

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Controle da Mancha-de-Estenfílio do Tomateiro com  
Produtos de Ação Fungicida: Eficiência e Teores de Metais**

**Jessica Coelho Melo**

2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CONTROLE DA MANCHA-DE-ESTENFÍLIO DO TOMATEIRO COM  
PRODUTOS DE AÇÃO FUNGICIDA: EFICIÊNCIA E TEORES DE  
METAIS**

**JESSICA COELHO MELO**

*Sob a Orientação da Professora*

**Dr<sup>a</sup> Margarida Goréte Ferreira do Carmo**

*e Co-orientação do Professor*

**Dr. Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração Produção Vegetal.

Seropédica, RJ

Agosto de 2015

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M517c      Melo, Jessica Coelho, 1990-  
            Controle da mancha-de-estenfilio do tomateiro com  
            produtos de ação fungicida: eficiência e teores de  
            metais / Jessica Coelho Melo. - 2015.  
            62 f.: il.

            Orientadora: Margarida Goréte Ferreira Do Carmo.  
            Coorientador: Nelson Moura Brasil do Amaral  
            Sobrinho.  
            Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal  
            Rural do Rio de Janeiro, Fitotecnia, 2015.

            1. Solanum Lycopersicum. 2. Stemphylium solani. 3.  
            Severidade. 4. Cádmiio. 5. Cobre. I. Do Carmo,  
            Margarida Goréte Ferreira, 1963-, orient. II.  
            Sobrinho, Nelson Moura Brasil do Amaral, 1956-,  
            coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de  
            Janeiro. Fitotecnia. IV. Título.

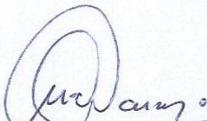
“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – A autora”.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO FITOTECNIA**

**JESSICA COELHO MELO**

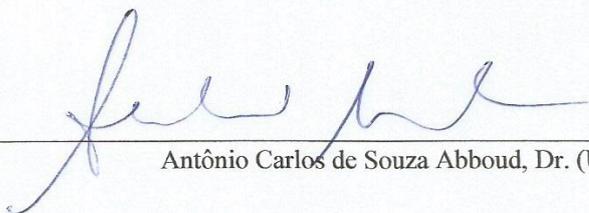
**Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.**

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21/ 08 /2015



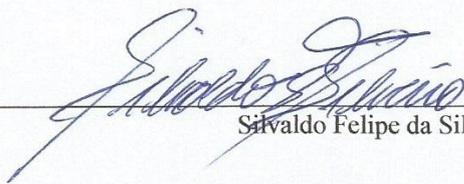
---

Margarida Goréte Ferreira do Carmo, Drª (UFRRJ)  
(Orientadora)



---

Antônio Carlos de Souza Abboud, Dr. (UFRRJ)



---

Silvaldo Felipe da Silveira, Dr. (UENF)

*A Deus por me guiar nessa caminhada.*

**OFEREÇO**

***COM AMOR***

Aos meus pais Rudival e Vera, à minha irmã Joyce e aos amores que a vida me deu, Carlos e Helena.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus por estar comigo em todas as horas, me guiando, dando força e discernimento nessa caminhada.

Aos meus pais Rudival e Vera, pela dedicação, pela preocupação, pelo carinho, por sempre me fortalecerem e, principalmente, pelo amor incondicional.

À minha irmã Joyce pelas palavras perseverantes e incentivadoras, além da cumplicidade e conversas precisas.

Aos meus familiares, avós e tios, pelo apoio dado e compartilhamento de um sonho.

Ao amor da vida Carlos por entender, em alguns momentos, minha ausência, sem combrança e eterno apoio.

À Professora Margarida Goréte pelos ensinamentos, oportunidade e orientação e, claro, por sempre procurar compreender e cuidar dos seus orientados.

Às amigas Mariana Silvestre, Fernanda Souza e Vanessa Oliveira pelos anos de amizade, cumplicidade, risadas e carinho.

Aos colegas do Laboratório de Epidemiologia e Patologia de Sementes pela ajuda, sugestões e incentivo, dividindo histórias e experiências ao longo desses anos.

Ao Professor Nelson Moura Brasil e aos colegas do Laboratório de Química do Solo pelos conhecimentos passados.

Ao amigo Carlos Antônio por toda ajuda durante a realização e conclusão desse trabalho, sempre disposto a somar e colaborar.

À estagiária e amiga Talita por toda colaboração, empenho e amizade nas horas de trabalho.

Aos funcionários do setor de Horticultura por todo auxílio nos ensaios de campo.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade de estudo.  
Ao CNPq pela bolsa concedida.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente, minha sincera gratidão.

## RESUMO

MELO, Jessica Coelho. **Controle da mancha-de-estenfílio do tomateiro com produtos de ação fungicida: eficiência e teores de metais**. 2015. 62p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

A mancha-de-estenfílio, causada por *Stemphylium solani*, tem ocasionado perdas na cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) em várias regiões do Brasil. Apesar de existirem cultivares resistentes, o controle tem sido feito, essencialmente, com aplicação de fungicidas. Estes, apesar da praticidade e eficiência podem levar ao acúmulo de substâncias poluentes no ar e nos frutos. O presente trabalho teve como objetivos avaliar: 1) a eficiência do controle químico da doença com fungicidas comerciais registrados para a cultura e com produtos alternativos como caldas e extratos de plantas; 2) a influência destes tratamentos no desenvolvimento e produção do tomateiro; 3) o aporte de metais no sistema e os seus teores nas folhas e frutos; 4) comparar os teores de metais na massa fresca dos frutos com os limites permitidos pela legislação. Realizaram-se três ensaios, um em casa-de-vegetação e dois no campo e compararam-se diferentes produtos: mancozebe, tebuconazole, oxiclureto de cobre, calda viçosa, calda bordalesa, calda sulfocálcica, extrato de alho e água. Avaliaram-se o progresso da doença, a produção e o aporte de metais no solo, plantas e frutos (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Ni e Zn). A doença ocorreu em média a baixa intensidade e não afetou a produção de frutos, o que não permitiu uma adequada avaliação da eficiência dos tratamentos. Dentre todos os produtos testados, as caldas bordalesa e viçosa e o mancozebe foram os mais eficientes no controle da doença, porém, sem afetar o acúmulo de massa fresca e seca das plantas e a produtividade. As caldas bordalesa e viçosa foram os produtos que mais contribuíram para a incorporação de metais ao agrossistema seguido do mancozebe e do oxiclureto de cobre. A concentração de metais nos frutos esteve abaixo do limite máximo permitido pelo Regulamento Técnico MERCOSUL, no entanto, merece atenção tendo em vista o fato dos valores de Cd encontrados nos frutos estarem muito próximo do limite permitido, especialmente nos tratamentos com calda viçosa, oxiclureto de cobre e calda bordalesa. O uso contínuo de fungicidas e das caldas viçosa e bordalesa podem contribuir para o acúmulo de metais pesados no agrossistema. Novos estudos abordando este tema devem ser feitos.

**Palavras-chaves:** *Solanum lycopersicum*, *Stemphylium solani*, cádmio.

## ABSTRACT

MELO, Jessica Coelho. **Control of gray leaf spot tomato with fungicide products: efficiency and metal levels** 2015. 62p. Dissertation (Master's Degree in Plant Science). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

The gray leaf spot caused by *Stemphylium solani*, has occasioned losses in the tomato crop (*Solanum lycopersicum* L.) in several regions of Brazil. Although there are resistant cultivars, the control has been made, essentially, with application of fungicides. These, despite the practicality and efficiency can lead to the accumulation of polluting substances in the air and in the fruits. This study aimed to evaluate: 1) the chemical control efficiency of the disease with commercial fungicides registered for crop and with alternative products such as syrups and plant extracts; 2) the influence of these treatments on the development and production of tomato; 3) the contribution of metals in the system and its contents in leaves and fruits; 4) to compare the contents of metals in the fresh mass of the fruits with the limits allowed by the legislation. Three trials were carried out, one in the greenhouse and two in the field, and different products were compared: mancozebe, tebuconazole, copper oxychloride, viçosa mixture, bordeaux mixture, lime sulfur, garlic extract and water. Were evaluated the progress of the disease, the production and the supply of metals in the soil, plants and fruits (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Ni and Zn). The disease occurred on average at low intensity and did not affect the fruit production, which did not allow an adequate evaluation of the efficiency of the treatments. Among all the products tested, bordeaux and viçosa mixtures and mancozebe were the most efficient in controlling the disease, however, without affecting the accumulation of fresh and dry mass of the plants and productivity. Bordeaux and viçosa mixtures were the products that contributed the most to the incorporation of metals to the agrosystem followed by mancozebe and copper oxychloride. The concentration of metals in the fruits was below the maximum limit allowed by the MERCOSUL Technical Regulation, however, it deserves attention in view of fact that the Cd values found in the fruits are very close to the allowed limit, especially in the treatments with viçosa mixture, oxychloride copper and bordeaux mixture. The continuous use of fungicides and viçosa and bordeaux mixtures can contribute to the accumulation of heavy metals in the agrosystem. New studies addressing this topic should be made.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, *Stemphylium solani*, cadmium.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produtos avaliados e suas respectivas concentrações. Seropédica, UFRRJ, 2014. ...	18
Tabela 2. Produtos aplicados, componentes básicos de sua formulação, concentração do ingrediente ativo e quantidade de cada componente por litro de calda, número de aplicações e volume de calda aplicada até a coleta das plantas e frutos para análise e cálculo da quantidade de cada produto e componente das respectivas formulações aplicado ao longo das doze pulverizações e por unidade de planta e de área.....	20
Tabela 3. Efeito da interação produto x cultivar sobre o progresso da mancha-de-estenfílio, causada por <i>Stemphylium solani</i> , expresso pelos valores de AACPD calculados para todas as folhas da planta em ensaio conduzido no período de outubro a dezembro de 2013 em condições de casa de vegetação. Seropédica, UFRRJ.....	21
Tabela 4. Efeito de fungicidas sobre o progresso da mancha-de-estenfílio, expresso pelos valores de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) calculados com base na severidade da doença para todas as folhas da planta, em ensaio conduzido no período de outubro de 2013 a janeiro de 2014 em condições campo. Seropédica, UFRRJ.....	25
Tabela 5. Efeito da interação produto x cultivar sobre o progresso da mancha-de-estenfílio, causada por <i>Stemphylium solani</i> , expresso pelos valores de AACPD em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ.....	26
Tabela 6. Efeito de cultivar sobre a produtividade ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) e número de frutos ( $\text{frutos.planta}^{-1}$ ) e peso médio dos frutos (Kg), total e comercial, obtidos em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ. ....	28
Tabela 7. Efeito da interação produto x cultivar sobre valores de número de frutos rachados ( $\text{frutos.planta}^{-1}$ ) em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014. Seropédica, UFRRJ.....	29
Tabela 8. Efeito de cultivar sobre valores de massa fresca ( $\text{Kg.planta}^{-1}$ ) obtidos de diferentes partes de plantas em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ. ....	29
Tabela 9. Efeito de cultivar sobre valores de massa seca ( $\text{Kg.planta}^{-1}$ ) obtidos de diferentes partes de plantas em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ. ....	29
Tabela 10. Concentração de metais ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) encontrada nos tratamentos e em sais utilizados para preparo dos mesmos, com base na análise de insumos. ....	32
Tabela 11. Estimativa da quantidade aplicada de metais ( $\text{mg/ha}$ e $\text{g/ha}$ ) via tratamentos alternativos com caldas e tratamentos com fungicidas químicos. ....	33
Tabela 12. Concentração de Cromo, Cobre, Ferro, Manganês, Níquel e Chumbo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ), decorrente da aplicação dos tratamentos, em duas profundidades do solo (0-10 cm e 10-20 cm). ....	36
Tabela 13. Efeito de tratamento sobre a concentração de Cádmiio, Cobre, Ferro, Manganês e Níquel ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ), encontrada na folha ( $\text{mg.kgMS}^{-1}$ ) e no fruto do tomateiro ( $\text{mg.kgMF}^{-1}$ ). ...	39
Tabela 14. Efeito de cultivar sobre a concentração de Cádmiio, Cobre, Ferro, Manganês e Níquel ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ), encontrada na folha ( $\text{mg.kgMS}^{-1}$ ) e no fruto do tomateiro ( $\text{mg.kgMF}^{-1}$ ). ...	40

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Progresso da macha-de-estenfílio, causada por *Stemphylium solani*, na cultivar Serato e Dominador em ensaio conduzido no período de outubro a dezembro de 2013 em condições de casa de vegetação.....22
- Figura 2. Progresso da mancha-de-estenfílio, causada por *Stemphylium solani*, na cultivar Serato em ensaio conduzido em condições de campo e dados climáticos obtidos da estação metereológica do INMET localizada no município de Seropédica-RJ, no período de novembro a dezembro de 2013.....24
- Figura 3. Progresso da mancha-de-estenfílio, causada por *Stemphylium solani*, na cultivar Serato e Dominador em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo.....25
- Figura 4. Dados Climáticos obtidos da estação metereológica do INMET localizada no município de Seropédica-RJ, no período de junho a setembro de 2013. ....27

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1	O Tomateiro .....	2
2.2	Doenças do Tomateiro .....	3
2.2.1	Mancha-de-estenfílio.....	3
2.2.1.1	Primeiros relatos.....	3
2.2.1.2	Etiologia .....	3
2.2.1.3	Sintomatologia .....	4
2.2.1.4	Importância da doença .....	4
2.2.1.5	Epidemiologia .....	5
2.3	Controle da Mancha-de-Estenfílio: Estratégias.....	6
2.3.1	Controle químico.....	7
2.3.1.1	Uso de fungicidas .....	7
2.3.1.2	Uso de produtos alternativos .....	9
2.4	Toxicidade de Metais Pesados .....	10
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.1	Experimento em Condições de Casa-de-Vegetação.....	15
3.2	Eficiência de Fungicidas no Controle da Mancha-de-Estenfílio no Período de Primavera/Verão .....	16
3.3	Eficiência de Fungicidas e Caldas no Controle da Mancha-de-Estenfílio no Período de Outono/Inverno .....	17
3.3.1	Influência dos tratamentos na massa fresca e seca das plantas .....	18
3.3.2	Análise de resíduos.....	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
4.1	Experimento em Condições de Casa-de-Vegetação.....	21
4.2	Experimentos em Condições de Campo.....	22
4.2.1	Avaliação da eficiência de fungicidas no controle da mancha-de-estenfílio no período de Primavera/Verão.....	22
4.2.2	Avaliação da eficiência de fungicidas e caldas no controle da mancha-de-estenfílio no período de Outono/Inverno .....	25
4.2.2.1	Influência dos tratamentos na massa de matéria fresca e seca das plantas.....	29
4.2.2.2	Análise do efeito residual da aplicação de produtos fungicidas .....	30
5	CONCLUSÕES.....	41
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42
7	ANEXOS.....	55

## 1. INTRODUÇÃO

O tomateiro, segunda hortaliça mais importante mundialmente, tanto em produção quanto em valor sócio-econômico, pode ser atacado por diversas doenças resultando em perdas expressivas de produtividade e de qualidade dos frutos. Algumas destas doenças são de difícil controle o que eleva o custo de produção com a aplicação de defensivos químicos. Dentre estas doenças está a mancha-de-estenfílio, causada por *Stemphylium solani*, que pode reduzir a área foliar fotossintetizante e assim comprometer a produtividade. Esta doença vinha sendo considerada como secundária, porém, nos últimos anos, epidemias severas têm sido relatadas nas principais regiões produtoras de tomate do Brasil. Este fato tem sido atribuído ao uso de cultivares suscetíveis (LOPES *et al.*, 2005; DOMINGUES 2012).

Para se reduzir as perdas por esta e outras doenças, medidas eficientes de controle são necessárias. Para desenvolvê-las, são essenciais estudos epidemiológicos e avaliação de estratégias de controle. Para a mancha-de-estenfílio, apesar do uso de cultivares resistentes ser a estratégia de controle mais eficiente, o controle químico ainda é o mais utilizado.

O uso de agrotóxicos para controle de pragas e doenças em hortaliças é atraente pela sua simplicidade e pelos resultados satisfatórios a curto prazo. Os aspectos positivos desse sistema, porém são suprimidos com o passar do tempo, e uma série de desvantagens podem ser enumeradas como a contaminação do ambiente e do próprio homem. Em decorrência dos malefícios causados pelos agrotóxicos, tem crescido a busca por produtos “alternativos” para o controle de pragas e doenças nas mais variadas culturas comerciais.

