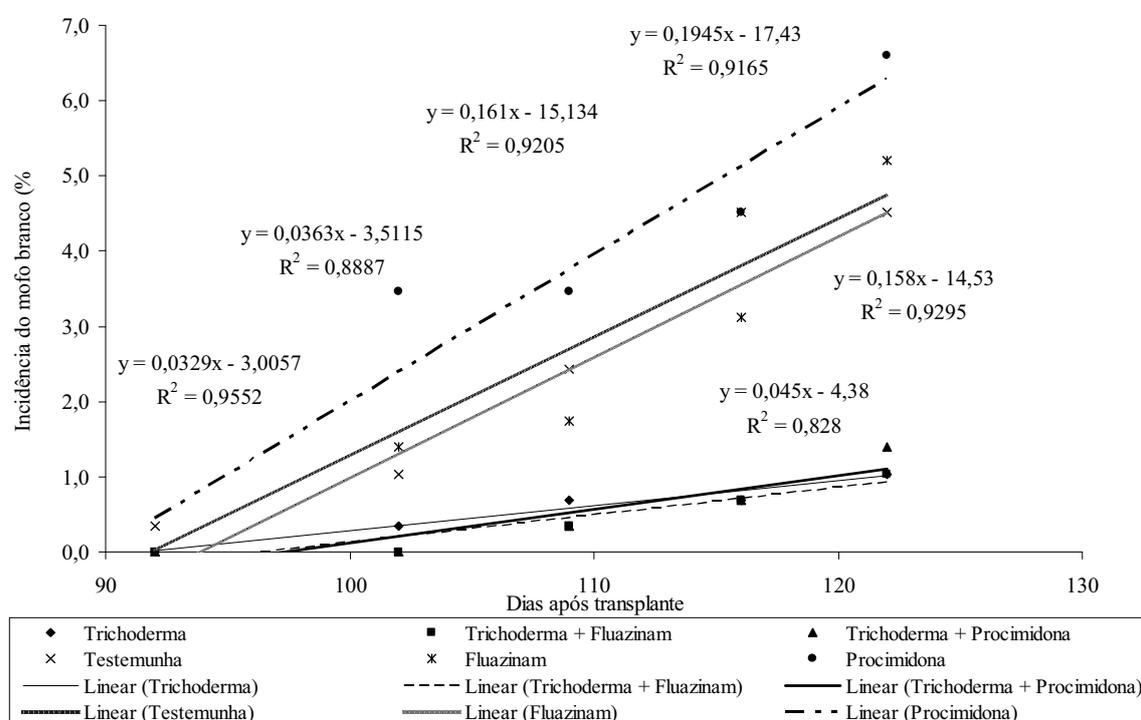


Figura 6.1. Progresso do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em tomateiro para processamento industrial Heinz 7155 em tratamentos aplicados via irrigação por gotejamento com *Trichoderma harzianum* + *T. viride* (1×10^9 UFC mL⁻¹) em 3 aplicações de 1 L ha⁻¹ associado ou não aos fungicidas fluazinam e procimidona, em 2009. Goiânia – GO.

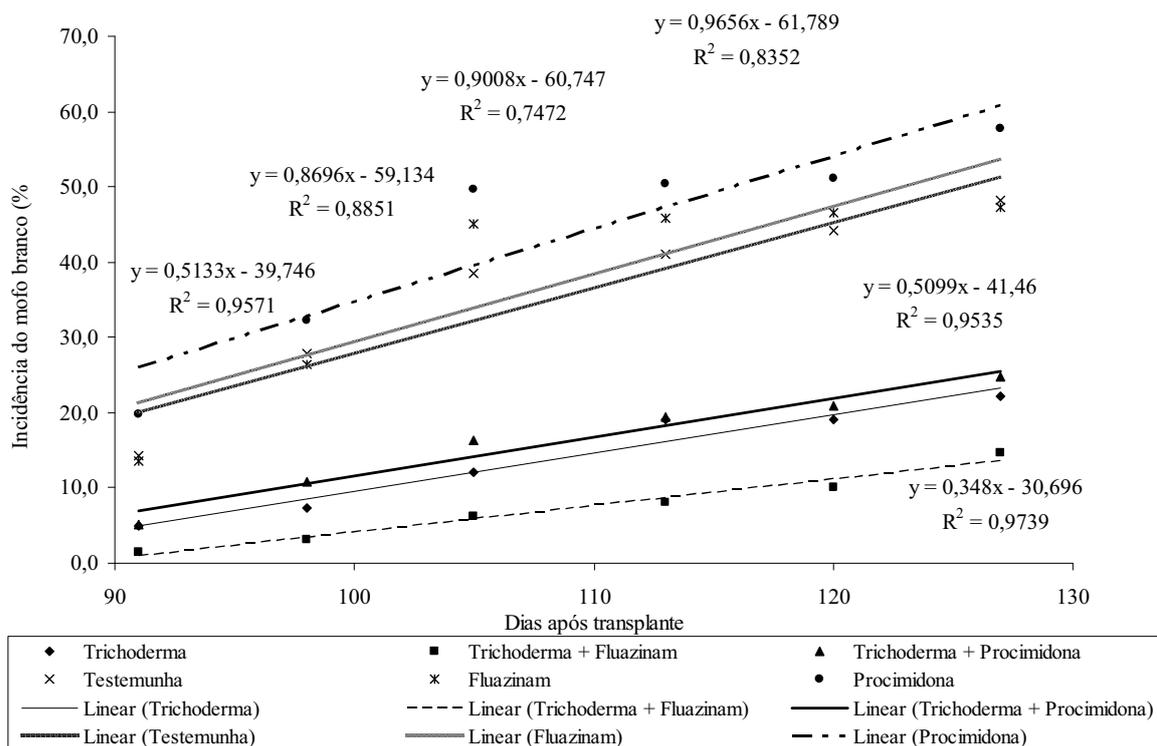


Figura 6.2. Progresso do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em tomateiro para processamento industrial Heinz 7155 em tratamentos aplicados via irrigação por gotejamento com *Trichoderma harzianum* + *T. viride* (1×10^9 UFC mL⁻¹) em 3 aplicações de 1 L ha⁻¹ associado ou não aos fungicidas fluazinam e procimidona, em 2010. Goiânia – GO.

Diversos autores têm relatado os efeitos do controle biológico do mofo branco com espécies de *Trichoderma*, mas em hortaliças estes estudos se concentram majoritariamente em plântulas ou sementes, sem abranger todo o ciclo das culturas e sua produtividade. Abdullab et al. (2008) verificaram, em casa de vegetação, um bom controle da *S. sclerotiorum* quando utilizaram diferentes fontes de *Trichoderma harzianum* em tomate, abóbora e em berinjela, com um controle de mais de 80% do mofo branco nas três culturas. O *T. harzianum* não só protegeu as plantas contra a infecção, mas também proporcionou melhor crescimento das plântulas, especialmente em plantas de tomate. A carência de resultados obtidos em campo faz com que sua eficiência seja questionável (Budge & Whipps, 1991). *In vitro*, o *Trichoderma harzianum* foi utilizado no revestimento de sementes para controle de *S. sclerotiorum* em pepino e alface e reduziu efetivamente a pré e pós emergência de *S. sclerotiorum* em pepino de 69 e 80%, respectivamente, e em alface de 46 e 72% (Inbar et al., 1996).

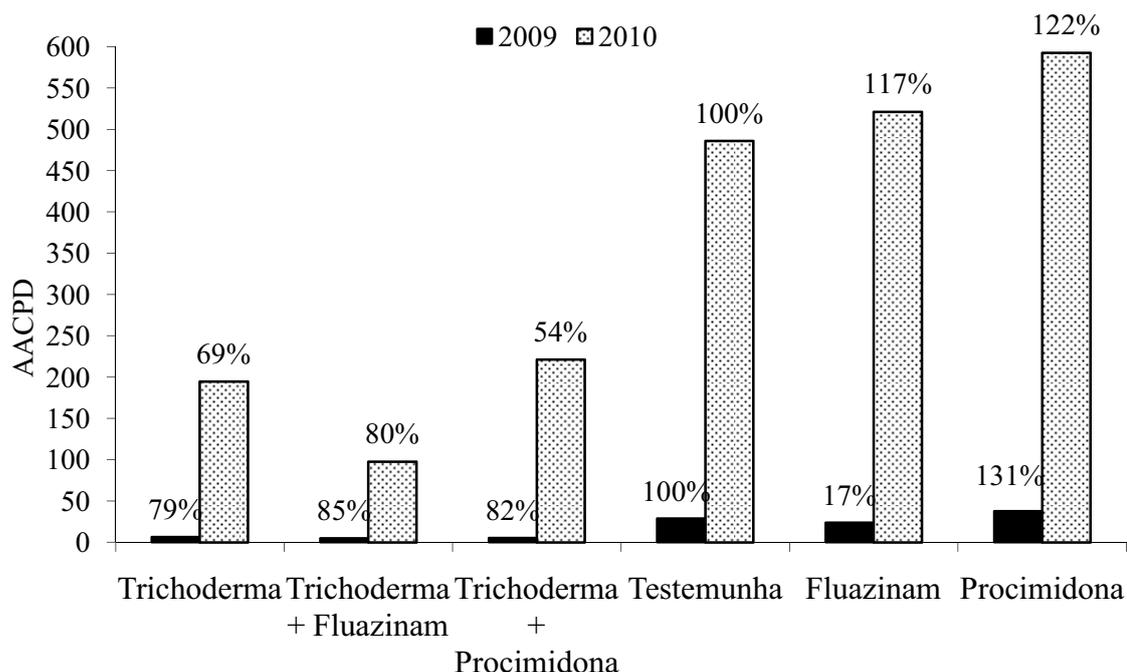


Figura 6.3. Redução da AACPD em comparação à testemunha após uso de *Trichoderma harzianum* + *T. viride* (1×10^9 UFC mL⁻¹) em 3 aplicações de 1 L ha⁻¹ associado ou não aos fungicidas fluazinam e procimidona aplicados via irrigação por gotejamento, sobre a área abaixo da curva de progresso (AACPD) do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), em tomateiro para processamento industrial Heinz 7155, nos anos de 2009 e 2010. Goiânia – GO.

Este trabalho, por sua vez, demonstrou as vantagens do controle biológico sobre o controle do mofo branco em tomateiro para processamento industrial. Os resultados devem ser creditados também ao método de aplicação utilizado, pois permitiu a distribuição do antagonista próximo às plantas e à fonte de inóculo, em um ambiente favorável à proliferação de *Trichoderma* spp.

A aplicação de fungicidas pela água de irrigação normalmente é realizada por aspersão, mas no caso de doenças causadas por patógenos de solo a aplicação por gotejamento pode ser mais eficiente. No trabalho realizado por Browne et al. (2002) em que compararam a aplicação de metam sodium por gotejamento e por aspersão no controle de *Sclerotium rolfii* na batata, verificaram que a aplicação por gotejamento foi mais eficiente no controle, matando todos os escleródios na linha até 46 cm de profundidade. Nesse sentido, o presente trabalho é o primeiro relato de controle do mofo branco na cultura do tomate, no campo, com utilização de *Trichoderma* sp. associados ou não a fungicidas sintéticos, via fungigação.