Em função do exposto, o presente trabalho teve como objetivos avaliar em condições de casa de vegetação e de campo: 1) a eficiência do controle químico na mancha-de-estenfílio do tomateiro com fungicidas comerciais hoje registrados para a cultura; 2) a eficiência de produtos alternativos, caldas e extratos de plantas, tendo em vista a busca atual por maior sustentabilidade; 3) a influência destes tratamentos no desenvolvimento e produção do tomateiro; 4) o aporte de metais no sistema e os seus teores nas folhas e frutos; 5) comparar os teores de metais na massa fresca dos frutos com os limites permitidos pela legislação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O Tomateiro

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.=*Lycopersicum esculentum* Miller Mill), família Solanaceae, tem como centro de origem a Região Andina na América do Sul e como centro de domesticação o México (ALVARENGA *et al.*, 2004; STEVENS & RICK, 1986). Foi introduzido na Europa pelos espanhóis no século XVI e no Brasil, pelos imigrantes europeus no final do século XIX. É a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, superada apenas pela batata (FILGUEIRA, 2000).

A produção mundial de tomate em 2011, segundo a Food and Agriculture Organization (FAO), foi de 159,02 milhões de toneladas. No Brasil, a produção concentra-se em duas regiões, Centro-Oeste, especialmente no Estado de Goiás (1.025.567t anuais), e Sudeste (1.919.438 t. anuais). O estado do Rio de Janeiro ocupa a sétima posição, com 208.024 toneladas e produtividade média de 76,427 t.ha<sup>-1</sup>, acima da nacional que é de 65,942 t.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2014).

A produção de tomate é formada por duas cadeias produtivas caracterizadas pelos segmentos de mesa, destinado ao consumo *in natura*, e de indústria, destinado ao processamento. O consumo de tomate e de seus produtos tem sido usado como indicador de bons hábitos alimentares (GEORGE *et al.*, 2004). No Brasil, o consumo médio per capita é de 4,9 kg/habitante/ano, valor considerado baixo quando comparado com o da Europa que é de 40 kg/habitante/ano (IBGE, 2011).

É uma planta dicotiledônea, diplóide (2n=24), de porte arbustivo e perene, mas cultivada como anual (MELO, 1989). Pode se desenvolver de forma rasteira, semi-ereta ou ereta. Sua arquitetura é caracterizada por dois tipos de hábito de crescimento: o indeterminado, que ocorre na maioria das cultivares para a produção de frutos para mesa, as quais são tutoradas e podadas e cujo caule pode ultrapassar dois metros de altura; e o hábito determinado, característico das cultivares adaptadas especialmente ao cultivo rasteiro, cujos frutos destinam-se para a agroindústria. Suas hastes atingem cerca de um metro de altura (FILGUEIRA, 2000).

A planta do tomateiro possui caule flexível, incapaz de suportar o peso dos frutos e manter-se em posição vertical, sendo por isso mesmo, muitas vezes, conduzida em sistemas tutorados para evitar o contato dos frutos com o solo. O sistema radicular pode chegar a ter 1,5 m de diâmetro e 1,5 m de profundidade (MINAMI & HAAG, 1989), as folhas são alternas e divididas em folíolos e as flores, pequenas e amarelas, emitidas em cachos (ESPINOZA, 1991). O cruzamento natural é, em geral, inferior a 5%, sendo realizado principalmente por insetos e a propagação é feita predominantemente pelas sementes (MELO, 1989; ALVARENGA, 2004).

Os frutos do tomateiro são do tipo baga e variam quanto ao peso (5 a 500 g), coloração (róseo, amarelo, laranja, vermelho), formato (oblongo, redondo, achatado), número de lóculos (2 a n lóculos). Sua maturação se completa cerca de 30 a 40 dias após a fecundação do óvulo (FONTES e SILVA, 2005). Os frutos de cor vermelha são os mais comuns e predominantes no mercado e esta coloração é determinada pela presença de dois pigmentos principais - licopeno (vermelho) e caroteno (amarelo) (FILGUEIRA, 2003).

O tomateiro é uma planta tolerante a ampla variação de temperatura com melhor desempenho sob temperaturas médias diurnas de 25°C e noturnas de 18°C sendo limitantes aquelas inferiores a 10°C e acima de 38°C (NAIKA *et al.*, 2005). Outro aspecto que afeta o desempenho da cultura é a termoperiodicidade dia/noite, respondendo bem a uma variação de

6 a 8°C entre estes dois períodos (FILGUEIRA, 2005). Entre outros fatores climáticos que influenciam o comportamento da cultura estão a luminosidade, pluviosidade e umidade do ar.

## 2.2 Doenças do Tomateiro

### 2.2.1 Mancha-de-estenfilio

#### 2.2.1.1 Primeiros relatos

A primeira citação da ocorrência de mancha foliar do tomateiro "gray leaf spot", coube a Weber (1929) que assinalou a doença em Gainesville, na Florida, Estados Unidos, em 1924. Desde então, esta doença tem sido assinalada em diversas regiões dos Estados Unidos, Andrus (1940), Andrus (1941), Harrison (1941), Samson (1948), Diener (1955 b) e Paulus *et al.* (1955). No Brasil, Deslandes (1943) foi quem a relatou pela primeira vez no Estado do Rio de Janeiro e fez considerações gerais sobre o fungo. Mais tarde, Robbs (1954) fez um estudo mais detalhado sobre o assunto. Landeiro (1957) relatou a ocorrência da doença no Estado do Espírito Santo. No Estado de São Paulo, esta doença, embora pareça ocorrer há muitos anos, só foi citado em 1961 por Tokeshi *et al.* Por volta de 1967, a doença teve a sua ocorrência aumentada nas lavouras de tomateiro. O incremento foi atribuído ao plantio praticamente exclusivo da cultivar 'SantaCruz' (produzida no Rio de Janeiro por volta de 1940), suscetível ao patógeno, devido a exigências de mercado, principalmente em São Paulo (NAMETAKA & TOKESHI, 1967; ALVARENGA, 2004).

#### 2.2.1.2 Etiologia

Diferentes espécies do gênero *Stemphylium* (*sensu* WILTSHIRE, 1938) têm sido reportadas causando manchas foliares no tomateiro em diferentes regiões do mundo. As espécies de *Stemphylium* descritas como patogênicas ao tomateiro incluem: *S. solani* (WEBER, 1930); *S. lycopersici* (ELLIS & GIBSON 1975b); *S. floridanum* (HANNON & WEBER, 1955) e *S. botryosum* (ROTEM *et al.*, 1966). No entanto, as espécies predominantes no Brasil e no mundo são *S. solani* (WEBER, 1930; ELLIS & GIBSON 1975a; BLANCARD & LATERROT, 1986) e *S. lycopersici* (ELLIS & GIBSON 1975b; BLANCARD & LATERROT, 1986). Segundo Santos (1995a), estas espécies são mais adaptadas a temperaturas elevadas (maior que 25°C) e talvez por isso prevaleça no Brasil.

O gênero *Stemphylium* é classificado como pertencente ao reino *Fungi*; filo: *Ascomycota*; classe: *Dothideomycetes*, sub-classe: *Pleosporomycetidae*; ordem: *Pleosporales* família *Pleosporaceae* (KIRK *et al.*, 2008) e sua forma teleomorfa é o ascomiceto *Pleospora* (ANONYMOUS, 2004).

O gênero *Stemphylium*, a exemplo dos gêneros *Alternaria* e *Ulocladium*, tem a característica geral de produzir dictiospóros em conidióforos bem diferenciados. No entanto, o modo de proliferação dos conídios de *Stemphylium* permite uma boa diferenciação dos outros dois citados. Assim, observa-se nos conidióforos, que podem ter a parede lisa ou rugosa, um intumescimento acompanhado por um escurecimento na zona apical, sendo apenas um conídio produzido na extremidade. A renovação ou crescimento secundário efetua-se pela região intumescida e o conídio formado inicialmente ou torna-se lateral dando origem a um conidióforo secundário ou desliga-se do conidióforo. Observam-se, frequentemente, séries de três ou mais proliferações a partir da zona apical (SIMMONS, 1967).

A distinção das espécies *S. solani* e *S. lycopersici* é feita basicamente pelas diferenças morfológicas. *S. solani* produz conidióforos de cor clara para meio escura com até 200  $\mu$  de comprimento e 4 - 7  $\mu$  de largura e 8-10  $\mu$  de diâmetro; conídios pontiagudos com 3-6 septos transversais e alguns septos longitudinais e, em sua maioria constricto no meio dos septos, de coloração clara a meio dourada, liso ou levemente verrugoso, medindo de 35-55 x 18-28  $\mu$ . *S. lycopersici* produz conidióforos de cor clara a meio escura com até 140  $\mu$  de comprimento e 6 - 7  $\mu$  de largura, com 8-10  $\mu$  de diâmetro; conídios pontiagudos cônico até o ápice com 1-8 septos transversais e alguns longitudinais, geralmente constricto nos três maiores septos transversais, coloração clara a meio escura, liso ou levemente verrugoso, medindo de 50-74 x 16-23  $\mu$  (ELLIS, 1971). Mehta (1998) realizou testes de inoculações com isolados de *Stemphylium* provenientes do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. ou *G. barbadense* L.), nas culturas do algodão, tomate (*Solanum lycopersicum*), batata (*Solanum tuberosum*) e tremoço azul (*Lupinus angustifolius* L.). Estes autores verificaram que os isolados de *S. solani* coletado do algodão foram altamente agressivos quando inoculados em algodão, tomate, batata e tremoço azul. Enquanto o isolado de *S. solani* coletado do tomate foi altamente agressivo em tomate e batata, mas pouco agressivo no algodoeiro.

### 2.2.1.3 Sintomatologia

Os sintomas da mancha-de-estenfilio ocorrem quase exclusivamente nas folhas. A doença pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento, desde sementeiras e mudas pré-plantadas (KUROZAWA & PAVAN, 1995). Os sintomas podem ser observados nos cotilédones de plantas, assim como durante os demais estádios de desenvolvimento da cultura, sendo mais intensos no início da colheita (AZEVEDO, 2003).

O sintoma mais comum da doença é a formação de lesões foliares pequenas, marrom-escuras, de formato irregular. Inicialmente são lesões pequenas, encharcadas e visíveis na parte de baixo das folhas podendo ser confundidas com as manchas provocadas por outras doenças, tais como a pinta-preta (*Alternaria solani*), mancha alva (*Corynespora casiiicola*), pinta-bacteriana (*Pseudomonas* spp.) e mancha-bacteriana (*Xanthomonas* spp.) (REIS & BOITEUX, 2006c). À medida que as manchas crescem, podem coalescer e sua parte central se desprender do restante do tecido foliar, conferindo um aspecto rasgado ou furado na lesão. Em geral, os frutos não são atacados pela doença, mas sob condições favoráveis, podem aparecer pequenas manchas nos tecidos mais jovens do caule e nos pedúnculos florais e dos frutos. Kowata-Dresch (2014) relatou ocorrência de frutos infectados pela doença. Além disso, as folhas atacadas podem amarelecer, necrosar e desprender da planta (JONES, 1991; LOPES *et al.*, 2005).

Segundo Kurosawa & Mussi (1995), a incidência é maior em folhas mais novas, afetando principalmente a porção apical. Contrariando esta informação, Domingues (2012) e Kowata-Dresch (2014) observaram que a infecção não estava restrita à porção apical e que a severidade da doença era maior em folhas mais velhas, podendo a infecção ocorrer em qualquer posição das folhas, não estando limitada às folhas mais jovens.

### 2.2.1.4 Importância da doença

A mancha-de-estenfilio tem sido frequentemente relatada em lavouras comerciais nas principais regiões produtoras de tomate do Brasil. Este quadro deve-se a, entre outros fatores, o uso de cultivares suscetíveis e negligências na adoção de outras práticas de controle. Têm-se observado respostas de suscetibilidade em híbridos comerciais, muito afetados pela doença nos diversos campos de cultivo. Reis & Boiteux (2006c), fizeram um levantamento incluindo

50 cultivares de tomate constante nos catálogos das diversas empresas de sementes atuando no Brasil e observaram que apenas 16 cultivares (32%) eram identificadas como resistentes à doença e que a maioria das cultivares de tomate “longa-vida” é suscetível à doença. Muitos desses híbridos são líderes de mercado e ocupam grandes áreas de plantio em diferentes regiões produtoras do país. A identificação incorreta do agente etiológico, que pode ser confundido com mancha-bacteriana (*Xanthomonas* spp.) e pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringa*pv. *tomato*), o desconhecimento da importância da doença por parte dos agricultores e o uso incorreto de fungicidas para o complexo de doenças foliares são outros fatores que podem contribuir para o ressurgimento da doença (REIS & BOITEUX, 2006).

### 2.2.1.5 Epidemiologia

A maioria das pesquisas sobre a infecção de espécies de *Stemphylium* spp. em diferentes hospedeiros confirmam que a temperatura e a umidade são os fatores ambientais mais importantes. Umidade relativa alta ou duração prolongada do período de molhamento foliar têm sido consideradas fatores determinantes no desenvolvimento de *Stemphylium vesicarium* em vários hospedeiros (AVELING & NAUDE, 1992; BASALLOTE *et al.*, 1993; SUHERI & PRICE, 2000; LLORENTE AND MONTESINOS, 2002). A temperatura afeta a germinação de conídios e o tempo necessário para germinação e alongamento do tubo germinativo (AGRIOS, 2005). A germinação do conídio ocorre rapidamente na presença de água livre sobre a superfície da folha e sob temperaturas entre 24 e 27°C. Os sintomas surgem dentro de três a cinco dias após a incubação e depois de dois a três dias a nova lesão pode produzir conídios.

A temperatura ótima para o desenvolvimento da doença está entre 25 e 28°C e a umidade relativa maior que 80% (ZAMBOLIM *et al.*, 2000). Paulus e Pound (1955) estudaram sob condições controladas o efeito da temperatura do ar na iniciação e desenvolvimento de *Stemphylium solani* em tomate, e verificaram que o patógeno apresentava máximo crescimento numa faixa de 24-26°C. Além disso, observaram que esporulação abundante desse patógeno ocorreu na faixa de 14-26°C, com umidade relativa de 100% durante 24 horas. Segundo Kranz (1977) a temperatura de 26°C e três horas de molhamento foliar é o mínimo para que ocorra a penetração de *Stemphylium solani*. De acordo com Erskine & Sarker (1997) a temperatura tem um importante papel no desenvolvimento de *Stemphylium botryosum* em lentilha. A predominância de temperaturas maiores que 25°C e duração do período de molhamento maior que 24 horas favorece o aparecimento, desenvolvimento e disseminação da mancha-de-estenfílio no sudeste da Ásia. A luz afeta vários processos do desenvolvimento da doença, incluindo esporulação e germinação do patógeno e severidade da doença. No entanto, não é um fator tão importante como a temperatura ou umidade (AGRIOS, 2005).

As espécies de *Stemphylium* spp. são capazes de penetrar no hospedeiro diretamente por meio da epiderme ou indiretamente, através dos estômatos, após a formação do apressório (AVELING & SNYMAN, 1993; SUHERI & PRICE, 2000), sendo este o modo de penetração mais comum entre as espécies do gênero *Stemphylium* (BORGES *et al.*, 1976; COWLING *et al.*, 1982; SUHERI & PRICE, 2000). Penetração através dos estômatos é afetada pela resistência do hospedeiro, mas é governada por fatores ambientais como registrado para *S. botryosum* (COWLING & GILCHRIST, 1982). Os esporos germinam facilmente na presença de água e em temperatura elevada, produzindo intenso crescimento durante uma única noite e os sintomas aparecem, após dois a três dias, de forma visível.

Epidemias de mancha-de-estenfílio causadas por *S. solani* em algodão foram relatadas no estado do Paraná em 1994 e 1995 quando causou perdas de até 100% na produtividade em algumas áreas comerciais (MEHTA, 1998). A espécie *S. solani* é a mais comum e a sua predominância sobre *S. lycopersici* nas lavouras de tomate, deve-se, provavelmente, ao fato desta espécie ser mais polífaga, ou seja, ser capaz de infectar um maior número de espécies hospedeiras (MENDES *et al.*, 1998). Embora *S. solani* seja relatado no Brasil como patógeno de várias plantas cultivadas silvestres ou invasoras pertencentes a diversas famílias botânicas (MENDES *et al.*, 1998) a maioria das espécies hospedeiras de *S. solani* pertence à família Solanaceae, estando entre elas o tomate (*S. lycopersicum*), o jiló (*Solanum jilo*), o pimentão (*Capsicum annuum* L.), as pimentas (*Capsicum* spp.), a berinjela (*Solanum melongena*), e a lobeira (*S. lycocarpum*), além de espécies de outras famílias botânicas, como o algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) (MEHTA & ARIAS, 2001), o manjeriço (*Ocimum basilicum*) (REIS & BOITEUX, 2006b) e o alho (ZHENG *et al.*, 2010). Recentemente, Reis & Boiteux (2006b) relataram *C. chinense* (pimenta “biquinho”), *Nicandra physaloides* (falso joá-de-capote), *Solanum palinacanthum* (joá-bravo), *Cyfoandra betacea* (tomate-de-árvore) e um acesso de *S. paniculatum* (jurubeba) como novas hospedeiras de *S. solani*. Por outro lado *S. lycopersici* possui uma gama de espécies hospedeira mais restrita, como o tomateiro, sálvia (*Salvia officinallis*), crisântemo (*Chrysanthemum eucanthemum*), cravo (*Dianthus* sp.) e mamão (*Carica papaya*) (MENDES *et al.*, 1998).

As espécies *Stemphylium solani* e *Stemphylium lycopersici* podem sobreviver em restos culturais, plantas voluntárias e hospedeiras alternativas, bem como em mudas velhas abandonadas em viveiros (BOITEUX *et al.*, 1993; REIS & BOITEUX, 2006a). Segundo Zambolim *et al.* (2000), espécies de *Stemphylium* spp. são saprófitas e capazes de crescer e esporular em folhas mortas deixadas sobre solos úmidos. A disseminação do patógeno a longa distância ocorre através de mudas oriundas de sementeiras contaminadas e sementes infectadas. No campo de produção, o vento é o principal agente de disseminação dos conídios. Zheng *et al.* (2010) relatou que *Stemphylium solani*, agente causal da mancha-de-estenfílio em alho, pode sobreviver em restos culturais de alho por longos períodos, sendo fonte primária de inóculo para a próxima estação de cultivo.

### 2.3 Controle da Mancha-de-Estenfílio: Estratégias

Entre as estratégias para o controle da mancha-de estenfílio estão rotação de culturas com não-hospedeiras do patógeno, plantios distante de lavouras de tomate e outras hospedeiras, eliminação de restos de cultura e plantas daninhas próximas ao plantio, manejo adequado da irrigação e utilização de mudas sadias (LOPES *et al.*, 2005) além de uso de cultivares resistentes e o controle químico.

Kurozawa & Pavan (1997) citam como resistentes as variedades Santa Clara, IPA 5, Ângela e Agrocica 33. Paula & Oliveira (2001) testou os níveis de resistência de diferentes cultivares de tomate a *S. solani* em condições de campo, sob infecção natural e destacaram duas cultivares Ohio 4013 e o híbrido F1 resultante do cruzamento de Havaii X Monense.

De acordo com Behare *et al.* (1991) a resistência a *Stemphylium* é quantitativa. No entanto esta resistência é sempre atribuída a um único gene dominante, *Sm*, descoberto há mais de seis décadas e até hoje utilizado. A característica monogênica e dominante desse gene facilita o desenvolvimento de híbridos F<sub>1</sub> com resistência à doença. Genótipos silvestres de tomate resistentes à mancha-de-estenfílio são, provavelmente, pela presença do gene *Sm* ou alguma variante alélica deste (GIORDANO *et al.*, 2003). A durabilidade do gene *Sm* pode estar sendo favorecida pela aplicação de fungicidas recomendados para outras doenças do

tomateiro, que podem também controlar as potenciais variantes de virulência das espécies de *Stemphylium* (KUROZAWA & MUSSI, 1995).

### 2.3.1 Controle químico

#### 2.3.1.1 Uso de fungicidas

O controle químico tem sido a principal medida usada para o controle da mancha-de-estenfílio em tomateiro. Vários fungicidas como clorotalonil, mancozebe, procimidona, tebuconazole e iprodione são relatados para o controle da doença em várias espécies de hospedeiros (BASALLOTTE-UREBA *et al.*, 1999; MENZIES *et al.*, 1992; MEYER *et al.*, 2000). Kurosawa & Pavan (1997) recomendam a utilização de fungicidas protetores, tais como cúpricos, mancozebe e clorotalonil.

Os fungicidas protetores são aplicados nos órgãos aéreos das plantas, onde formam uma camada protetora tóxica na superfície. Deste modo, quando o inóculo (esporos) depositado nos tecidos suscetíveis germina ocorre o contato do tubo germinativo com o produto, levando, por meio de vários mecanismos bioquímicos, à morte do protoplasma. Os fungicidas protetores são tópicos e devem ser aplicados na superfície da planta antes da deposição dos esporos e assim permanecerem. À medida que são lavados ou removidos pela água da chuva tem o seu efeito protetor proporcionalmente reduzido. Para o tomate, existe relato de que precipitação pluvial de 13 mm remove o fungicida protetor (REIS *et al.*, 2007).

Fungicidas à base de cobre são acumulados pelas células de fungos sensíveis ao metal e nestas são formados complexos com enzimas que possuem grupos sulfidríla, hidroxila, amino ou carboxila. Estes complexos inativam e rompem a integridade das células. A grande vantagem dos produtos à base de cobre é seu amplo espectro de ação, baixa toxicidade comparada a outros produtos (classe toxicológica IV) além de ser um micronutriente. Os micronutrientes são necessários ao desenvolvimento vegetal em quantidades muito pequenas, porém realizam funções importantes nos processos metabólicos (MARTINEZ *et al.*, 1987).

Segundo Patel *et al.* (2005), ao estudarem a ação *in vitro* dos fungicidas oxiclureto de cobre e mancozebe nas concentrações de 1000, 2000 e 3000 ppm sobre o crescimento micelial e germinação de *Alternaria tomato*, detectaram que o oxiclureto de cobre inibiu totalmente o crescimento micelial em todas as concentrações testadas. Enquanto o fungicida mancozebe inibiu o crescimento de *Alternaria tomato* em 80,5, 86 e 92,1%, nas concentrações de 1000, 2000 e 3000 ppm, respectivamente. Nestas mesmas concentrações menor porcentagem de esporos germinados foi observada no tratamento com o fungicida oxiclureto de cobre (7,47, 6,66 e 6%, respectivamente) em comparação com o mancozebe que promoveram 13,59, 10 e 7,92% de inibição. Arunakumara, (2006) testando o efeito *in vitro* de fungicidas sobre o crescimento micelial de *Alternaria solani*, verificou que entre os fungicidas de contato avaliados, o oxiclureto de cobre foi o que proporcionou maior inibição (79%).

Os ditiocarbamatos são usados como fungicidas na agricultura há várias décadas (ARBO *et al.* 2006), representam o grupo de agrotóxico mais usado no controle de diversas doenças fúngicas em sementes, frutos e vegetais (ARBO *et al.* 2006; LIMA *et al.* 2007) e estão presentes em grande frequência em diversos alimentos (LEMES, 2005). Em estudo realizado por Delgado & Paumgarten (2004), o mancozebe foi o ditiocarbamato mais utilizado em propriedades rurais, apresentando percentual de 44% de presença. Fungicidas do grupo dos ditiocarbamatos tem ação protetora e de contato à medida em que formam película protetora na superfície tratada e impedem a penetração de patógenos pela inativação de enzimas essenciais do patógeno.

Segundo Domingues (2012), o fungicida mancozebe é o mais eficiente na redução do crescimento micelial de *S. solani in vitro* proporcionando inibição total a partir da concentração de 1% da dosagem recomendada. Zheng *et al.* (2010) avaliando o efeito *in vivo* de fungicidas no controle da mancha-de-estenfílio em alho observaram que os fungicidas flusilazol (50 g.ha<sup>-1</sup>) e mancozebe (350 g.ha<sup>-1</sup>) foram eficientes na redução da severidade da doença.

Os fungicidas do grupo dos triazóis, como o tebuconazole, age inibindo a síntese de ergosterol, principal lipídio da membrana plasmática dos fungos. Estes fungicidas atuam na formação e na seletividade da membrana plasmática (REIS *et al.*, 2007) e consequentemente no desenvolvimento do micélio do fungo (KIMATI, 1995). Segundo Forcelini (1994) este fungicida apresenta efeito protetor devido à ação tóxica exercida sobre a germinação dos esporos e formação do tubo germinativo. A ação curativa ocorre devido à inibição do crescimento micelial no interior dos tecidos da planta pela presença do fungicida. Domingues (2012) relatou que o fungicida tebuconazole inibiu totalmente o crescimento micelial de *S. solania* partir da concentração de 50% da dosagem comercial. De acordo com Basallote-Ureba *et al.* (1999) os fungicidas tebuconazole e procimidona são eficientes no controle da mancha-de-estenfílio em alho.

Segundo Tofoli *et al.* (2003), o conhecimento do modo de ação e do efeito de um determinado fungicida sobre as diferentes fases do ciclo de vida do patógeno é importante para a definição das estratégias de uso do produto. Estes mesmos autores realizaram testes *in vitro* visando avaliar a ação inibitória de 16 fungicidas sobre o crescimento micelial e germinação de conídios de *Alternaria solani* e verificaram que, em geral, os fungicidas apresentaram potenciais de inibição crescente em função do aumento da concentração do ingrediente ativo. Neste trabalho os autores observaram que os fungicidas tebuconazole, difenoconazole, fluazinam, iprodiona, procloraz, procimidona, pirimetanil, e metconazol apresentaram maior inibição do crescimento micelial, cerca de 70 a 80% de redução do crescimento com concentrações a partir de 1 µg.mL<sup>-1</sup> e, inibição total à concentração de 100 µg.mL<sup>-1</sup> para os cinco isolados testados. Já os produtos mancozebe e clorotalonil proporcionaram menores níveis de inibição, porém sempre superiores à testemunha. Os fungicidas kresoxim-metil, azoxistrobina, piraclostrobina + metiram, fenamidona e famoxadona + mancozebe por sua vez resultaram em efeito inibitório intermediário sobre o crescimento micelial e inibição completa da germinação de conídios a partir de 1 µg.mL<sup>-1</sup>.

Ensaio conduzidos por Landeiro (1957) e Chaves e Couto (1958) demonstraram ser o mancozebe superior aos cúpricos para o controle da mela, macha-de-estenfílio e septoriose do tomateiro. Rezende e Campacci (1964), testando produtos à base de oxicloreto de cobre e mancozebe, obtiveram igual controle tanto para a septoriose como para a mancha-de-estenfílio do tomateiro.

Rezende *et al.* (1966) testaram fungicidas cúpricos, ditiocarbamatos e clorotalonil no controle de mela, septoriose, pinta-preta e mancha-de-estenfílio, obtendo melhor controle para mancha-de-estenfílio com clorotalonil e maneb. Cruz Filho *et al* (1983) testaram vários fungicidas no controle da mancha-de-estenfílio e observaram melhor controle com mancozebe + clorotalonil, clorotalonil, mancozebe + captafol, captafol e Calda Viçosa a 1% de sulfato de cobre.

O uso de fungicidas para controle de doenças fúngicas em hortaliças é uma alternativa atraente pela sua simplicidade, resultados satisfatórios em curto prazo, mas não leva em conta conhecimentos com relação à dinâmica que cerca os processos ecológicos básicos dos agroecossistemas. Os seus aspectos positivos podem ser minimizados ao longo do tempo pelo acúmulo de substâncias nocivas no solo e água, com consequente contaminação do ambiente

e do próprio homem, seleção de variantes resistentes na população do patógeno e o desequilíbrio ambiental.

### 2.3.1.2 Uso de produtos alternativos

São considerados alternativos produtos químicos, biológicos, orgânicos ou naturais que apresentam baixa toxicidade, menor custo para aquisição e emprego, baixa ou nenhuma agressividade ao homem e à natureza, simplicidade quanto ao manejo e aplicação, eficiência no combate aos insetos e microorganismos nocivos e não favorecimento à seleção de formas de resistência da praga ou patógeno (PENTEADO, 1998). Para Fernandes *et al.* (2008) os produtos biológicos ou naturais conhecidos como defensivos alternativos, podem ser divididos em fertiprotetores e protetores. Os fertiprotetores fornecem nutrientes às plantas, influenciando positivamente no processo metabólico das mesmas, além de contribuir para o controle de parasitas. Estes incluem biofertilizantes líquidos, caldas (sulfocálcica, viçosa e bordalesa), urina de vaca, leite e outros. Os protetores são produtos que agem diretamente no controle de fitoparasitas, como os agentes de biocontrole, os extratos vegetais, os ferormônios e outros.

A calda bordalesa foi o primeiro fungicida utilizado na agricultura. Foi descoberto casualmente na França por Millardet em 1882 no patossistema videira x *Plasmopora viticola*. A ação da calda bordalesa é devido a compostos provenientes da reação entre sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e cal virgem ( $\text{CaO}$ ) (REIS *et al.*, 2007). Além da ação fungicida, a calda bordalesa tem também atividade bactericida e bacteriostática e é amplamente empregada em culturas como batata, tomate e pimentão (SCHWENGBER *et al.*, 2007; PEDRINI, 2000) café (*Coffea* sp.), cebola (*Allium cepa*), alho (*Allium sativum*), beterraba (*Beta vulgaris*), alface (*Lactuca sativa*), couve (*Brassica oleracea*) e repolho (*Brassica oleracea*) (PEDRINI, 2000). Apresenta eficiência comprovada sobre diversas doenças fúngicas, como míldio, septoriose e manchas foliares. Sua utilização é permitida na agricultura orgânica por ser o sulfato de cobre um produto pouco tóxico, porém com uso restrito ou não permitido por algumas certificadoras. Diniz *et al.* (2006) relataram esta calda, comumente empregada no controle da requeima antes do advento de fungicidas orgânicos, como o tratamento mais eficiente no manejo da requeima do tomateiro em sistema orgânico.

A calda sulfocálcica é um produto originário da reação entre o cálcio e o enxofre quando dissolvidos em água e submetidos à fervura (POLITO, 2000). Inicialmente era usada para banhar animais contra a sarna, e durante a segunda metade do século XIX, na Califórnia, foi constatada a sua viabilidade como inseticida, passando ao domínio popular em 1902 (SCHWENGBER *et al.*, 2007). A calda sulfocálcica, cujo princípio ativo é o polissulfeto de cálcio, é um produto sulfurado, inorgânico que contém propriedade fungicida e inseticida e acaricida (ABREU, 1998; AZEVEDO, 2003; REIS *et al.*, 2007). De acordo com Polito (2000) estes polissulfetos, quando aplicados sobre as plantas, reagem com a água e o gás carbônico, gerando gás sulfídrico e enxofre coloidal. Estes compostos são os responsáveis pela ação de controle e repelência, principalmente sobre insetos, em suas diferentes fases de desenvolvimento, possuindo ainda efeito fungicida secundário. A calda sulfocálcica pode ser utilizada em diversas culturas no controle de doenças e praga. Tem como vantagens o menor custo e menor toxicidade ao homem e ambiente (REIS *et al.*, 2007) além de fornecer nutrientes às plantas como cálcio e enxofre (possui 19 % de enxofre e 8 % de cálcio) (NEGRI, 2007). No entanto tem como desvantagem o fato de ser fitotóxica a algumas culturas, principalmente no verão.

A calda viçosa foi desenvolvida pelo Professor João da Cruz Filho do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, em 1975, para o controle da Ferrugem do cafeeiro causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*. Esta calda é composta da mistura de sulfato de cobre, sulfato de zinco, sulfato de magnésio, ácido bórico, cloreto de potássio e cal hidratada (REIS *et al.*, 2007). Após o uso inicial na cultura do café, novas pesquisas foram realizadas para a sua utilização em outras culturas, como tomate (Zambolim *et al.*, 1990), feijão (*Phaseolus vulgaris*) (FERREIRA, 1998) e algodão (*Gossypium hirsutum*) (AQUINO *et al.*, 2008), mostrando-se eficiente para o controle de doenças da parte aérea. Aquino *et al.* (2008) relatam que o uso da calda viçosa é interessante, pois além de controlar doenças é fonte de micronutrientes como Boro, Zinco e Cobre.

Gonçalves *et al.* (2007) quando avaliaram a eficiência das caldas bordalesa e viçosa e de um composto fertiprotetor no controle de requeima em batata, observaram que as caldas bordalesa e viçosa reduziram a severidade da requeima.

Domingues (2012) ao avaliar a sensibilidade dos isolados de *Stemphylium solani* aos extratos de canela, alho, pimenta e fumo, e às caldas viçosa, bordalesa, sulfocálcica e sulfocálcica em emulsão, observou que as caldas viçosa e bordalesa foram as mais eficientes na redução do crescimento micelial e germinação dos conídios de *S. solani*.

Além das caldas químicas acima citadas, outras opções listadas na literatura são os extratos de plantas. Diversos trabalhos têm sido realizados visando comprovar a ação fungitóxica dos extratos de plantas, inibindo o crescimento micelial e germinação de conídios de fungos, além de confirmar a eficácia de sua utilização, tanto em pulverizações visando o controle de doenças em partes aéreas, como em tratamentos de solo e de sementes (DILL, 2009).

A atividade antifúngica do extrato de alho é uma das mais estudadas entre os extratos vegetais. Desde a década de 80, Adetumbi & Lau (1983) já enfatizavam que a planta de alho tinha um papel importante no controle ecológico de microorganismos patogênicos e que isto deveria ser explorado no futuro. A planta de alho possui duas substâncias, a aliinase e a aliina, armazenadas separadamente, que quando complexadas formam a alicina, substância tóxica que inativa os microorganismos (TALAMINI & STADNIK, 2004).