Independente do ano, a menor AACPD foi observada na associação do *Trichoderma* com o fluazinam que foi 85% e 80% mais eficiente que a testemunha no ano de 2009 e 2010, respectivamente (Figura 6.3). Apesar de Paula Junior (2009b) ter verificado toxicidade deste fungicida a *Trichoderma* sp. em ensaios *in vitro*, este fato não foi observado em campo.

A melhor eficiência do fluazinam, que é um fungicida de contato, independente da associação ou não com o *Trichoderma*, quando comparado ao procimidona que é sistêmico, corrobora em parte com os resultados de Vieira et al. (2003) no controle do mofo branco com aplicação de fluazinam ao solo em feijão comum, obtendo resultados superiores em comparação à aplicação de benomyl, fungicida sistêmico como a procimidona. A eficácia do fluazinam no campo via gotejamento também foi avaliada por Cohen et al. (1999), porém para o controle de *Monosporascus cannonballus* e, em dois experimentos, as aplicações de fluazinam resultaram em aproximadamente 87% de redução da murcha do meloeiro. Dessa forma, os autores afirmaram que apesar da mobilidade do fluazinam no solo ter sido relativamente limitada, resultando em uma zona de alta concentração que diminuiu com a profundidade e com a distância do local de aplicação, as taxas de medida mesmo em uma profundidade de 25 cm foram suficientes para o controle de *M. Cannonballus* (Abawi & Grogan, 1975). Assim, a melhor eficiência do fungicida sintético fluazinam em relação a testemunha e ao procimidona, possivelmente é devido à maior especificidade da molécula que, ao entrar em contato direto com as estruturas de resistência do patógeno no solo, provavelmente colabora na redução do inóculo inicial. Apesar da densidade de inóculo de *S. sclerotiorum* não ter sido avaliada neste trabalho, sabe-se que pode haver interação entre a ação de fungicidas químicos e biológicos, onde a ação de um tratamento facilita a ação do outro (Wilson et al., 2008), e desta forma uma interação pode aumentar a taxa de morte de escleródios e justificar o desempenho do tratamento de *Trichoderma* associado ao fluazinam.

No ano de 2009, com relação à produtividade e rendimento de polpa, verificou-se que todos os tratamentos com exceção da procimidona foram superiores à testemunha em até 21,7 t ha⁻¹ (Tabela 6.1). Vieira et al. (2001) também verificaram um menor rendimento da produção quando utilizaram a procimidona para o controle do mofo branco na cultura do feijão, sendo que neste caso, comparando a eficiência dos fungicidas benomyl (1 kg ha⁻¹), iprodione (0,75 kg ha⁻¹), procimidona (0,5 kg ha⁻¹) e fluazinam (0,5 l ha⁻¹), verificaram que apenas o procimidona não proporcionou rendimento maior que o da

testemunha. Em contrapartida Camele et al. (2006) constataram que, no período de outono-inverno, o rendimento e o peso médio das cabeças de alface foram significativamente maiores quando tratadas com procimidona em comparação com as não tratadas. O uso de *Trichoderma* pode também influenciar a produtividade pela promoção do crescimento das plantas e pode estar associado ao maior rendimento de polpa (Tabela 6.1). Aumentos no rendimento de diversas espécies com o uso de *Trichoderma*, têm sido relatados por autores como Gorgen et al. (2009) na soja e Gravel et al. (2007) no tomate.

Tabela 6.1. Efeito de *Trichoderma harzianum* + *T. viride* (1×10^9 UFC mL⁻¹ em 3 aplicações de 1 L ha⁻¹) associado ou não aos fungicidas fluazinam e procimidona aplicados por meio de irrigação por gotejamento na produtividade e seus componentes do tomate para processamento industrial Heinz 7155, nos anos de 2009 e 2010. Goiânia – GO.

Tratamento	Produtividade (t ha ⁻¹)		Perda (t ha ⁻¹)		Rendimento polpa (t ha ⁻¹)		°Brix		pH	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Trichoderma	121,7 aA	151,1 aA	12,1 ^{NS} A	2,9 ^{NS} B	17,8 aA	26,3 bA	4,3 bB	5,1 bA	4,3 ^{NS} B	6,9 ^{NS} A
Trichoderma + Fluazinam	120,6 aA	170,8 aA	13,4 A	2,8 B	18,3 aA	30,6 aA	4,4 aB	5,3 aA	4,3 B	6,8 A
Trichoderma + Procimidona	126,5 aB	152,9 aA	12,1 A	3,0 B	19,0 aB	25,9 bA	4,4 aB	5,0 bA	4,3 B	6,9 A
Testemunha	104,8 bB	126,1 bA	10,5 A	3,2 B	16,0 bB	22,8 cA	4,5 aB	5,4 aA	4,4 B	6,9 A
Fluazinam	135,5 aB	122,4 bA	9,5 A	2,6 B	21,3 aB	22,4 cA	4,6 aB	5,4 aA	4,3 B	6,9 A
Procimidona	100,1 bB	98,2 cA	11,9 A	4,8 B	14,4 bB	17,0 dA	4,2 bB	5,1 bA	4,4 B	6,9 A
Sem Trichoderma	113,5 ^{NS}	115,6 b	10,6 b	3,5 ^{NS}	17,2 ^{NS}	20,8 b	4,4 ^{NS}	5,3 a	4,4 a	6,9 ^{NS}
Com Trichoderma	122,9	158,2 a	12,5 a	2,9	18,4	27,6 a	4,4	5,1 b	4,3 b	6,9
	118,2 B	136,9 A	11,6 A	3,2 B	17,8 B	24,2 A	4,4 B	5,2 A	4,3 B	6,9 A
CV (%)	18,22		47,03		19,82		5,45		1,02	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical, e maiúscula, na horizontal não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

^{NS} = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No ano de 2010, verificou-se novamente uma superioridade dos tratamentos com *Trichoderma sp.* isolado ou associado aos fungicidas sintéticos em relação aos demais quanto à produtividade, sendo que o procimidona isoladamente foi o que apresentou a menor produtividade e, conseqüentemente, o menor rendimento de polpa. Com relação ao rendimento de polpa, observou-se da mesma forma que foi verificado no ano anterior uma superioridade do *Trichoderma sp.* associado ao fluazinam, seguido do *Trichoderma sp.* isolado e associado ao procimidona, que não diferiram entre si, em relação a testemunha ou aos fungicidas isolados. Dessa forma, além de proporcionar um controle mais eficiente da

doença, o *Trichoderma sp.* incrementou também a produtividade da cultura e como consequência o rendimento de polpa, que por sua vez é uma das características que mais interessa à indústria, suficiente para compensar um menor teor de sólidos solúveis (Tabela 6.1). Os menores teores de sólidos solúveis (°Brix) foram observados apenas quando se utilizou *Trichoderma* e procimidona isolados, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si (Tabela 6.1). Estas diferenças em sólidos solúveis, todavia, estão dentro dos padrões aceitos para indústria e não indicam necessariamente um efeito indesejável à produção. Não houve diferença entre os tratamentos quanto ao pH e quanto às perdas na produção.

Este é o primeiro relato de controle do mofo branco com uso de fungigação por gotejamento, associando o controle biológico com o uso de *Trichoderma sp.* e controle químico. Os resultados aqui apresentados endossam o sucesso da utilização de *Trichoderma* no controle de patógenos do solo, por ter proporcionado condições adequadas para o antagonista fazer uso de sua alta capacidade reprodutiva, habilidade de sobreviver no solo, e atuar contra fungos fitopatogênicos. De maneira geral, observou-se um melhor controle, via fungigação, quando se utilizou *Trichoderma sp.* isolado ou associado aos fungicidas sintéticos fluazinam e procimidona, que consequentemente resultam em melhores produtividades e rendimento de polpa. A associação de métodos de controle pode aumentar a eficiência do manejo do mofo branco, com consequente aumento de produtividade, mostrando a praticabilidade e eficácia deste método para controle do mofo branco. Sabendo-se que várias outras espécies hortícolas são cultivadas com auxílio da irrigação por gotejamento e também são hospedeiras de *S. sclerotiorum*, é possível que a aplicação de *Trichoderma sp.* no solo em casa de vegetação ou no campo por meio de gotejamento também possa reduzir a severidade do mofo branco em outras hospedeiras, possibilitando melhores produtividades.

6.4 CONCLUSÕES

O controle biológico com utilização do *Trichoderma sp.*, via fungigação, para o mofo branco, isolado ou em combinação com os fungicidas sintéticos fluazinam e procimidona, reduz a AACPD e incrementa a produtividade do tomate para processamento industrial em até 25 toneladas ha⁻¹ em média. O rendimento de polpa nos tratamentos com

controle biológico foi aumentado em cerca de 1,0 e 7,0 t ha⁻¹, respectivamente, em 2009 e 2010.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto a importância do tomateiro para processamento industrial na região do Cerrado do Brasil, é necessário adotar o manejo integrado de doenças para atingir a sustentabilidade do sistema de produção. Com este trabalho verificou-se que no manejo do mofo branco a escolha do híbrido pode ser adicionada às práticas culturais já utilizadas, visto que os híbridos H9992 e Hp108 proporcionaram a menor AACPD independente das condições favoráveis à ocorrência da doença, apesar de não terem diferido quanto à produtividade. O silicato de potássio também pode auxiliar nesse manejo onde não se utiliza o controle químico.

Quanto a utilização de *Trichoderma* spp. associado ou não ao controle químico verificou-se maior eficiência de sua utilização através da fungigação em relação a aplicação por barra de pulverização. Na pulverização, mesmo sem reduzir a incidência do mofo branco em determinados casos, houve um maior rendimento de polpa. Nos ensaios de fungigação, o bulbo úmido formado pela irrigação sob o dossel do tomateiro parece formar um ambiente adequado à ação do controle biológico. Assim, quanto mais estratégias puderem ser empregadas no controle, mais chances de sucesso terá o agricultor. Dessa forma, novas opções de manejo do mofo branco poderão ser adotadas no manejo integrado da doença nos cultivos de tomate industrial, tanto no aspecto agrônomo, ambiental e econômico, com benefícios ao consumidor que terá acesso a produtos de melhor qualidade, com menor utilização de agrotóxicos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAWI, G. S.; GROGAN, R. G. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* Species. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, n. 8, p. 899 - 904, 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**, Sant Paul, v. 65, n. 3, p. 300 - 309, 1975.

ABCSEM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. 2010. Disponível em: <www.abcsem.com.br/noticia.php?cod=284>. Acesso em: 04/01/2010.

ABDULLAH, M. T.; ALI, N. Y.; SULEMAN, P. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary with *Trichoderma harzianum* and *Bacillus amyloliquefaciens*. **Crop Protection**, Guildford, Surrey, v. 27, n. 10, p. 1354– 1359, 2008.

ADAMS, P. B.; AYERS, W. B. Ecology of *Sclerotinia* Species. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, n. 8, p. 896 - 899, 1979.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução - CNNPA nº 12, de 1978**. 2011. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_extrato.htm. Acesso em: 16/05/2011.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th. Oxford: Academic Press: 2005. 922 p.

AGROFIT. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2011. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 19 maio 2011.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 393 p.

AZEVEDO, L. A. S. **Danos ocasionados por fungos e as estratégias de controle**. 2008. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/danfungos.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2008.

BEDENDO, I. P. Podridão de órgãos de reserva. In: AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011, v. 1, Capítulo 21, p. 427 - 434.

BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODÓN, A. C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, Sevilha, Spain, v. 7, n. 4, p. 249 - 260, 2004.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Controle biológico. In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H. A., L. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, v. 1, Capítulo 36, p. 717 - 728.