Menezes *et al.* (2009) avaliando o uso dos extratos vegetais de alho, alecrim (*Rosmarinus officinalis*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), carqueja (*Baccharis trimera*), e gengibre (*Zingiber officinalis*) e do fungicida mancozebe *in vivo* no controle de *A. solani* e na produtividade do tomateiro verificaram que os extratos de alho e gengibre podem ser uma opção para controle de pinta preta em cultivos orgânicos de tomate, já que as plantas apresentaram níveis de severidade e produtividade similares aos obtidos com o fungicida mancozebe. Tem sido observada em ensaios *in vitro* a sensibilidade de diversos patógenos a extratos vegetais, como *Aspergillus flavus* por extratos de alho e canela (VIEGAS *et al.*, 2005), *Cercospora Kikuchii*, *Colletotricum gloeosporioides* e *Fusarium* sp. e *Curvularia* sp. pelo extrato de alho (VENTUROSO *et al.*, 2001; RIBEIRO & BENEDO, 1999; VIEIRA *et al.*, 2011), *Alternaria solani* por extrato de alho (DOMINGUES *et al.*, 2009; PEDROSO, *et al.*, 2009) e canela (ABREU, 2006), *Colletotricum acutatum* pelos extrato de fumo, arruda (*Ruta graveolens*) e alho (ALMEIDA *et al.*, 2009).

## 2.4 Toxicidade de Metais Pesados

Um metal pesado é definido como sendo um elemento de densidade maior do que 5 a 6 g.cm<sup>-3</sup> (TAN, 2000). Mas novas definições de metal pesado são aceitas e, normalmente, estão associadas à poluição, contaminação e toxicidade (AMARAL SOBRINHO, 1993).

Os adubos minerais e orgânicos, bem como os corretivos e defensivos agrícolas, podem conter metais pesados, como impurezas, na sua estrutura (AMARAL SOBRINHO *et al.*, 1992). Entre os metais pesados que possam vir associados a estes insumos estão cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, manganês, mercúrio, níquel e zinco. O uso indiscriminado desses produtos tem causado o aumento da concentração de metais pesados no solo e, conseqüentemente, sua incorporação na cadeia alimentar (RAMALHO *et al.*, 2000).

Uma vez presente no solo, no ar ou na água, seja por ocorrência natural ou por ação antrópica, o metal pesado pode adentrar a cadeia alimentar e, ao atingir concentrações elevadas nas plantas, animais e homens, causar problemas de toxicidade, diminuindo a produtividade no caso de plantas e animais e vindo a causar doenças nos humanos, que podem culminar com a morte (MELO *et al.*, 2001).

As plantas podem acumular metais pesados em seus tecidos devido à grande habilidade de se adaptarem às várias condições químicas do ambiente. Portanto, podem ser consideradas como um reservatório dos elementos metálicos presentes no solo e também de uma parte desses elementos presentes na água e no ar, chegando até os animais e o homem (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1992). Um grande problema ambiental está relacionado à quantidade de metais que é acumulado por plantas utilizadas na alimentação, as formas como se distribuem dentro dos tecidos das plantas e seu papel na transferência desses elementos para outros organismos. É de grande importância os efeitos biológicos e na saúde de homens e animais causados pela poluição metálica de plantas.

Os sintomas da toxicidade por chumbo (Pb), por exemplo, em animais incluem perda de apetite e de peso, depressão e diarreia. A estimativa de queda de QI em crianças é da ordem de 1-3 pontos para cada aumento de 1 mg PB ml<sup>-1</sup> de sangue. (GUPTA & GUPTA, 1998). O Pb é de efeito cumulativo, pode causar danos irreversíveis ao cérebro, principalmente em crianças, hiperatividade, retardamento de crescimento, anemia, tumores renais (CUNHA & MACHADO, 2004) e, se ingerido por muito tempo pode ser letal. O Pb afeta a permeabilidade das membranas celulares, sendo que as principais conseqüências da toxicidade do Pb em plantas são interrupção no metabolismo do Ca, inativação enzimática, redução na assimilação do CO<sub>2</sub> com inibição da respiração e transpiração e conseqüente queda na produção (BERGMANN, 1982).

O cádmio (Cd), por sua vez, é um dos metais pesados mais tóxicos para plantas e animais (ALLOWAY, 1990), sendo conhecido por não apresentar papel metabólico nesses indivíduos (BARCELÓ & POSCHENRIEDER, 1992). Os principais sintomas de toxicidade de Cd em plantas são: característica de deficiência de Fe, que pode ser causada pela competição entre os dois cátions por sítios de absorção na membrana plasmática (FOY *et al.*, 1978), margens marrons em folhas, pecíolos e veias avermelhadas, folhas enroladas e raiz atrofiada, severa redução no crescimento da raiz, redução da condutividade da haste causada pela deterioração dos tecidos do xilema, clorose (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1992), redução do crescimento e da taxa de fotossíntese, e alterações tanto enzimáticas quanto metabólicas (BARCELÓ *et al.*, 1988). Por ser considerado um elemento persistente, pode acumular-se em plantas e animais, atingindo o homem e, à semelhança do que acontece na cadeia alimentar, acumular-se no organismo humano por longo tempo (CARDOSO&CHASIN, 2001), principalmente nos rins e fígado, onde foi detectado que sua meia vida biológica é de aproximadamente 10 anos (TAVARES&CARVALHO, 1992). Outros estudos mostram que a meia vida deste elemento pode variar ainda mais, chegando a 40 anos nos organismos (OGA, 1996; WHO, 1972). É altamente tóxico e acumulativo, podendo causar osteomacia, calcificação nos rins, deformação óssea, disfunção renal, câncer,

doenças cardiovasculares, retardamento de crescimento e morte (CUNHA & MACHADO, 2004).

Estudos experimentais com animais e observações realizadas em seres humanos têm demonstrado que o cobalto (Co) é absorvido pelo trato gastrointestinal e pela via respiratória e sua velocidade de absorção depende da solubilidade dos compostos, da presença de ferro, aminoácidos e proteínas (DELLA ROSA, 2003; ELINDER & FRIBERG, 1986; TSALEV & ZAPRIANOV, 1983). As maiores concentrações de cobalto, quando ingeridas pelo organismo, são encontradas no fígado. Mas pode ser encontrado também, porém em menores concentrações, nos rins, na tireóide, nas glândulas adrenais, no coração, baço, pâncreas, cérebro e pulmão (TSALEV & ZAPRIANOV, 1983). Não há indicações de que o cobalto se acumule no organismo com o passar dos anos. Uma vez absorvido, pelo trato gastrointestinal ou respiratório, ele é excretado principalmente pela urina (ELINDER & FRIBERG, 1986). A eliminação urinária é caracterizada por uma fase rápida de poucos dias de duração e uma fase lenta, com meia-vida biológica de 2 a 15 anos (TSALEV & ZAPRIANOV, 1983). Um possível mecanismo que explique a toxicidade do cobalto sobre o sistema cardiovascular pode envolver a inibição da desidrogenase mitocondrial com consequente falência da respiração celular (SEGHIZZI *et al.*, 1994).

Os sintomas de toxicidade de cromo (Cr) nas plantas manifestam-se como inibição do crescimento, clorose nas folhas jovens, folhas pequenas de coloração vermelho-amarronzada ou púrpura, lesões necróticas e injúrias nas raízes (BERGMANN, 1992; KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1992). Em humanos, o Cr é importante para o metabolismo dos açúcares; a sua deficiência no organismo pode levar à neuropatia periférica, diabetes, ansiedade, fadiga e problemas de crescimento, porém, seu excesso (em nível de nutriente) pode causar dermatites, úlcera, problemas renais e hepáticos (MERTZ, 1993; CUNHA & MACHADO, 2004).

O cobre (Cu) é conhecido como sendo um elemento essencial às plantas, porém teores excessivos provocam uma série de distúrbios: danos no tecido e alongação de células radiculares; alterações na permeabilidade de membrana, causando efluxo de íons e solutos, em geral, da raiz; peroxidação dos lipídios das membranas dos cloroplastos e inibição do transporte de elétrons na fotossíntese; imobilização de cobre em paredes celulares e em vacúolos; atraso na germinação de sementes e redução do desenvolvimento de raízes e mudas (MACÊDO *et al.*, 2008). No homem, a Doença de Wilson é decorrente da acumulação deste elemento nos tecidos, em que as manifestações clínicas iniciais dos doentes com DW relacionam-se em 40% dos casos com manifestações hepáticas, 40% dos casos com manifestações neurológicas e 20% dos casos com manifestações psiquiátricas. Outros sintomas mais raros podem ser referidos como distúrbios renais, oculares, musculoesqueléticos ou endócrinos (HORTÊNSIO *et al.*, 2001; PEDROSO & LIMA, 2001; SILVA *et al.*, 2010).

Nos seres humanos o ferro (Fe) é utilizado principalmente para a síntese da hemoglobina (Hb) nos eritroblastos, da mioglobina nos músculos e dos citocromos no fígado (BAERLOCHER, 2003; GERMANO, 2002). A acumulação ou excesso de ferro é extremamente nocivo para os tecidos, uma vez que se verifica a presença de ferro livre que promove a síntese de espécies reativas de oxigênio (ROS) que são tóxicas e lesam proteínas, lipídios e DNA. Neste sentido, é necessário que haja um perfeito equilíbrio no metabolismo do ferro possibilitando a manutenção das funções celulares essenciais e ao mesmo tempo evitar possíveis danos nos tecidos (DATZ, 2013; DONOVAN *et al.*, 2006; GROTTTO, 2008). Nas plantas, em altas concentrações, este elemento pode danificar diversas estruturas, como o DNA, as proteínas e lipídeos através da geração de radicais hidroxilas pela reação de Fenton (CONNOLLY & GUERRINOT, 2002).

Todos os compostos com manganês (Mn) são importantes na constituição do solo por ser o mesmo elemento essencial na nutrição vegetal e controlar o comportamento de vários outros micronutrientes. Também exerce papel importante em muitas propriedades do solo, em particular no sistema de equilíbrio do pH. Os compostos que contém Mn são conhecidos por sua rápida oxidação e redução em solos de ambientes variáveis, com reflexos na sua disponibilidade para as plantas e na movimentação pelo perfil do solo. Em condições de oxidação, ocorre redução na disponibilidade de Mn e de micronutrientes associados, enquanto em condições de redução o metal encontra-se prontamente disponível, podendo, inclusive, levar as plantas a atingir níveis de concentração tóxicos (MELO *et al.*, 2004). A Sociedade Brasileira de Engenharia de Segurança aponta que a exposição excessiva ao manganês provoca efeitos tóxicos ao sistema nervoso central, respiratório, cardíaco e reprodutor. O sistema nervoso central é o alvo crítico dessa exposição, uma vez que mesmo em baixas concentrações, os efeitos observados no sistema nervoso central são os mais preocupantes (REMIÃO, 2005).

Em geral, o níquel (Ni) interfere na absorção de Fe e inibe o seu metabolismo (AGARWALA *et al.*, 1977). Outros efeitos da toxidez de Ni são: bloqueio na atividade respiratória e desnaturação do protoplasma celular em repolho (NIETHAMMER, 1931); aumento do conteúdo de pectina em raízes de aveia (CROOKE, 1958); diminuição da concentração de clorofila em folhas de café (PAVAN & BUIGHAM, 1982); diminuição da atividade da catalase ao concorrer com o Fe na sua posição no grupo protoporfirínico da enzima (GRANICK, 1951); aumento da atividade da enzima peroxidase e distúrbios mitóticos nas pontas de raízes de algumas plantas (MISHRA & KAR, 1974); interfere a absorção de nutrientes (CROOKE & INKSON, 1978); e produz a plásmólise em células epidérmicas de cebola (NIETHAMMER, 1931). A sintomatologia da toxidez de níquel se apresenta como clorose e posterior necrose de folhas, iniciando-se pelas folhas novas (HEWITT, 1953). Há poucas referências bibliográficas sobre a toxicidade do níquel, no entanto, estudos recentes demonstram que o níquel pode ser carcinogênico (SIMÕES, 2007).

O zinco (Zn) é um elemento essencial para homens, animais e plantas superiores. Segundo Pepper *et al.* (1983), além da adição de fertilizantes à base de zinco, a aplicação de rejeitos industriais, pesticidas e de lixo urbano, representa um importante meio de incorporação de níveis excessivos deste elemento no solo. Embora reconhecido como elemento essencial para todos os seres vivos, quando presente em elevados níveis no solo, pode causar efeitos tóxicos, não só para as plantas, mas também para os seus consumidores diretos e indiretos. A toxidez deste elemento se manifesta na diminuição da área foliar seguida de necrose e redução do crescimento radicular (MALAVOLTA, 1980; MENGEL & KIRKBY, 1982). Pode aparecer na planta todo um pigmento pardo-avermelhado, talvez um fenol e, além disso, um excesso de zinco faz diminuir a absorção de P e Fe (MALAVOLTA, 1980). A toxicidade aguda por ingestão de zinco, no homem, causa náuseas, vômitos, dor abdominal, gosto metálico e cefaleia. Em situações de exposição, por exemplo, por inalação de óxido de zinco, os efeitos mais comuns são febre, dor no peito, calafrios, tosse, dispneia, náuseas, dor muscular, fadiga e leucocitose. A toxicidade crônica ocorre devido à administração continuada de suplementos acima das recomendações, causando deficiência de cobre e ferro (MAFRA, 2005).

A legislação brasileira, seja a ambiental ou mesmo a referente aos aspectos sanitários alimentares, ainda é pouco contundente com relação aos limites aceitáveis ou permitidos de metais pesados em solos, águas e alimentos. Existe uma carência muito grande de dados nacionais que subsidiemos legisladores e órgãos ambientais sendo, muitas vezes, utilizados valores limites verificados e utilizados em outros países.

Para o tomate, segundo Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos (ANVISA, 2013), os limites máximos de Cádmio é de 0,05 mg.kg<sup>-1</sup>; de Chumbo é de 0,10 mg.kg<sup>-1</sup> e de Cobre é de 10,0 mg.kg<sup>-1</sup> de massa fresca de fruto. Para outros metais não são encontrados na legislação limites máximos para frutos de tomate *in natura*. Assim para estes, baseia-se em limites críticos (LC) em mg.Kg<sup>-1</sup> de matéria seca. Esses limites, tanto para os metais já citados quanto para os que não possuem limites registrados para frutos, segundo definição de Alloway (1997), a partir de compilação de Kabata-Pendias & Pendias (1992), seriam de: 5 a 30 mg.Kg<sup>-1</sup> para o Cádmio e Cromo, 10 a 50 mg.Kg<sup>-1</sup> para o Molibdênio, 10 a 100 mg.Kg<sup>-1</sup> para o Níquel, 20 a 100 mg.Kg<sup>-1</sup> para o Cobre, 300 a 500 mg.Kg<sup>-1</sup> para o Manganês, 30 a 300 para o Chumbo mg.Kg<sup>-1</sup> e 100 a 400 mg.Kg<sup>-1</sup> para o Zinco.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado, em condições de casa-de-vegetação e de campo no Setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizado em Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, no período de outubro de 2013 a dezembro de 2014.

Foram realizados três experimentos utilizando sementes das cultivares Serato e Dominador, relatadas como suscetível e parcialmente resistente à mancha-de-estenfílio, respectivamente (Domingues, 2012), e avaliada a eficiência de tratamentos com fungicidas comerciais, caldas e extratos de plantas no controle à doença bem como o aporte de metais proveniente da aplicação destes tratamentos.

#### 3.1 Experimento em Condições de Casa-de-Vegetação

O experimento foi realizado entre os meses de outubro e dezembro de 2013, em casa de vegetação climatizada, com temperatura regulada para 28°C e 70% UR, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da UFRRJ. Foram utilizadas mudas das cultivares Serato e Dominador, suscetível e resistente à mancha de estenfílio, respectivamente. Estas foram transplantadas para vasos contendo solo e esterco de curral (proporção 2:1), 15 dias após a emergência. Utilizaram-se 80 vasos de 5,0 L contendo duas plantas cada. Compararam-se oito tratamentos: mancozebe (3 g p.c L<sup>-1</sup> água), tebuconazole (1 ml p.c L<sup>-1</sup> água), oxicloreto de cobre (3 g p.c L<sup>-1</sup> água), calda bordalesa (1%), calda viçosa (1%), calda sulfocálcica (1%), extrato de alho (8%) e testemunha.

Os reagentes para o preparo das caldas bordalesa e viçosa foram cedidos pela PESAGRO-RIO (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro/Centro Estadual de Pesquisa em Agricultura Orgânica). A calda sulfocálcica já foi fornecida pronta também pela Empresa. Os fornecedores de alguns reagentes para PESAGRO foram: Multi Técnica (sulfato de cobre), All Part (sulfato de magnésio), Quiborax S.A (ácido bórico) e Indústria Química River Ltda (sulfato de zinco).

A calda bordalesa foi preparada adicionando-se 10 g de sulfato de cobre a um Becker que continha 500 ml de água, o qual foi submetido à agitação para total dissolução dos sais. Em outro recipiente contendo 500 ml de água, adicionou-se 7 g de cal virgem, onde também se sucedeu a agitação. Em seguida, as duas soluções foram misturadas, obtendo-se um litro de calda. Para o preparo da calda viçosa, foram adicionados a uma solução de um litro de calda bordalesa, 8 g de sulfato de magnésio, 1,5 g de ácido bórico e 1,5 g de sulfato de zinco, seguido de agitação.

O extrato de alho foi preparado através da secagem do bulbo em estufa ventilada, a aproximadamente 40°C, até a secagem total e uniforme do material. Posteriormente, as partes vegetais foram moídas e colocadas em um recipiente de vidro para a extração alcoólica com álcool etílico a 70% por 24 horas em temperatura ambiente e na ausência de luz. Em seguida, recolheu-se o sobrenadante com pipeta e o extrato foi submetido ao rotavapor para concentração do extrato vegetal. Nesse procedimento, evaporou-se em torno de 80% do álcool etílico. Em sequência, ao volume final do extrato concentrado, adicionou-se caulim, na relação de uma parte de extrato para duas de caulim (DOMINGUES, 2012).

Aplicaram-se às plantas os respectivos tratamentos no dia seguinte ao transplântio e, no dia seguinte à aplicação dos tratamentos, efetuou-se a inoculação das mudas com suspensão contendo 10<sup>4</sup> conídios/ml de *S. solani*.

Utilizou-se o isolado SENA 302 de *S. solani*, pertencente ao acervo da UFRRJ, coletado em lavouras comerciais de tomateiro em Paty do Alferes-RJ e cultivado em placas de Petri contendo meio V8 (200 mL suco V8, 17 g Agar, 800 mL de água destilada e 3 g de  $\text{CaCO}_3$ ) (DIENER, 1952) a 25°C e 12 h de fotoperíodo por 10 dias. Após este período as placas foram transferidas para ambiente com temperatura de 15°C, até apresentar esporulação abundante (cinco a sete dias). Para preparo das suspensões de inóculo, adicionou-se água destilada esterilizada (ADE) às placas para remoção dos conídios e a concentração da suspensão foi ajustada após contagem em câmara de Neubauer.

Durante a condução do experimento as plantas foram irrigadas, periodicamente, pelo sistema automático de irrigação da estufa, composto por microaspersores, e receberam os tratamentos tradicionais da cultura como tutoramento usando estacas de bambu e desbrotas semanais. Para suprimento de nutrientes na adubação de cobertura foram aplicados uréia e sulfato potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ).

As pulverizações iniciaram-se a partir do aparecimento dos primeiros sintomas, aos 10 dias após a inoculação (D.A.I), e prosseguiram em intervalo de 5 dias entre uma pulverização e outra, num total de seis pulverizações. Juntamente, iniciaram-se as avaliações prosseguindo-se aos 15, 20, 25, 28 e 31 dias, totalizando seis avaliações. Estas foram feitas com auxílio da escala de Boff *et al.* (1991). As estimativas de severidade foram feitas nos três folíolos finais de todas as folhas da planta, contadas da base para o ápice.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com duas cultivares, oito tratamentos e cinco repetições totalizando 80 parcelas. Com os dados de severidade de cada folíolo foram calculadas as médias de cada folha e a média de cada planta. Com os dados de progresso da doença foram calculados os valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), sendo estes submetidos à análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

### **3.2 Eficiência de Fungicidas no Controle da Mancha-de-Estenfílio no Período de Primavera/Verão**

O experimento foi realizado entre os meses de outubro de 2013 e dezembro de 2013, e avaliada a eficiência de três fungicidas no controle da mancha-de-estenfílio. Utilizou-se a cultivar suscetível Serato cujas sementes foram semeadas em bandejas de polipropileno de 128 células preenchidas com substrato comercial enriquecido com esterco bovino bem curtido. O solo foi preparado com uma aração e gradagem seguido de semeio de crotalária (*Crotalaria juncea*), para adubação verde.

Aos 30 dias após o semeio a crotalária foi roçada e incorporada ao solo por meio de uma segunda gradagem. A adubação da área foi feita por meio da aplicação de 2,0 litros cova de esterco bovino e 43 g cova de cinza. A área experimental foi dividida em 16 parcelas de 5,4 m<sup>2</sup>. Cada parcela continha 16 plantas distribuídas em quatro fileiras de quatro plantas.

As mudas foram transplantadas aos 32 dias após o semeio, quando se apresentavam com dois pares de folhas definitivas e observando o espaçamento de 1,20 x 0,5 m.

No dia seguinte ao transplântio, foram feitas as aplicações dos tratamentos compostos por três fungicidas registrados no MAPA (2010) para controle de mancha-de-estenfílio mais uma testemunha: oxiclóreto de cobre (3 g p.c L<sup>-1</sup> água); mancozebe (3 g p.c L<sup>-1</sup> água); tebuconazole (1 ml p.c L<sup>-1</sup> água) e testemunha (água). As pulverizações foram iniciadas logo que surgiram os primeiros sintomas da doença, com intervalo de aplicação de sete dias, tendo a infecção ocorrido de forma natural.

Aos 20 dias após o transplântio (DAT), iniciou-se o tutoramento das plantas com auxílio de fitilho. Estes foram amarrados na base das plantas e a um fio de arame preso a mourões fincados nas cabeceiras das fileiras de cada bloco. As plantas, à medida que cresciam, eram enroladas às fitas de plástico, com o intuito de apoiar o crescimento e evitar o seu contato com o solo. Aos 30 DAT, foi realizada uma adubação de cobertura, com a aplicação de esterco de curral em torno do pé de cada planta.

Ao longo do ciclo da cultura, seguiu-se o manejo usual da cultura incluindo capinas e podas das gemas laterais. O suprimento das necessidades hídricas foi realizado através de um sistema de irrigação localizado (gotejamento), devidamente projetado.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. As avaliações da severidade da doença foram feitas com auxílio da escala de Boff *et al.* (1991) a partir do aparecimento dos primeiros sintomas, aos 15 DAT, prosseguindo-se aos 25, 35, 45, 55 e 65 dias totalizando seis avaliações, já que o ciclo da cultura foi reduzido devido às condições climáticas não favoráveis a mesma. As estimativas de severidade foram feitas nos três folíolos finais de todas as folhas da planta, contadas da base para o ápice. Com os dados de severidade de cada folíolo foram calculadas as médias de cada folha. De posse das médias de cada folha, foi calculada a média de cada planta. Para minimizar as interferências entre os tratamentos, avaliaram-se apenas as duas plantas centrais das linhas internas da parcela, totalizando quatro plantas avaliadas por parcela.

Com os dados de progresso da doença foram calculados os valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), sendo estes submetidos à análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

### **3.3 Eficiência de Fungicidas e Caldas no Controle da Mancha-de-Estenfílio no Período de Outono/Inverno**

O ensaio foi realizado entre os meses de maio a setembro de 2014. Utilizaram-se duas cultivares, Serato e Dominador, suscetível e resistente à doença, respectivamente (DOMINGUES, 2012.) e sete tratamentos.

A semeadura de ambas as cultivares foi feita em bandejas de polipropileno de 128 células preenchidas com substrato comercial enriquecido com esterco bovino bem curtido. O transplântio foi feito aos 33 dias após a semeadura, quando as mudas apresentavam-se com dois pares de folhas definitivas e o espaçamento utilizado correspondeu ao mesmo do ensaio anterior, de 1,20 x 0,5 m.

A área experimental foi dividida em 28 parcelas e 56 subparcelas, compostas pelos sete tratamentos e duas cultivares. Cada parcela continha 24 plantas distribuídas em quatro fileiras de seis plantas, sendo duas subparcelas de cada cultivar, de duas linhas cada. As linhas laterais foram mantidas como bordadura para evitar possíveis contaminações oriundas da deriva dos produtos aplicados.

A condução da cultura seguiu o mesmo procedimento descrito no ensaio de Primavera/Verão, com o tutoramento sendo realizado aos 22 dias após o transplântio (DAT) das plantas com auxílio de fitilho. Aos 35 DAT, foi realizada uma adubação de cobertura, com a aplicação de esterco de curral em torno do pé de cada planta.

Foram comparados sete tratamentos visando o controle de mancha de estenfílio, três fungicidas e três caldas alternativas e uma testemunha (Tabela 1). Foram utilizadas, para cada fungicida e calda, as doses recomendadas pelo fabricante e pela literatura, respectivamente (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtos avaliados e suas respectivas concentrações. Seropédica, UFRRJ, 2014.

Produtos			
Químicos	Concentração	Alternativos	Concentração
Oxicloreto de Cobre	3 g p.c L <sup>-1</sup> água	Calda Bordalesa	1% *
Mancozebe	3 g p.c L <sup>-1</sup> água	Calda Viçosa	1% *
Tebuconazole	1 ml p.c L <sup>-1</sup> água	Calda Sulfocálcica	1% **

\*Concentração correspondente a quantidade de CuSO<sub>4</sub> utilizada no preparo das caldas.

\*\*Concentração correspondente a quantidade da calda pronta diluída em 1 L de água.

As plantas foram pulverizadas, pela primeira vez, no dia seguinte ao transplante e, após o surgimento dos primeiros sintomas da doença, aos 17 DAT, por meio de infecção natural, as aplicações passaram a serem realizadas semanalmente, com incremento no volume de calda aplicado de acordo com o seu crescimento. As datas das pulverizações e volume aplicado foram devidamente anotados.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, onde cada parcela correspondia a um tratamento e continha duas subparcelas. Estas por sua vez correspondiam a cada uma das duas cultivares utilizadas - Dominador e Serato.

As avaliações da doença foram realizadas seguindo os mesmos procedimentos adotados no ensaio anterior, porém, com avaliações a cada sete dias e considerando apenas a 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> folhas, contadas do ápice para a base. As avaliações iniciaram-se aos 34 DAT e prosseguiram aos 41, 48, 55, 62 e 69 dias, totalizando seis avaliações. Avaliaram-se as quatro plantas centrais de cada subparcela (cultivar) e oito plantas por parcela (tratamento).

Com os dados do progresso da doença, calcularam-se os valores da área abaixo da curva de progresso (AACPD) para cada parcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

As colheitas iniciaram-se aos 71 DAT dias e prosseguiram aos 77, 81, 87, 93, 100, 107, 120, totalizando oito colheitas. Com o somatório de todas as colheitas, determinou-se a produção de frutos comerciais e não comerciais por planta, expressa pelo número total de frutos.planta<sup>-1</sup> e produção de frutos (kg.planta<sup>-1</sup>). Consideraram-se como frutos não-comerciais aqueles com sintomas e sinais de ataque por broca-grande dos frutos (*Helicoverpa zea* Bod.) e broca-pequena dos frutos (*Neoleucinodes elegantalis* Guenée) ou com anomalias fisiológicas como podridão apical e rachadura.

### 3.3.1 Influência dos tratamentos na massa fresca e seca das plantas

Aos 84 dias após o transplante, entre a terceira e quarta colheita dos frutos e após a 12<sup>a</sup> pulverização, coletaram-se duas plantas por parcela para determinação da massa fresca e seca de raiz, caule, folhas e frutos.

Após coletadas, as plantas foram levadas para Laboratório do Setor de Horticultura – UFRRJ e segmentadas, com auxílio de uma tesoura de poda, em raiz, caule, folhas e frutos. Em seguida, os diferentes órgãos foram devidamente lavados em água corrente e água deionizada. Após remoção do excesso de água, estas foram secas em temperatura ambiente e acondicionadas em sacos de papel kraft, devidamente identificados e pesadas para determinação da massa fresca.

Sequencialmente, as amostras foram levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem massa constante (MALAVOLTA *et al.*, 1997), e em seguida pesadas, com auxílio de balança analítica, para determinação da massa seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), também utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

### 3.3.2 Análise de resíduos

As amostras de produtos utilizados nos tratamentos, de solo, de folhas e de frutos foram preparadas para análise química visando a determinação de teores de Co, Cu, Cr, Fe, Mn e Zn e os metais pesados Cd, Ni e Pb. O preparo das amostras, digestão e análise dos resíduos foram realizados no Laboratório de Química do Solo do Departamento de Solos da UFRRJ.

Para análise dos teores de metais nos produtos aplicados, amostras de cada produto foram separadas e submetidas ao processo de digestão total conforme o método 3052 A (USEPA, 2007 E USEPA, 1996b) utilizando ácido nítrico em sistema fechado.

Para a realização da análise de resíduos dos metais nas folhas e frutos utilizaram-se as amostras secas obtidas conforme descrito no item 3.3.1. As amostras secas foram moídas em moinho tipo Willey e em seguida submetidas ao mesmo processo anterior, de digestão total, conforme o método 3052 A (USEPA, 2007 E USEPA, 1996b) utilizando ácido nítrico em sistema fechado.

Para a análise de resíduos dos metais no solo, coletaram-se amostras compostas de solo das parcelas, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. As amostras foram processadas (secas ao ar e passadas por peneira de 2 mm de diâmetro de malha) e encaminhadas ao laboratório do Departamento de Solos da UFRRJ para determinação dos valores pseudototais dos metais no solo utilizando o método 3051 A (USEPA, 2007 E USEPA, 1994), onde a oxidação do material orgânico é feita pelo ácido nítrico adicionando HCl, sob alta temperatura e pressão em forno de microondas.

Para todas as amostras de planta e produtos foram tomadas alíquotas de 1,0 g às quais foram acrescentados 10,0 ml de ácido nítrico. Para as amostras de solo, acrescentaram-se 9,0 ml de ácido nítrico e 3,0 ml de ácido clorídrico. Em seguida, as mesmas foram submetidas ao processo de digestão através de radiação de microondas em aparelho Marx Xpress. Os extratos foram avolumados para 50,0 ml com água destilada em tubos de ensaio e submetidos à filtração lenta e armazenados em frascos de polietileno. Para determinação das concentrações dos elementos, os extratos foram analisados em aparelho de espectrometria de absorção atômica marca Varian SpectrAA 55B.

As amostras de solo e planta foram coletadas entre a terceira e quarta colheita, dessa forma, para os resultados da análise de resíduos, foi levada em consideração a quantidade aplicada de cada produto (Tabela 2).

Os resultados encontrados foram comparados com os níveis descritos pela CETESB (2005) e CONAMA (2009).

**Tabela 2.** Produtos aplicados, componentes básicos de sua formulação, concentração do ingrediente ativo e quantidade de cada componente por litro de calda, número de aplicações e volume de calda aplicada até a coleta das plantas e frutos para análise e cálculo da quantidade de cada produto e componente das respectivas formulações aplicado ao longo das doze pulverizações e por unidade de planta e de área.

Produto	Componente da fórmula e Ingrediente Ativo	Concentração (g.L <sup>-1</sup> ) ou (ml.L <sup>-1</sup> )	Componente individual ou produto (g.L <sup>-1</sup> )	Número de aplicações	Volume total de calda (L)	Quantidade de produto aplicado (g)		
						Total	Por planta	Unidade de área (m <sup>-2</sup> )
Calda bordalesa	Total		17,00			833	8,67	14,46
	CuSO <sub>4</sub>	0,01	10,00	12	49	490	5,10	8,51
	CaO		7			343	3,57	5,95
Calda sulfocálcica	Total		3,75			183,75	1,91	3,19
	S	0,01	2,50	12	49	122,5	1,28	2,13
	CaO		1,25			61,25	0,64	1,06
Calda viçosa	Total		28			1372,00	14,29	23,82
	CuSO <sub>4</sub>		10			490	5,10	8,51
	CaO		7			343	3,57	5,95
	MgSO <sub>4</sub>	0,01	8	12	49	392	4,08	6,81
	ZnSO <sub>4</sub>		1,5			73,5	0,77	1,28
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>		1,5			73,5	0,77	1,28
Mancozebe	(C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> S <sub>4</sub> Mn) <sub>x</sub> (Zn) <sub>y</sub>	3,00	2,25	12	49	147	1,53	2,55
Oxicloreto de cobre	Cu <sub>2</sub> Cl(OH) <sub>3</sub>	3,00	2,52	12	49	147	1,53	2,55
Tebuconazole	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> ClN <sub>3</sub> O	1 ml	0,2	12	49	49 mL	0,51	0,85
Testemunha		-		12	-		0,00	0,00

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento em Condições de Casa-de-Vegetação

Observou-se efeito significativo da interação produtos x cultivar ( $p < 0,01$ ) sobre o progresso da mancha-de-estenfílio, expresso pelos valores de AACPD, assim como diferença significativa entre as cultivares ( $p < 0,001$ ) e entre os produtos testados ( $p < 0,001$ ) (Anexo 1).

A cultivar Serato apresentou valores significativamente maiores de AACPD (68,55), independente do tratamento utilizado, em relação à cultivar Dominador (29,00), similar ao observado por Domingues (2012). Neste último híbrido não foi observado efeito significativo dos produtos sobre a doença, tendo sua severidade se mantido com baixos valores (22,77 a 34,10). (Tabela 3).