BOILEAU, T. W.; BOILEAU, A. M.; ERDMAN JUNIOR, J. W. Bioavailability of all-trans and cis-isomers of lycopene. **Experimental Biology and Medicine**, New Jersey, v. 227, n. 10, p. 914 - 919, 2002.

BOLAND, G. J. Evaluating soybean cultivars for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* under field conditions. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 71, n. 10, p. 934 - 936, 1987.

BOLAND, G. J. Stability analysis for evaluating the influence of environment on chemical and biological control of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) of bean. **Biological Control**, Orlando, v. 9, n. 1, p. 7 - 14, may 1997.

BOLAND, G. J.; HALL, R. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Burnaby, v. 16, n. 2, p. 93 - 108, 1994.

BRAMLEY, P. M. Is lycopene beneficial to human health? **Phytochemistry**, Surrey, v. 54, n. 3, p. 233 - 236, 2000.

BROWNE, G. T.; DETAR, W. R.; SANDEN, B. L.; PHENE, C. J. Comparison of drip and sprinkler irrigation systems for applying metam sodium and managing stem rot on potato. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 86, n. 4, p. 1211 - 1218, 2002.

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**, Madison, v. 40, n. 1, p. 59 -66, 1991.

CAFÉ FILHO, A. C.; LOBO JUNIOR, M. Manejo de fatores físicos e culturais para controle de patógenos de solo. **PAPP - Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, RS, v. 8, n. p. 267 - 301, 2000.

CAMELE, I.; CANDIDO, V.; VECCHIO, S. D.; RANA, G. L.; FORTUNATO, A.; MICCOLIS, V. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* on lettuce in unheated greenhouse [*Lactuca sativa* L.]. **Atti delle Giornate Fitopatologiche**, Bologna, v. 2, n. 4, p. 471 - 476, 2006.

CARDOSO, J. E. Mofa branco. In: CARDOSO, J. E. (Ed.). **Principiais doenças do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba, SP: Potafos, 1994, v. 1, p. 639 -667.

CHÉRIF, M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 84, n. 3, p. 236 - 242, 1994.

CHET, I.; INBAR, J.; HADAR, I. Fungal antagonists and mycoparasites. In: WICKLOW, D. T. S., B. (Ed.). **The Mycota IV: Environmental and microbial relationships**. Berlin-Germany: Springer-Verlag, 1997, v. 1, p. 165 - 184.

CLARKSON, J. P.; MEAD, A.; PAYNE, T.; WHIPPS, J. M. Effect of environmental factors and *Sclerotium cepivorum* isolate on sclerotial degradation and biological control of white rot by *Trichoderma*. **Plant Pathology**, Madison, v. 53, n. 3, p. 353 - 362, 2004.

CLARKSON, J. P.; PAYNE, T.; MEAD, A.; WHIPPS, J. M. Selection of fungal biological control agents of *Sclerotium cepivorum* for control of white rot by sclerotial degradation in a UK soil. **Plant Pathology**, Madison, v. 51, n. 4, p. 735 - 745, 2002.

CLARKSON, J. P.; STAVELEY, J.; PHELPS, K.; YOUNG, C. S.; WHIPPS, J. M. Ascospore release and survival in *Sclerotinia sclerotiorum*. **Mycological Research**, Cambridge, v. 107, n. 2, p. 213 - 222, February 2003.

COHEN, R.; PIVONIA, S.; SHTIENBERG, D.; EDELSTEIN, M.; RAZ, D.; GERSTL, Z.; KATAN, J. Efficacy of fluazinam in suppression of *Monosporascus cannonballus*, the causal agent of sudden wilt of melons. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, n. 6, p. 1137 - 1141,

COSTA, G. R. **Estudos complementares sobre a eficiência de fungicidas no controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições controladas**. 2000. 93 f. Dissertação - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, 2000.

COSTA, G. R.; COSTA, J. L. D. S. Efeito da aplicação de fungicidas no solo sobre a germinação carpogênica e miceliogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 133 - 138, 2004.

COSTA, J. L.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003, v. 1, p. 523 - 534.

DANNON, E. A.; WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 64, n. 3, p. 233 - 243, 2004.

DANNON, E. A.; WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological Molecular Plant Pathology**, v. 64, n. 1, p. 233 - 243, 2004.

DATNOFF, L.; BRECHT, M.; STILES, C.; RUTHERFORD, B. The role of silicon in suppressing foliar diseases in warm-season turf. **International turfgrass society research journal**, Blacksburg, v. 10, n. 2, p. 175 - 179, 2005.

DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. Á.; SEEBOLD, K. W. Silicon and plant disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). **Mineral Nutrition and Plant Disease**. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 2007, v. 1, Cap. 17, p. 233 - 246.

DONALDSON, P. A.; ANDERSON, T.; LANE, B. G.; DAVIDSON, A. L.; SIMMONDS, D. H. Soybean plants expressing an active oligomeric oxalate oxidase from the wheat *gf-2.8* (germin) gene are resistant to the oxalate-secreting pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Michigan, v. 59, n. 3, p. 297 - 307, 2001.

DUARTE, H. D. S. S.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. Á.; RIOS, J. A. Efeito do silicato de potássio isoladamente ou em mistura com fungicida no controle da requeima da batateira. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 68 -70, 2008.

DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, L.; RODRIGUES, F. A. Controle da requeima em tomateiro industrial com fungicidas e silicato de potássio. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 257-260, 2007.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy of Science**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11 - 17, 1994.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, n. 1, p. 641 - 664, 1999.

FAEG/GETEC. **Estimativa de orçamento para implantação/ha da cultura do tomate industrial**. Goiânia: 2010. Disponível em: <http://www.faeg.com.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=7&Itemid=136>. Acesso em: 29/08/2010.