Dentro da cultivar Serato, houve diferença estatística entre os tratamentos, tendo a calda bordalesa apresentado maior eficiência de controle da doença, com menor AACPD (50,13), seguida do agroquímico mancozebe que expressou uma AACPD de 54,35. O tratamento testemunha foi o que apresentou mais progresso da doença, com maior AACPD (97,19), seguido da calda sulfocálcica (81,56).

Analisando-se as médias gerais dos tratamentos, independente da cultivar, pôde-se observar a formação de quatro grupos. O primeiro grupo foi composto pela calda bordalesa e mancozebe, os quais expressaram maior controle da mancha-de-estenfílio do tomateiro, com menores valores de AACPD (36,46 e 38,76, respectivamente). Em seguida, formou-se o segundo grupo com a calda viçosa, tebuconazole e extrato de alho (45,81 a 48,48). Um terceiro grupo incluiu o oxiclreto de cobre e calda sulfocálcica (54,29 e 65,47, respectivamente), e, por último, um quarto grupo com o tratamento testemunha com AACPD igual a 65,47.

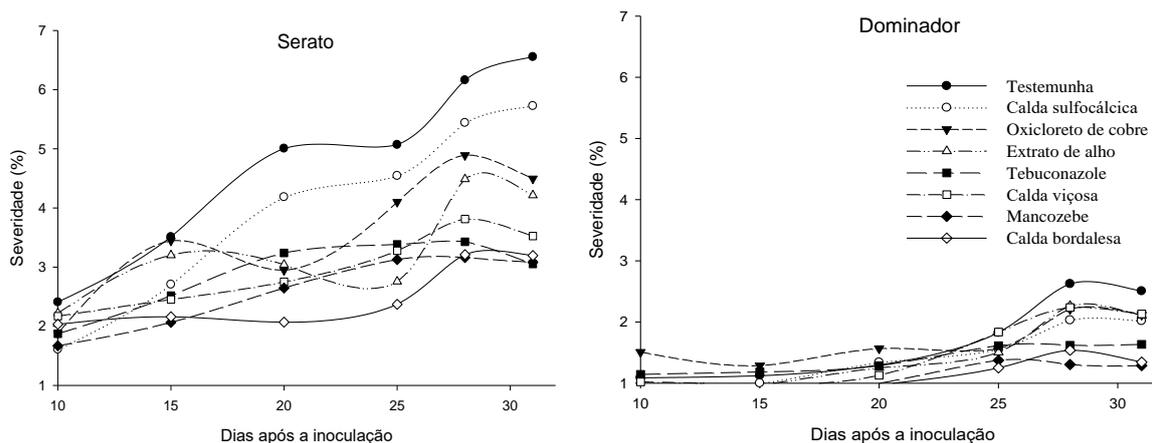
**Tabela 3** Efeito da interação produto x cultivar sobre o progresso da mancha-de-estenfílio, causada por *Stemphylium solani*, expresso pelos valores de AACPD calculados para todas as folhas da planta em ensaio conduzido no período de outubro a dezembro de 2013 em condições de casa de vegetação. Seropédica, UFRRJ.

Produtos	Cultivares		Média
	Dominador	Serato	
Calda bordalesa	22,77 B a	50,13 A d	36,46 c
Mancozebe	23,17 B a	54,35 A cd	38,76 c
Calda viçosa	30,37 B a	61,25 A bcd	45,81 bc
Tebuconazole	28,97 B a	61,86 A bcd	45,42 bc
Extrato de alho	29,40 B a	67,56 A bcd	48,48 bc
Oxicloreto de cobre	34,10 B a	74,47 A bc	54,29 ab
Calda sulfocálcica	29,49 B a	81,56 A ab	55,53 ab
Testemunha	33,74 B a	97,19 A a	65,47 a
Média	29,00 B	68,55 A	

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Observou-se maior variação no progresso da doença ao longo das avaliações na cultivar Serato que atingiu, ao final do ensaio, severidade em torno de 6,5%, em relação ao

Dominador que, por sua vez, apresentou severidade inferior a 3% (Figura 1), corroborando também com os resultados encontrados por Domingues (2012), principalmente com o fato dos tratamentos testemunha e calda sulfocálcica manterem, para a cultivar mais suscetível, as maiores severidades ao longo das avaliações enquanto os tratamentos calda bordalesa e mancozebe demonstrarem valores mais baixos de severidade. Ao comparar o comportamento dos tratamentos dentro das duas cultivares, percebe-se que estes obtiveram uma mesma tendência, com exceção a calda viçosa, que obteve na cultivar Dominador, uma proximidade na curva com os tratamentos de maior severidade (Figura 1).



**Figura 1** Progresso da macha-de-estenfílio, causada por *Stemphylium solani*, na cultivar Serato e Dominador em ensaio conduzido no período de outubro a dezembro de 2013 em condições de casa de vegetação.

## 4.2 Experimentos em Condições de Campo

### 4.2.1 Avaliação da eficiência de fungicidas no controle da mancha-de-estenfílio no período de Primavera/Verão

Observaram-se os primeiros sintomas da doença aos 15 dias após o transplante e reduzido progresso da doença, com valor máximo de severidade próximo a 3%, e oscilação nos valores de severidade. A maior severidade foi observada quando as plantas ainda estavam jovens, 30 DAT, seguido de queda (Figura 2). Este fenômeno deve-se, provavelmente ao maior desenvolvimento da planta em resposta à elevação da temperatura e às condições de ambiente pouco favoráveis ao processo de infecção, ocorrendo picos com elevada temperatura e baixa umidade relativa do ar (Figura 2).

Domingues (2012), ao caracterizar dez cultivares de tomateiro quanto à resistência à mancha-de-estenfílio e considerando o progresso da doença na planta inteira, relatou valores de severidade para o híbrido Serato na faixa de 16%. A discrepância entre o valor relatado pela autora e o encontrado no presente trabalho pode estar relacionada às condições de ambiente predominantes nos respectivos ensaios. Provavelmente, o desenvolvimento da mancha-de-estenfílio neste experimento, foi comprometido pelas condições desfavoráveis à doença, com temperaturas elevadas. No campo, a condição de temperaturas entre 25 e 30°C com alta umidade relativa do ar são ideais para o desenvolvimento da doença (KRANZ, 1977; KUROSZAWA & PAVAN, 1997). Neste ensaio, as temperaturas médias apresentaram-se em torno dos valores ideais, porém as máximas estiveram recorrentemente acima de 30°C, em

torno dos 35°C (Figura 2). Isso pode ter afetado o desenvolvimento do patógeno, além de ter afetado o próprio ciclo da cultura, já que este não ultrapassou os 50 DAT, sendo impossibilitada a avaliação da produção. A umidade relativa (UR) apresentou grande variação, de 30 a 100%, onde estes valores registrados de umidades relativas mínimas podem ter afetado negativamente a sobrevivência e desenvolvimento do patógeno. Segundo Kowata-Dresh (2014), temperaturas extremas prejudicam a germinação dos conídios de *S.solani* e quando acima de 35°C inibem o crescimento micelial e, de acordo com Sediya *et al.* (2003), temperaturas superiores a 34°C causam distúrbios respiratórios no tomateiro.

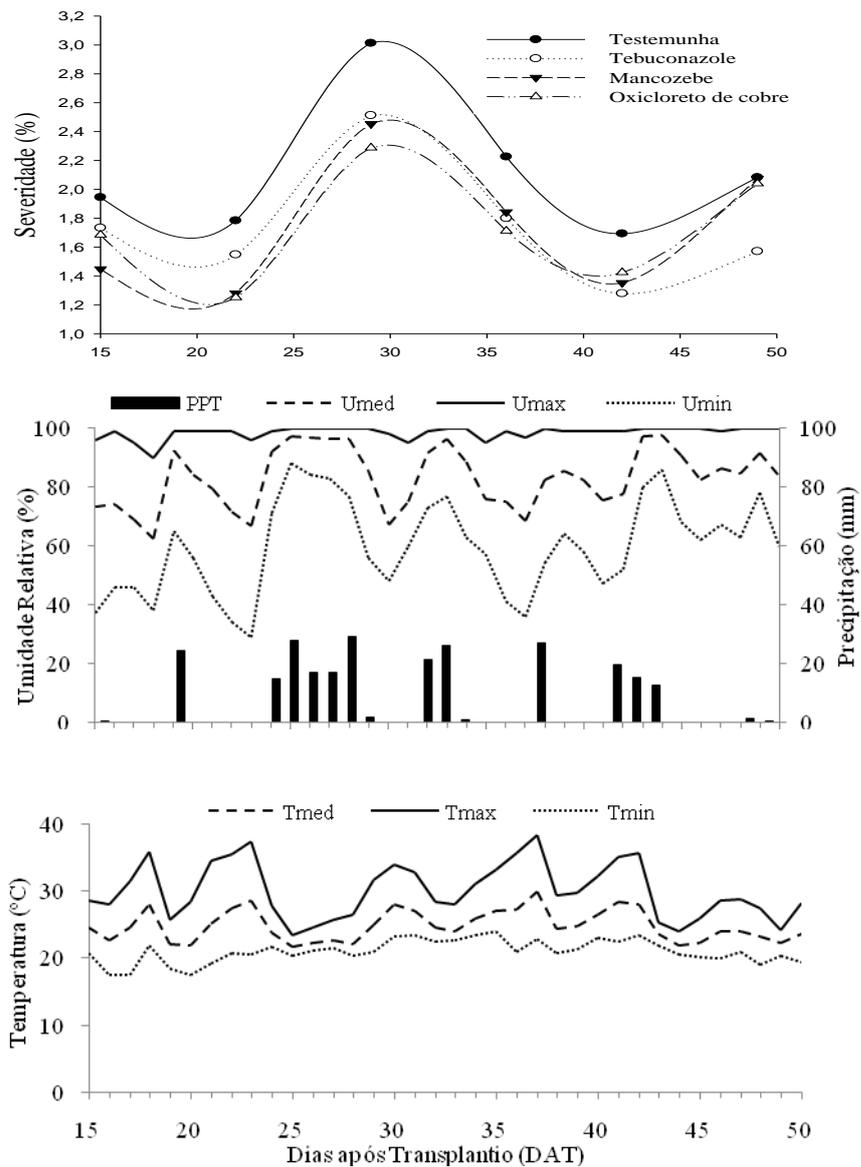
Alguns autores afirmam que, em condição de campo, há a ocorrência de lesões ocasionais em plantas jovens, mas a incidência da doença aumenta com a idade da planta e atinge o pico máximo na época da colheita (ROTEM, 1968; ROTEM & COHEN, 1966). A baixa severidade observada, neste caso, pode também estar associada às avaliações terem se concentrado no período vegetativo e ao comprometimento do período produtivo pela elevação acentuada da temperatura.

Observou-se efeito significativo de tratamento e de bloco sobre o progresso da doença, expresso pelos valores da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) ( $p < 0,01$ ) (Anexo 2). Os três fungicidas testados reduziram significativamente o progresso da doença quando comparados ao tratamento testemunha (Tabela 4). Menores valores de AACPD foram observados nas plantas pulverizadas com oxiclreto de cobre (65,75) seguido de mancozebe (67,27) e de tebuconazole (68,00), sem diferirem estatisticamente entre si, enquanto nas plantas da testemunha estes valores foram, em média, igual a 82,95 (Tabela 4).

Resultados relacionados à eficiência de tratamento à base de oxiclreto de cobre foram encontrados por Silva *et al.* (2011). Ao compararem fungicidas para o controle da “pinta-preta” do tomateiro na região de Lavras/MG, relatam que a presença de ingredientes ativos tetraconazole e oxiclreto de cobre, nas maiores dosagens, favoreceram o controle da doença, mantendo em níveis estatisticamente inferiores aos dos demais tratamentos. Porém, Domingues (2012) ao testar o efeito destes mesmos fungicidas em diferentes concentrações sobre o desenvolvimento de diferentes isolados de *S solani*, *in vitro*, observou maior eficiência de mancozebe na redução do crescimento micelial do patógeno, seguido do tebuconazole. O oxiclreto de cobre foi o menos eficiente em inibir o crescimento micelial e a germinação dos conídios.

Patel *et al.* (2005) ao estudarem a ação *in vitro* dos fungicidas oxiclreto de cobre e mancozebe nas concentrações de 1000, 2000 e 3000 ppm sobre o crescimento micelial e germinação de conídios de *Alternaria tomato*, constataram que o oxiclreto de cobre inibiu totalmente o crescimento micelial em todas as concentrações testadas. O mancozebe, por sua vez, inibiu o crescimento de *A. tomato* em 80,5, 86,0 e 92,1%, nas concentrações de 1000, 2000 e 3000 ppm, respectivamente.

A ordem classificatória descrita neste ensaio corrobora com Arunakumara (2006) que, testando o efeito *in vitro* de fungicidas sistêmicos e de contato sobre o crescimento micelial de *A.solani*, verificou que, entre os fungicidas avaliados, o oxiclreto de cobre foi o que proporcionou maior inibição (79%), seguido pelo mancozebe (63,2%).



**Figura 2** Progresso da mancha-de-estenfílio, causada por *Stemphylium solani*, na cultivar Serato em ensaio conduzido em condições de campo e dados climáticos obtidos da estação metereológica do INMET localizada no município de Seropédica-RJ, no período de novembro a dezembro de 2013.

**Tabela 4** Efeito de fungicidas sobre o progresso da mancha-de-estenfílio, expresso pelos valores de área abaixo a curva de progresso da doença (AACPD), calculados com base na severidade da doença para todas as folhas da planta, em ensaio conduzido no período de outubro de 2013 a janeiro de 2014 em condições campo. Seropédica, UFRRJ.

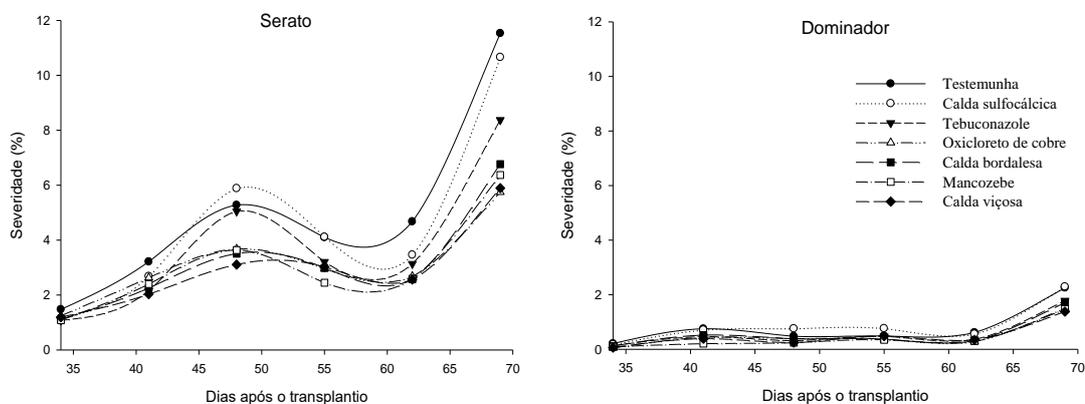
Tratamentos	AACPD
Oxicloreto de cobre	65,75 B
Mancozebe	67,27 B
Tebuconazole	68,00 B
Testemunha	82,95 A
C.V.(%)	8,02

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2.2 Avaliação da eficiência de fungicidas e caldas no controle da mancha-de-estenfílio no período de Outono/Inverno

Os primeiros sintomas da mancha-de-estenfílio foram observados aos 17 dias após o transplante e avaliados a partir dos 34 DAT, quando as plantas já estavam com nove pares de folhas. Observou-se reduzido progresso nos dias subsequentes até cerca de 60 DAT. A partir desta data, notou-se elevação nos valores de severidade. A avaliação do progresso da doença, porém foi comprometido pela interrupção precoce das avaliações. Maiores valores de severidade foram observados em plantas de Serato, especialmente nos tratamento testemunha e com calda sulfocálcica, a partir dos 70 DAT, próximo à primeira colheita, em torno de 12% (Figura 3). Plantas da cultivar Dominador apresentaram sempre menores valores de severidade, independente do tratamento (Figura 3). Em ambas as cultivares, observou-se o aumento da severidade da doença a partir dos 70 DAT, período este em que começaram as colheitas, sendo plausível tal comportamento, pois, segundo Azevedo (2003), os sintomas podem ser severos no início da colheita.

Os tratamentos testemunha e calda sulfocálcica mantiveram, para ambas as cultivares, as maiores severidades ao longo das avaliações. Já os tratamentos mancozebe, calda viçosa, calda bordalesa e oxicloreto de cobre, demonstraram valores mais baixos de severidade. Ao comparar o efeito dos tratamentos dentro das cultivares, percebe-se que estes obtiveram uma mesma tendência, com exceção ao fungicida tebuconazole que, para o Serato, aproximou-se dos tratamentos que apresentaram maior severidade (Figura 3).



**Figura 3** Progresso da mancha-de-estenfílio, causada por *Stemphylium solani*, na cultivar Serato e Dominador em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo.

Observou-se efeito significativo de bloco, tratamento, cultivar e da interação tratamento x cultivar ( $p < 0,001$ ) sobre o progresso da mancha-de-estenfílio expresso pelos valores de AACPD (Anexo 3).

O híbrido Serato apresentou valores significativamente maiores de AACPD (121,66), em relação ao Dominador (17,62). Em virtude do reduzido progresso da doença, não houve diferença significativa entre os tratamentos dentro da cultivar Dominador (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Domingues (2012) que comparou dez cultivares e relatou Dominador como resistente e Serato como suscetível. Este resultado difere, porém, dos de Reis & Boiteux (2006) que estudaram a suscetibilidade de 50 cultivares de tomate e classificaram os híbridos ‘Débora Plus’, ‘Carmem F1’ e ‘Dominador’, como os mais suscetíveis.

Dentro de Dominador, não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém com menores valores de AACPD naqueles pulverizados com calda viçosa e mancozebe e maiores em testemunha e calda sulfocálcica. Para o híbrido Serato formaram-se, a princípio, quatro grupos. Os maiores valores de AACPD foram observados na testemunha (160,81), seguido pela calda sulfocálcica (146,45) os quais não diferiram estatisticamente entre si. Todos os demais tratamentos apresentaram valores de AACPD significativamente menores que o da testemunha e assim ordenados: tebuconazole (AACPD = 124,75), oxiclreto de cobre (AACPD = 111,13), calda bordalesa (AACPD = 105,47), mancozebe (AACPD = 103,22) e calda viçosa (AACPD = 99,77). Tebucozale, porém, foi estatisticamente igual à calda sulfocálcica. Considerando a média das duas cultivares obteve-se resultado semelhante, mas com a formação de apenas três grupos e sendo apenas as caldas viçosa e bordalesa e o mancozebe diferentes estatisticamente da testemunha (Tabela 5).

**Tabela 5** Efeito da interação produto x cultivar sobre o progresso da mancha-de-estenfílio, causada por *Stemphylium solani*, expresso pelos valores de AACPD em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ.

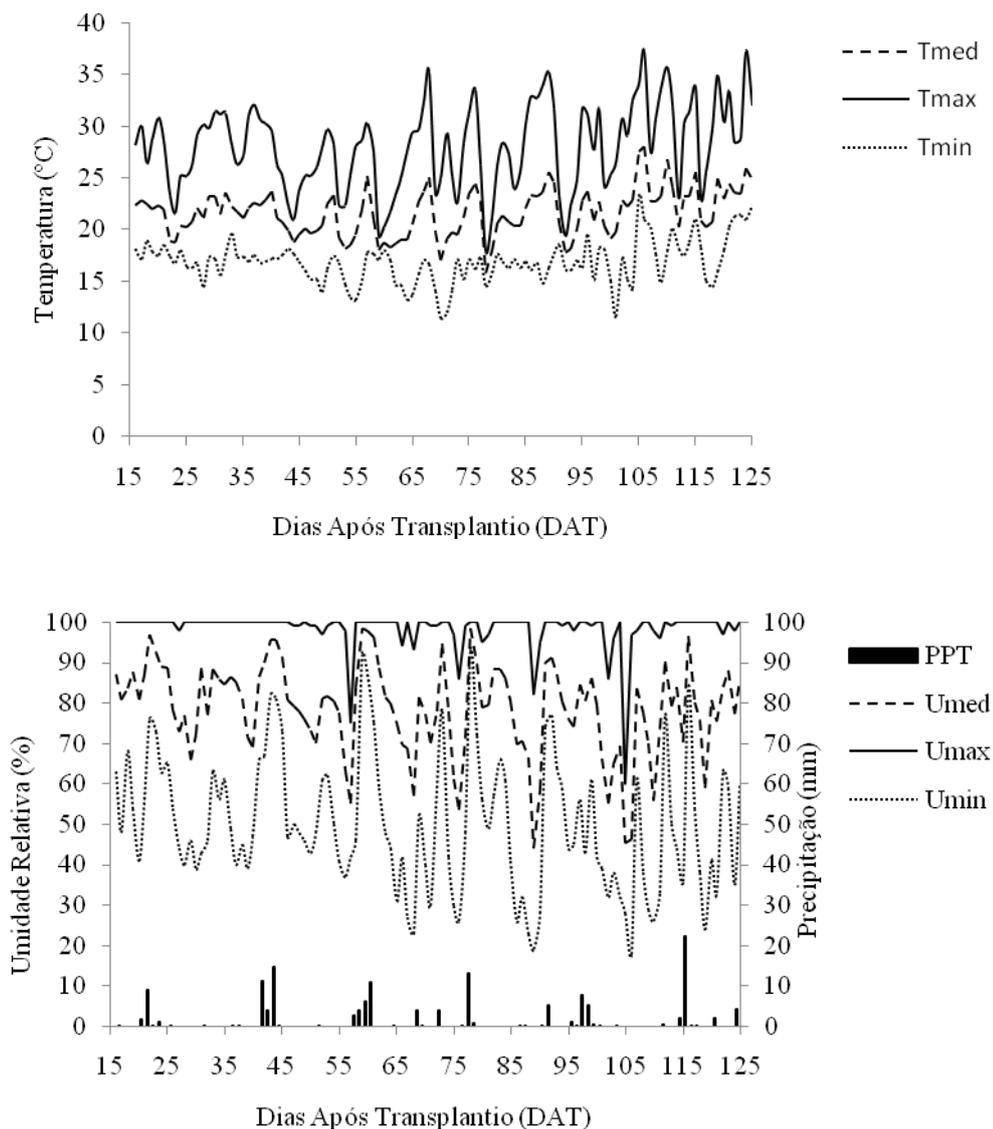
Tratamentos	Cultivares		Média
	Dominador	Serato	
Calda viçosa	10,70 B a	99,77 A c	61,60 b
Mancozebe	12,08 B a	103,22 A c	57,65 b
Calda bordalesa	16,07 B a	105,47 A c	60,77b
Oxicloreto de cobre	15,24 B a	111,13 A c	63,19 ab
Tebuconazole	16,57 B a	124,75 A bc	70,66 ab
Calda sulfocálcica	26,86 B a	146,45 A ab	86,65 ab
Testemunha	24,10 B a	160,81 A a	92,45 a
Média	17,62 B	121,66 A	

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Estes resultados estão de acordo com os do ensaio anterior e os de Domingues (2012) que, ao avaliar o efeito de caldas e extratos vegetais sobre o crescimento micelial, a germinação e número de tubos germinativos de conídio e esporulação de *Stemphylium solani in vitro*, destacou as caldas viçosa e bordalesa como as mais eficientes na redução do crescimento micelial e germinação dos conídios de *S. solani*. Diniz *et al.* (2006), em condições de campo, avaliaram produtos alternativos no manejo da requeima do tomateiro, e consideraram a calda bordalesa como o tratamento mais eficiente no controle da requeima e o óleo de nim promissor. Celoto (2009) avaliou o efeito *in vitro* das caldas bordalesa a 1%

(75%), sulfocálcica (75%), sulfocálcica (3%) e viçosa (75%) sobre o crescimento micelial de *Corynespora cassicola*. Este autor verificou que a calda sulfocálcica a 75% foi a única a inibir totalmente o crescimento do micélio. A calda bordalesa proporcionou 74% de inibição, a calda sulfocálcica a 3%, inibiu em 57% e a calda viçosa foi a menos eficiente inibindo em 44% o crescimento micelial do patógeno.

Neste ensaio, as condições climáticas foram mais favoráveis tanto ao desenvolvimento da doença quanto do tomateiro, com temperaturas médias em torno dos 25°C (Figura 4). As temperaturas máximas mantiveram-se perto dos 30°C até os 65 DAT, diferentemente das registradas no primeiro experimento, onde do início até os 50 DAT, período este referente ao ciclo da cultura no primeiro ensaio, as máximas ultrapassavam os 35°C.



**Figura 4** Dados Climáticos obtidos da estação metereológica do INMET localizada no município de Seropédica-RJ, no período de junho a setembro de 2014.

Não foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre produtividade, número de frutos e peso médio dos frutos, totais, comerciais ou não comerciais. Observou-se,

porém, efeito de cultivar e de bloco sobre produtividade e número de frutos total e comercial, e, somente, efeito de cultivar sobre peso médio dos frutos (Anexos 4 e 5).

Dominador apresentou maior produtividade total e comercial (2,39 e 2,27 Kg.planta<sup>-1</sup>, respectivamente) em relação à Serato (2,10 e 1,94 Kg.planta<sup>-1</sup>, respectivamente) e maior número médio de frutos por planta, tanto total quanto comercial. Os frutos de Serato se destacaram pelo maior peso médio (170 e 180 g) que os de Dominador (140 g). A cultivar Serato produz menor número de frutos, mas frutos maiores e com maior massa média (Tabela 6). Apesar deste híbrido possuir um peso médio de fruto maior comparado aos da cultivar Dominador, estes valores médios de massa são inferiores aos registrados pela empresa AGRISTAR (2015) que relata 230 g para frutos da cultivar Dominador e 250 g, para os da cultivar Serato.

O menor valor de massa média registrado neste ensaio nos frutos da cultivar Dominador, 130 g, é maior que o relatado por Toledo (2008) que foi de 80,8 g para esta cultivar, sob manejo orgânico em Montes Claros-MG.

**Tabela 6** Efeito de cultivar sobre a produtividade (kg.planta<sup>-1</sup>) e número de frutos (frutos.planta<sup>-1</sup>) e peso médio dos frutos (Kg), total e comercial, obtidos em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ.

Cultivares	Produção (Kg.planta <sup>-1</sup> )		Número de Frutos (frutos.planta <sup>-1</sup> )		Peso Médio dos Frutos (Kg)	
	Total	Comercial	Total	Comercial	Total	Comercial
Dominador	2,39 A	2,27 A	16,91 A	15,82 A	0,14B	0,14B
Serato	2,10B	1,94B	11,87 B	10,89 B	0,17A	0,18A

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Quanto ao número de frutos não-comerciais (frutos.planta<sup>-1</sup>), somente foi observado efeito significativo para tratamentos dentro da variável correspondente a frutos rachados. Não houve diferença estatística entre as cultivares para nenhuma das variáveis analisadas, tampouco entre os tratamentos para as demais deformações (Anexo 6 e 7).

Para frutos rachados (frutos.planta<sup>-1</sup>), pôde ser observada uma diferença significativa entre o Dominador (2,81) e o Serato (6,74) no tratamento tebuconazole. Dentro do último híbrido citado, houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, havendo a formação de três grupos. O primeiro composto pelo tebuconazole (6,74), o segundo pela calda viçosa, mancozebe e testemunha (4,18; 3,19 e 2,21, respectivamente) e, finalizando, um terceiro grupo com a calda bordalesa, oxiclreto de cobre e calda sulfocálcica (2,02; 2,02 e 1,73, respectivamente) (Tabela 7).

Neste trabalho, não foram observados frutos infectados por *S. solani*, contrariando resultados obtidos por Kowata-Dresh (2014). Este fato pode ser devido à pressão de inóculo na área não ter sido alta suficiente para acarretar infecção nestes órgãos, sendo verificada uma severidade máxima em torno de 12 % na cultivar suscetível, enquanto a autora relatou severidade equivalente a 19,2% na escala de Boff *et al.* (1991) no acesso ENAS 1223, classificado como o mais suscetível no respectivo ensaio.

**Tabela 7** Efeito da interação produto x cultivar sobre valores de número de frutos rachados (frutos.planta<sup>-1</sup>) em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014. Seropédica, UFRRJ.

Tratamentos	Número de Frutos Não-Comerciais (frutos.planta <sup>-1</sup> )		
	Rachados		
	Dominador	Serato	Média
Tebuconazole	2,81 B a	6,74 A a	4,77 a
Calda viçosa	3,05 A a	4,18 A ab	3,61 ab
Mancozebe	1,80 A a	3,19 A ab	2,49 ab
Testemunha	1,89 A a	2,21 A b	2,05 ab
Calda bordalesa	1,54 A a	2,02 A b	1,36 b
Oxicloreto de cobre	2,78 A a	2,02 A b	2,40 ab
Calda sulfocálcica	1,00 A a	1,73 A b	1,78 b
Média	2,12 A	3,16 A	

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

#### 4.2.2.1 Influência dos tratamentos na massa de matéria fresca e seca das plantas

Não foi observado efeito de tratamentos na massa de matéria fresca e seca das plantas.

Verificou-se efeito significativo de cultivar sobre a massa fresca de raiz, caule e folha e sobre a massa seca de caule e folha e da interação cultivar x tratamento sobre a massa seca de raiz (Anexo 8 e 9).

Observou-se maior massa fresca de raiz, caule e folha em plantas de Dominador em relação às de Serato para todas as partes da planta, exceto para fruto, não havendo diferença estatística entre as cultivares para este órgão. (Tabela 8).

**Tabela 8** Efeito de cultivar sobre valores de massa fresca (Kg.planta<sup>-1</sup>) obtidos de diferentes partes de plantas em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ.

Cultivares	Massa Fresca (Kg.planta <sup>-1</sup> )			
	Raiz	Caule	Folha	Fruto
Dominador	0,023 A	0,257 A	0,455 A	2,108 A
Serato	0,018 B	0,207 B	0,263 B	1,683 A

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Em relação aos valores de massa seca, houve efeito significativo também entre as cultivares para raiz, caule e folha, tendo a cultivar Dominador apresentado as maiores médias para estas partes (Tabela 9).

**Tabela 9** Efeito de cultivar sobre valores de massa seca (Kg.planta<sup>-1</sup>) obtidos de diferentes partes de plantas em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ.

Cultivares	Massa Seca (Kg.planta <sup>-1</sup> )			
	Raiz	Caule	Folha	Fruto
Dominador	0,009 A	0,043 A	0,078 A	0,092 A
Serato	0,007 B	0,032 B	0,048 B	0,074 A

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

#### 4.2.2.2 Análise do efeito residual da aplicação de produtos fungicidas

Observou-se diferenças altamente significativas entre os produtos quanto aos teores de Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Ni e Zn (Anexo 10).

Em alguns produtos, a concentração de certos elementos foi bastante superior em relação aos demais. Merecem destaque os maiores teores de Cd em mancozebe ( $1,49 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ) e oxiclreto de cobre ( $1,53 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), de Co no mancozebe ( $26,71 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), de cromo nas caldas bordalesa ( $8,60 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), e viçosa ( $8,09 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), de Cu e Fe nas caldas bordalesa ( $149868 \text{ mg.Kg}^{-1}$  e  $468 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), viçosa ( $92952 \text{ mg.Kg}^{-1}$  e  $292 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), e no oxiclreto de cobre ( $464684 \text{ mg.Kg}^{-1}$  e  $3370 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), de Mn no mancozebe ( $20831 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), de Pb no oxiclreto de cobre ( $107,83 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), de Ni no mancozebe ( $92,60 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ), e de Zn na calda viçosa ( $8183 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ) e no mancozebe ( $22602 \text{ mg.Kg}^{-1}$ ) (Tabela 10).

Os altos teores de Cu na calda bordalesa, viçosa e no oxiclreto de cobre se explicam pelo fato deste metal ser o princípio ativo destes produtos. Da mesma forma, o alto teor de Mn no mancozebe deve-se ao fato deste metal, assim como o Zn, serem parte constituinte do princípio ativo deste produto. O alto teor de Zn na calda viçosa também deve-se à adição de sulfato de zinco no seu preparo (Tabela 2). De forma geral, os menores níveis de metais foram registrados nas caldas sulfocálcica e no tebuconazole (Tabela 10). A presença dos demais metais nas respectivas formulações deve-se à presença destes como impurezas nos sais ou produtos utilizados no seu preparo. Neste aspecto, merece destaque os altos níveis de Cd no sulfato de zinco e sulfato de magnésio e, principalmente, no sulfato de cobre. Estes sais são a base para o preparo da caldas viçosa e, o sulfato de cobre, para a calda bordalesa. Da mesma forma, os altos níveis de Cr na cal (CaOH) contribuem para a sua presença em maiores níveis nas caldas viçosa e bordalesa. Embora no produto final os teores de Pb sejam dez vezes menores nas caldas viçosa e bordalesa em relação ao oxiclreto de cobre, merece atenção a sua presença no sulfato de cobre, no sulfato de zinco, bem como na cal que são utilizados no preparo das duas caldas (Tabelas 2 e 10).