FAO. **FAOSTAT**. 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 07/12/2010.

FERRAZ, L. C. L.; CAFÉ FILHO, A. C.; NASSER, L. C. B.; AZEVEDO, J. Effects of soil moisture, organic matter and grass mulching on the carpogenic germination of sclerotia and infection of bean by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, Madison, v. 48, n. 1, p. 77 - 82, 1999.

FERREIRA, S. A.; BOLEY, R. A. *Sclerotinia sclerotiorum*. 1992. Disponível em: <http://www.extento.hawaii.edu/Kbase/Crop/Type/s_scler.htm>. Acesso em: 19 fev. 2009.

FRAVEL, D. R. Commercialization and implementation of biocontrol. **Annual Review Phytopathology**, Davis, v. 43, n. 3, p. 337 - 359, 2005.

FREEMETEO. **Médias meteorológicas em Goiânia**. 2009. Disponível em: <<http://freemeteo.com/default.asp?pid=24&la=18&md=0&sid=83423&gid=3462377>>. Acesso em: 06/04/2009.

GERHARDSON, B. Biological substitutes for pesticides. **Trends in Biotechnology**, Amsterdam, v. 20, n. 8, p. 338 - 343, august 2002.

GÓMES, P. A.; CAMELO, A. F. L. Calidad postcosecha de tomates almacenados en atmósferas controladas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 38 - 43, março 2002.

GÖRGEN, C. A.; HIKISHIMA, M.; SILVEIRA NETO, A. N. D.; CARNEIRO, L. C.; LOBO JÚNIOR, M. Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). In: ALMEIDA, Á. M. R.; SEIXAS, C. D. S. (Ed.). **Soja: Doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2010, v. 1, Capítulo 3, p. 73 - 104.

GÖRGEN, C. A.; SILVEIRA NETO, A. N. D.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V.; LOBO JUNIOR, M. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1583 - 1590, dez. 2009.

GOSSEN, B. D.; RIMMER, S. R. First report of resistance to benomyl fungicide in *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 85, n. 11, p. 1206 - 1213, November 2001.

GRAVEL, V.; ANTOUN, H.; TWEDDELL, R. J. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: Possible role of indole acetic acid (IAA). **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 39, n. 22, p. 1968 - 1977, 2007.

HEGEDUS, D. D.; RIMMER, S. R. *Sclerotinia sclerotiorum*: When “to be or not to be” a pathogen? **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 251, n. 2, p. 177 - 184, 2005.

HEINE, G.; TIKUM, G.; HORST, W. J. The effect of silicon on the infection by and spread of *Pythium aphanidermatum* in single roots of tomato and bitter melon. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, n. 3, p. 569-577, 2007.

HOWELL, C. R. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, n. 1, p. 4 - 10, 2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal 2008**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2005/comentario.pdf>>. Acesso em: 02/07/2008.

INBAR, J.; MENENDEZ, A.; CHET, I. Hyphal interaction between *Trichoderma harzianum* and *Sclerotinia sclerotiorum* and its role in biological control. **Soil Biological Biochemist**, Brisbane, v. 28, n. 6, p. 757 - 763, 1996.

JOHNSON, A. W.; YOUNG, J. R.; THREADGILL, E. D.; DOWLER, C. C.; SUMNER, D. R. Chemigation for crop production management. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 70, n. 11, p. 998 - 1004, 1986.

JONES, J. B.; JONES, J. P.; STALL, R. E.; ZITTER, T. A. **Compendium of tomato diseases**. Saint Paul: The American Pathological Society Press, 1991. 100 p.

KIM, H. S.; DIERS, B. W. Inheritance of partial resistance to *Sclerotinia* stem rot in soybean. **Crop Science**, Columbia, v. 40, n. 1, p. 55 - 61, January - February 2000.

- KLUGE, R. A.; MINAMI, K. Efeito de esters de sacarose no armazenamento de tomates Santa Clara. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 1 - 2, p. 39 - 44, jan./ago. 1997.
- KOHN, L. M. Delimitation of the economically important plant pathogenic *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, n. 8, p. 881 - 886, 1979.
- KOLKMAN, J. M.; KELLY, J. D. An indirect test using oxalate to determine physiological resistance to white mold in common bean. **Crop Science**, Columbia, v. 40, n. 1, p. 281 - 285, 2000.
- KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v. 70, n. 1, p. 1 - 5, junho 1995.
- KUROZAMA, C.; PAVAN, M. A. Doenças do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Ed. Ceres, 2005, v. 2, 4, p. 607 - 626.
- LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; SILVA, A. F. D.; LANA, A. M. Q. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. **Bioscience journal**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 15 - 20, mar/ago 2003.
- LOBO JUNIOR, M.; GERALDINE, A. M.; CARVALHO, D. D. C. **Controle biológico de patógenos habitantes do solo com *Trichoderma* spp., na cultura do feijoeiro comum**. Circular técnica, 85. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009a. 4 p.
- LOBO JUNIOR, M.; GERALDINE, A. M.; CARVALHO, D. D. C.; COBUCCI, T. **Uso de cultivares de feijão comum com arquitetura ereta e ciclo precoce para escape do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*)**. Comunicado técnico 182. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009b. 4 p.
- LOBO JUNIOR, M.; LOPES, C. A.; SILVA, W. L. C. *Sclerotinia* rot losses in processing tomatoes grown under centre pivot irrigation in central Brazil. **Plant Pathology**, Madison, v. 49, n. 1, p. 51 - 56, 2000.
- LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. D. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 151 p.
- LU, G. Engineering *Sclerotinia sclerotiorum* resistance in oilseed crops. **African Journal of Biotechnology**, Abraka, v. 2, n. 12, p. 509 - 516, December 2003.
- MELO, I. S. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, n. 1, p. 261 - 295, 1996.
- MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 154 - 157, jan/mar. 2005.

- MELO, P. C. T. D.; VILELA, N. J. Desempenho da cadeia agroindustrial brasileira do tomate na década de 90. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 154 - 160, jan./mar. 2004.
- MELVIN, D. B.; BART, P. H. J. T.; BERLIN, D. N. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, Bristol, v. 7, n. 1, p. 1 - 16, 2006.
- MICIC, Z.; HAHN, V.; BAUER, E.; MELCHINGER, A. E.; KNAPP, S. J.; TANG, S.; SCHÖN, C. C. Identification and validation of QTL for *Sclerotinia* midstalk rot resistance in sunflower by selective genotyping. **Theoretical and applied genetics**, Epub, v. 111, n. 2, p. 233 - 242, 10/06/2005.
- MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon deficiency of tomato plant. **Soil Science Plant Nutrition**, Kyoto, v. 24, n. 2, p. 175 - 189, 1978.
- MONCHIERO, M.; GILARDE, G.; GARIBALDI, A.; GULLINO, M. L. Chemical and biological control of grey mould of grapevine in North-Western Italy [*Vitis vinifera* L.; Piedmont]. **Informatore Fitopatologico**, Bologna, v. 55, n. 4, p. 38 - 44, 2005.
- MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna, São Paulo: Embrapa Meio Ambiente, 2009, v. 1, Capítulo 1, p. 341.
- MORITZ, B.; TRAMONTE, V. L. C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 265 - 273, Mar./Apr. 2006.
- MUELLER, D. S.; DORRANCE, A. E.; DERKSEN, R. C.; OZKAN, E.; KURLE, J. E.; GRAU, C. R.; GASKA, J. M.; L., H. G.; BRADLEY, C. A.; PEDERSEN, W. L. Efficacy of fungicides on *Sclerotinia sclerotiorum* and their potential for control of *Sclerotinia* stem rot on soybean. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 86, n. 1, p. 26 - 31, 2002.
- NASSER, L. C. B.; NAPOLIÃO, R.; CARNAVAL, R. A. Mofo branco - cuidado com a semente. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 1, n. 4, p. 4, maio 1999.
- NUNES JUNIOR, J.; PIMENTA, C. B.; NUNES SOBRINHO, J. B.; FERREIRA, L. C.; COSTA, N. B.; ANDRADE, P. M.; MEYER, M. C. Avaliação da eficácia de fungicidas no controle de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, no Estado de Goiás. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 102 - 122, 2009.
- OJAMBO, P. S.; SCHERM, H. Biological and application-oriented factors influencing plant disease suppression by biological control: A meta-analytical review. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 96, n. 7, p. 1168 - 1174, 2006.
- OLIVEIRA, G. G. **Trichoderma spp. no crescimento vegetal e no biocontrole de *Sclerotinia sclerotiorum* e de patógenos em sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius*)**. 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

OLIVEIRA, S. H. F. Manejo do mofo branco. **Revista DBO Agrotecnologia**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 4, Maio/Junho 05.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; TEIXEIRA, H.; CARNEIRO, J. E. S. Foliar application of calcium chloride and calcium silicate decreases white mold intensity on dry beans. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 171 - 174, maio/jun 2009.

PAULA JÚNIOR, T. J. D.; VIEIRA, R. F.; ROCHA, P. R. R.; BERNARDES, A.; COSTA, É. L.; CARNEIRO, J. E. S.; VALE, F. X. R. D.; ZAMBOLIM, L. White mold intensity on common bean in response to plant density, irrigation frequency, grass mulching, *Trichoderma* spp., and fungicide. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 44 - 48, 2009.

PELTIER, A. J.; HATFIELD, R. D.; GRAU, C. R. Soybean stem lignin concentration relates to resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 93, n. 2, p. 149 - 154, 2009.

PEREIRA, H. S.; VITTI, G. V.; KORNDORFER, G. H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 1 - 8, 2003.

PEREIRA JÚNIOR, P.; REZENDE, P. M.; MALFITANO, S. C.; LIMA, R. K.; CORRÊA, L. V. T.; CARVALHO, E. R. Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agronômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência agrotecnológica**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 908 - 913, jul./ago., 2010.

PINTO, N. F. J. D. A. Fungigação e nematigação. In: COSTA, E. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. (Ed.). **Quimigação**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994, v. 1, p. 229 - 248.

PINTO, N. F. J. D. A.; COSTA, Ê. F. D. Aplicação de fungicidas via água de irrigação por aspersão para o controle da ferrugem do feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 317 - 321, 1999.

PORTER, I.; PUNG, H.; VILLALTA, O.; CRNOV, R.; STEWART, A. Development of biological controls for *Sclerotinia* diseases of horticultural crops in Australasia. **2nd Australasian Lettuce Industry Conference**, Queensland, v. 1, n. 1, p. 1 - 5, may 2002.

POTTER, H. S.; SCHNEIDER, C. L. Control of cercospora leaf spot and rhizoctonia crown rot diseases of sugarbeet with fungicides applied by sprinkler irrigation. **Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists**, Colorado, v. 21, n. 1, p. 50 - 55, 1981.

PURDY, L. H. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, n. 8, p. 875 - 880, 1979.

REIS, A.; COSTA, H.; LOPES, C. A. **Epidemiologia e manejo do mofo-branco em hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/publicacoes2007/cot_45.pdf>. Acesso em: 29/08/2010.

REIS, T. H. P.; FIGUEIREDO, F. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; BOTREL, P. P.; RODRIGUES, C. R. Efeito da associação silício líquido solúvel com fungicida no controle fitossanitário do cafeeiro. **Coffee science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 76 - 80, jan./jun., 2008.

RIBEIRO, T. S. **O fungo *Trichoderma* spp. no controle de fitopatógenos: dificuldades e perspectivas**. 2009. 25 f. Dissertação - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2009.

RICARDO, T. R.; WANDER, A. E.; LOBO JUNIOR, M. Custos associados ao mofo branco (*Sclerotinia esclerotiorum*) em feijoeiro comum de 3ª safra em Goiás. **Documentos IAC**, Campinas, v. 85, n. 1, p. 787 - 790, 2008.

ROCHA, R. P. **Manejo da podridão de sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) e míldio (*Bremia lactucae*) na cultura da alface**. 2007. 95 f. Dissertação - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

RODRIGUES-HEERKLOTZ, K. F.; PFENNING, L. **Diversidade no reino fungi: ascomycota**. Capítulo 3. 2009. Disponível em: www.biota.org.br/pdf/v1cap03.pdf. Acesso em: 02 abr. 2009.

RODRIGUES, F. A.; SILVA, O. A.; JULIATTI, F. C.; KORNDÖRFER, G. H.; CORRÊA, G. F.; PEIXOTO, J. R. Effect of calcium silicate on the development of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, races 1 and 2, on tomato. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 393, p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Latin American food sources of carotenoids. **Archivos Latino Americano de Nutricion**, São Paulo, v. 49, n. 1 - S, p. 74 - 84, 1999.

SANTOS, M. C. **Efeito de diferentes doses de Silício, Nitrogênio e Potássio, na incidência de Traça-do-tomateiro, pinta preta e produtividade de tomate industrial**. 2008. 74 f. - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SCHWARTZ, H. F.; STEADMAN, J. R. Factors affecting sclerotium population of, and apothecium production by, *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 68, n. 3, p. 383 - 388, 1978.

SHANNER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, n. 3, p. 1183 - 1186, 1977.

SHORESH, M.; HARMAN, G. E. The relationship between increased growth and resistance induced in plants by root colonizing microbes. **Plant Signaling Behaviour**, Bonn, v. 3, n. 9, p. 737 - 739, 2008.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/ Embrapa Hortaliças, 2000. 168 p.

SILVA, J. B. C. D.; GIORDANO, L. D. B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L. D. S.; FRANÇA, F. H.; BÔAS, G. L. V.; BRANCO, M. C.; MEDEIROS, M. A. D.; MAROUELLI, W.; SILVA, W. L. C. E.; LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRAI, W. **Cultivo do tomate para industrialização**. Sistema de produção, 1. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/cultivares.htm>>. Acesso em: 23/01/2011.

STEADMAN, J. R. Control of plant diseases caused by *Sclerotinia* Species. **Phytopathology**, St. Paul, v. 69, n. 8, p. 904 - 907, 1979.

STEADMAN, J. R. White mold- a serious yield-limiting disease of bean. **Plant Disease Report**, Saint Paul, v. 67, n. 3, p. 346 - 350, 1983.

SUTTON, D. C.; DEVERALL, B. J. Studies on infection of beans (*Phaseolus vulgaris*) and soybean (*Glycinemax*) by ascospores of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, Madison, v. 32, n. 2, p. 251 - 261, 1983.

TOLENTINO JÚNIOR, J. B.; REZENDE, R.; ITAKO, A. T.; FREITAS, P. S. L. D.; FRIZZONE, J. A. Drip fungigation in early blight control of tomato **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 9 - 14, 2011.

TOURNEAU, D. L. Morphology, cytology, and physiology of *Sclerotinia* species in culture. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, n. 8, p. 887 - 890, 1979.

TU, J. C. An integrated control of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) of beans, with emphasis on recent advances in biological control. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, Taipei, v. 38, n. 1, p. 73 - 76, 1997.

TU, J. C. Management of white mold of white bean in Ontário. **Plant Disease Report**, Saint Paul, v. 73, n. 4, p. 281 - 285, 1989.

VIEIRA, C. Doenças e pragas do feijoeiro. In: VIEIRA, R. F. (Ed.). **Mofa-branco no feijoeiro**. Belo Horizonte: Informe Agropecuário, 1994, v. 17, p. 54 - 63.

VIEIRA, R. F.; PAULA JÚNIOR, T. J. D.; PERES, A. P.; MACHADO, J. D. C. Fungicidas aplicados via água de irrigação no controle do mofa-branco no feijoeiro e incidência do patógeno na semente. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 770 - 773, 2001.

VIEIRA, R. F.; PINTO, C. M. F.; PAULA JÚNIOR, T. J. Quimigação com benomyl e fluazinam e seus efeitos no solo no controle do mofa-branco em feijoeiro **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 245 - 250, 2003.

WEINDLING, R. *Thichoderma lignorum* as a parasite for other soil fungi. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 22, n. 3, p. 837 - 845, 1932.

WIKIPEDIA. **Tomate**. 2009. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Tomate>>. Acesso em: 06 abr. 2009.

WILSON, P. S.; AHVENNIEMI, P. M.; LEHTONEN, M. J.; KUKKONEN, M.; RITA, H.; VALKONEN, J. P. T. Biological and chemical control and their combined use to control different stages of the *Rhizoctonia* disease complex on potato through the growing season. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 153, n. 3, p. 307-320, 2008.

YOBO, K. S.; LAING, M. D.; HUNTER, C. H. Application of selected biological control agents in conjunction with tolclofos-methyl for the control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani*. **African Journal of Biotechnology**, Abraka, v. 9, n. 12, p. 1789 - 1796, marc 2010.

ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M. Inserção do controle químico no manejo integrado de doenças de plantas. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z. D.; SANTIAGO, T. (Ed.). **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa: UFV, 2008, v. 1, p. 259 - 358.

ZAMBRANO, J.; MOYEJA, J.; PACHECO, L. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. **Agronomía Tropical**, Venezuela, v. 46, n. 1, p. 61 - 72, 1996.