Com base nos resultados da concentração de metais em cada produto (Tabela 10) e na quantidade total pulverizada até a 12ª pulverização (Tabela 2) foi feita uma estimativa da quantidade de cada metal que estaria sendo adicionada, via tratamentos, ao agrossistema. (Tabela 11). Entre os tratamentos testados, constata-se que a calda viçosa é o produto que mais contribui para o aporte da maioria dos metais analisados - cerca de  $101 \text{ mg.ha}^{-1}$  de Cd,  $2,0 \text{ g.ha}^{-1}$  de Cr,  $22592,52 \text{ g.ha}^{-1}$  de Cu,  $70,85 \text{ g.ha}^{-1}$  de Fe,  $15,50 \text{ g.ha}^{-1}$  de Mn,  $1,27 \text{ g.ha}^{-1}$  de Pb,  $72,37 \text{ g.ha}^{-1}$  de Ni e  $1934,01 \text{ g.ha}^{-1}$  de Zn. Outro tratamento que mais contribuiu para o aporte de metais no agrossistema foi a calda bordalesa – cerca de  $1,86 \text{ g.ha}^{-1}$  de Cr,  $22588,08 \text{ g.ha}^{-1}$  de Cu,  $70,33 \text{ g.ha}^{-1}$  de Fe e  $1,11 \text{ g.ha}^{-1}$  de Pb. O fungicida mancozebe foi o terceiro produto em aporte de metais ao sistema –  $0,68 \text{ g.ha}^{-1}$  de cobalto,  $531,65 \text{ g.ha}^{-1}$  de manganês e  $576,84 \text{ g.ha}^{-1}$  de Zn e o oxiclreto de cobre o quarto com elevada adição de Cu ( $11859,13 \text{ g.ha}^{-1}$ ), Fe ( $86,01 \text{ g.ha}^{-1}$ ) e, principalmente, Pb ( $2,75 \text{ g.ha}^{-1}$ ).

Na literatura, não há limites críticos que possam embasar melhor uma discussão sobre as quantidades toleráveis de adição aos agrossistemas de metais pesados via pulverização de agroquímicos ou produtos alternativos para controle de doenças. A única referência diz respeito aos limites de cobre para a agricultura orgânica. De acordo com o anexo VII da IN 46 de 06/10/2011, que aborda sobre substâncias e práticas para manejo, controle de pragas e doenças nos vegetais e tratamentos pós-colheita nos sistemas orgânicos de produção, a quantidade máxima de cobre a ser aplicada permitida é de  $6 \text{ kg/ha/ano}$  (MAPA, 2011). Visto esse valor e a estimativa feita do quanto cada tratamento adicionou de cobre no sistema

durante parte do período de cultivo (até 84 dias após transplante e terceira colheita) neste ensaio, constata-se que os tratamentos com calda bordalesa e calda viçosa e oxiclreto de cobre excederam e muito o valor permitido – cerca de 22 kg.ha<sup>-1</sup> pelas duas caldas e 11 kg.ha<sup>-1</sup> pelo agroquímico. Para não exceder o valor permitido e considerando a dose prescrita, seriam recomendáveis no máximo três pulverizações com as caldas na cultura por ano, ou redução da concentração da calda.

**Tabela 10** Concentração de metais ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) encontrada nos tratamentos com caldas e fungicidas químicos e nos sais utilizados para preparo dos mesmos, com base na análise de insumos.

Tratamentos	Concentração								
	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Ni	Zn
Calda bordalesa	0,63 b	0,48 b	8,60 a	<b>149868,38 b</b>	<b>468,03 b</b>	20,76 b	7,83 b	3,05 c	34,41 c
Calda sulfocálcica	0,13 d	1,01 b	0,80 c	7,61 d	6,98 b	8,08 b	3,33 b	0,95 c	149,67 c
Calda viçosa	0,41 c	0,65 b	8,09 a	<b>92952,47 c</b>	<b>292,78 b</b>	65,12 b	5,19 b	2,32 c	<b>8183,62 b</b>
Mancozebe	1,49 a	26,71 a	2,80 b	969,56 d	6,65 b	<b>20831,88 a</b>	8,33 b	<b>92,60 a</b>	<b>22602,57 a</b>
Oxicloreto de cobre	1,53 a	0,81 b	3,15 b	<b>464684,33 a</b>	<b>3370,26 a</b>	47,61 b	<b>107,83 a</b>	18,23 b	107,98 c
Tebuconazole	0,14 d	0,91 b	ND c	18,16 d	2,27 b	163,29 b	2,66 b	1,15 c	18,63 c
Testemunha	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sais usados no preparo das caldas</b>									
Ácido bórico	0,14	0,85	ND	89,46	ND	0,48	ND	0,60	ND
Cal	0,06	0,48	27,60	55,31	<b>753,08</b>	37,98	7,00	1,53	24,68
Sulfato de cobre	0,94	0,48	2,50	<b>265486, 43</b>	<b>299,58</b>	11,74	8,16	3,80	49,02
Sulfato de magnésio	0,19	0,88	2,18	46,76	ND	1,78	0,33	0,98	6,62
Sulfato de zinco	0,26	1,28	ND	9,26	40,61	948,94	10,33	5,63	<b>151085,62</b>

\* ND = não detectável

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 11** Estimativa da quantidade aplicada de metais (mg/ha e g/ha) via tratamentos alternativos com caldas e tratamentos com fungicidas químicos.

Tratamentos	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Ni	Zn
	<b>mg/ha</b>								
Calda bordalesa	83,54	69,42	1856,22	22588076,74	70329,97	3260,37	1111,01	414,37	5639,76
Calda sulfocálcica	4,15	32,22	25,52	242,77	222,67	257,76	106,23	30,31	4774,63
Calda viçosa	101,57	156,49	2004,58	22592518,73	70848,17	15496,51	1265,28	72368,36	1934005,76
Mancozebe	38,03	681,66	71,46	24743,98	169,71	531646,94	212,59	2363,23	576836,42
Oxicloreto de cobre	39,05	20,67	80,39	11859131,34	86011,84	1215,05	2751,91	465,24	2755,74
Tebuconazole	1,19	7,74	0,00	154,49	19,31	1389,10	22,63	9,78	158,48
	<b>g/ha</b>								
Calda bordalesa	<b>0,08</b>	0,07	<b>1,86</b>	<b>22588,08</b>	<b>70,33</b>	3,26	<b>1,11</b>	0,41	5,64
Calda sulfocálcica	0,00	0,03	0,03	0,24	0,22	0,26	0,11	0,03	4,77
Calda viçosa	<b>0,10</b>	0,16	<b>2,00</b>	<b>22592,52</b>	<b>70,85</b>	<b>15,50</b>	<b>1,27</b>	<b>72,37</b>	<b>1934,01</b>
Mancozebe	0,04	<b>0,68</b>	0,07	24,74	0,17	<b>531,65</b>	0,21	2,36	<b>576,84</b>
Oxicloreto de cobre	0,04	0,02	0,08	<b>11859,13</b>	<b>86,01</b>	1,22	<b>2,75</b>	0,47	2,76
Tebuconazole	0,00	0,01	0,00	0,15	0,02	1,39	0,02	0,01	0,16

Analisando a concentração de metais pesados no solo, foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre os teores de cromo e ferro, e da interação profundidade x tratamento sobre os teores de Cu (Anexo 11).

Os valores médios de Cd no solo foram muito baixos, sendo considerados irrelevantes.

Os níveis de Cr no solo oscilaram entre 1,48 a 1,79 mg.kg<sup>-1</sup> de solo e somente variou em função dos tratamentos na profundidade de 10 a 20 cm. Nesta profundidade, observaram-se níveis mais elevados nas parcelas pulverizadas com mancozebe (2,72 mg.kg<sup>-1</sup>) e mais baixo na testemunha (0,42 mg.kg<sup>-1</sup>) (Tabela 12).

Os teores médios de Cu no solo foram da ordem de 18,00 mg.kg<sup>-1</sup>, independente da profundidade, enquanto nas parcelas testemunha os teores variaram de 16,52 mg.kg<sup>-1</sup> a 13,82 mg.kg<sup>-1</sup> nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm, respectivamente. Com base nesta média da testemunha, observou-se que todos os tratamentos com Cu na formulação contribuíram para enriquecimento do solo com este metal: calda viçosa, calda bordalesa, mancozebe e oxiclreto de cobre. No entanto, nas parcelas pulverizadas com calda viçosa observaram-se maiores teores na profundidade de 10-20 cm (24,71 mg.kg<sup>-1</sup>) que na de 0-10 cm (16,36 mg.kg<sup>-1</sup>), indicando arraste do metal. Na calda bordalesa e no mancozebe, estes teores não variaram entre as duas profundidades tendo oscilado entre 20,22 a 20,29 mg.kg<sup>-1</sup> e de 19,19 a 18,05 mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente, nas profundidades de 0 a 10 cm para 10 a 20 cm. Já nas parcelas pulverizadas com oxiclreto de cobre, observou-se maior concentração do metal na camada mais superficial, 0 a 10 cm (21,70 mg.kg<sup>-1</sup>) que na de 10 a 20 cm (16,39 mg.kg<sup>-1</sup>). Estes teores adicionados ao solo correspondem apenas ao que foi perdido por deriva durante a aplicação, lavado pela chuva e pela queda de folhas senescentes. Acredita-se, portanto, que a maior parte da adição dos metais ao solo ocorreu por ocasião da incorporação dos restos culturais.

De um modo geral, a profundidade de 0-10 cm apresentou maiores concentrações dos metais analisados quando comparada a profundidade de 10-20 cm. Esse resultado corrobora com os encontrados por Santos *et al.* (2002) que avaliaram o acúmulo de metais pesados no solo e em plantas de tomate cultivadas sob diferentes sistemas de preparo do solo no município de Paty do Alferes (RJ). Os autores compararam duas profundidades e, observaram que, em geral, maior concentração de metais pesados na profundidade de 0-10 cm. Segundo esse mesmo autor, dentre os metais pesados analisados no solo, verificou-se maior acúmulo de Cu, Zn, Mn e Pb em todos os sistemas de preparo, em decorrência, provavelmente, de quantidades elevadas desses metais contidas nos agroquímicos utilizados. Enquanto neste ensaio, houve maior acúmulo de Fe, Mn e Cu (Tabela 12) decorrentes, provavelmente, também das altas quantidades desses metais nos produtos utilizados, como as caldas bordalesa e viçosa e no mancozebe (Tabela 10).

Para todos os metais analisados, os teores encontrados no solo estão bem abaixo do limite de referência estabelecido pela CETESB para o Estado de São Paulo. O maior teor de Cr foi de 2,50 mg.Kg<sup>-1</sup> nas parcelas pulverizadas com mancozebe enquanto limite de referência de qualidade para solos quanto à este metal é de 40 mg.Kg<sup>-1</sup> segundo CETESB (2005). Ainda no Estado de São Paulo, Marchiori Júnior (2002) analisou 28 solos sob vegetação nativa ou sob pastagens que não receberam fertilizantes minerais e encontrou teores de Cr total (método USEPA, 1986), variando de 7,2 a 229,0 mg kg<sup>-1</sup>. As médias da concentração de Cr a partir da aplicação dos tratamentos foram baixas, tendo o mancozebe apresentado a maior média.

Para o Cu, o limite de referência de qualidade definido pela CETESB (2005) foi de 35 mg.Kg<sup>-1</sup>, enquanto a maior média neste ensaio foi decorrente da aplicação de calda viçosa (20,54 mg.Kg<sup>-1</sup>). Em solos do Estado de São Paulo, Marchiori Júnior (2002) encontrou

valores de Cu total (USEPA, 1986) variando entre 1,7 (Neossolo Quartzarênico óxico) a 68,9 mg kg<sup>-1</sup> (Argissolo Vermelho Amarelo distrófico).

Quanto aos teores de Mn, os valores encontrados podem ser considerados intermediários, tendo o fungicida tebuconazole apresentado a maior média (135,95 mg kg<sup>-1</sup>). Catani & Gallo (1951), em solos do Estado de São Paulo, encontraram concentrações de Mn total de 500 a 2000 mg kg<sup>-1</sup> em solos derivados do arenito de Bauru e de Terra Roxa Estruturada, respectivamente. Em solos do Estado do Paraná esta variação foi de 50 a 440 mg kg<sup>-1</sup> em latossolo oriundos de arenito e em latossolo derivados de basalto, respectivamente (BORKERT, 1991). No Estado de Pernambuco, a variação foi de 10 a 90 mg kg<sup>-1</sup> (DANTAS, 1971) e no Estado da Bahia, de 60 a 4000 mg kg<sup>-1</sup> (SANTANA & IGUE, 1972).

O Fe e Mn não possuem valores de referência de qualidade para solos.

Para o Ni, a concentração encontrada também foi relativamente baixa em relação às encontradas na literatura. Os maiores teores neste ensaio, encontrados nas parcelas pulverizadas com calda sulfocálcica e mancozebe, foram de 1,50 mg kg<sup>-1</sup>, bem abaixo da média registrada por Adriano (1986) para solos de todo o mundo - 20-40 mg kg<sup>-1</sup>. Em solos do Estado de São Paulo, Rovers *et al.* (1983) encontraram para Ni total, média de 40 mg kg<sup>-1</sup>. Segundo a CETESB (2005), o valor de referência de qualidade para solos quanto à este metal é de 13 mg.kg<sup>-1</sup>.

Quanto ao Pb, os valores encontrados estão abaixo dos encontrados em outros trabalhos. Não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto à adição desse metal. Os maiores valores encontrados, porém, foram nas parcelas pulverizadas com calda sulfocálcica e mancozebe, 7,81 mg.Kg<sup>-1</sup>, considerando as duas profundidades do solo analisadas. De acordo com Bellinger & Schwarts (1997), os teores de Pb no solo normalmente encontram-se abaixo de 30 mg kg<sup>-1</sup> nas áreas rurais. Marques (2002) avaliou o teor de Pb em 45 solos brasileiros sob condições de cerrado, encontrando como valor médio 10±5 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto Campos *et al.* (2003), ao estudarem latossolos brasileiros, encontraram um valor médio de 22 mg Pb kg<sup>-1</sup> solo. De modo geral, para solos brasileiros, os diferentes autores têm encontrado valores na faixa 10-20 mg Pb kg<sup>-1</sup>. O valor de referência de qualidade para solos segundo, CETESB (2005), em relação a esse metal é de 17 mg kg<sup>-1</sup>.

No entanto, deve-se considerar que as amostras de solo foram coletadas antes da incorporação dos restos culturais e, que boa parte dos resíduos seriam adicionados ao solo por ocasião da incorporação destes. No presente caso, o aporte de metais contabilizado refere-se apenas ao perdido na deriva por ocasião das pulverizações, escorrimento das folhas, lavagem pela chuva e queda de folhas senescentes.

**Tabela 12** Concentração de Cromo, Cobre, Ferro, Manganês, Níquel e Chumbo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ), decorrente da aplicação dos tratamentos, em duas profundidades do solo (0-10 cm e 10-20 cm).

Tratamentos	Concentração		
	Cr		
	0-10 (cm)	10-20 (cm)	Média
Mancozebe	2,28 A a	2,72 A a	2,50 a
Oxicloreto de cobre	2,57 A a	1,72 A ab	2,14 ab
Calda bordalesa	1,71 A a	2,28 A ab	2,00 ab
Tebuconazole	1,82 A a	1,13 A ab	1,47 ab
Calda sulfocálcica	1,32 A a	1,37 A ab	1,34 ab
Caldaviçosa	1,34 A a	0,75 A ab	1,05 b
Testemunha	1,52 A a	0,42 A b	0,97 b
Média	1,79 A	1,48 A	
	Cu		
CaldaViçosa	16,36 B a	24,71 A a	20,54 a
Calda Bordalesa	20,22 A a	20,29 A ab	20,25 a
Calda Sulfocálcica	16,79 A a	17,95 A ab	17,37 a
Tebuconazole	16,62 A a	15,69 A b	16,15 a
Testemunha	16,52 A a	13,82 A b	15,17 a
Oxicloreto de Cobre	21,70 A a	16,39 B b	19,04 a
Mancozebe	19,19 A a	18,05 A ab	18,62 a
Média	18,20 A	18,13 A	
	Fe		
Calda Sulfocálcica	5087,33 A a	4569,56 A a	4828,44 a
Calda Bordalesa	4743,45 A a	4614,51 A a	4678,98 a
Mancozebe	4499,26 A a	4854,78 A a	4677,02 a
CaldaViçosa	4058,56 A a	4854,71 A a	4456,63 a
Tebuconazole	4211,80 A a	3499,16 A a	3855, 48 a
Testemunha	4122,76 A a	3557,81 A a	3840,28 a
Oxicloreto de Cobre	3713,15 A a	3478,17 A a	3595,66 a
Média	4348,04 A	4204,10 A	
	Mn		
Tebuconazole	137,12 A a	134,78 A a	135,95 a
Oxicloreto de Cobre	132,15 A a	115,30 A a	123,72 a
Mancozebe	131,35 A a	112,52 A a	121,93 a
Calda Sulfocálcica	117,200 A a	122,26 A a	119,73 a
CaldaViçosa	104,33 A a	108,80 A a	106,56 a
Calda Bordalesa	106,61 A a	104,27 A a	105,44 a
Testemunha	98,73 A a	98,66 A a	98,70 a
Média	118,21 A	113,80 A	
	Ni		
Calda Sulfocálcica	1,49 A a	1,50 A a	1,50 a
Mancozebe	1,38 A a	1,63 A a	1,50 a

<i>...continuação</i>			
Calda Bordalesa	1,43 A a	1,28 A a	1,35 a
Calda Viçosa	1,19 A a	1,21 A a	1,20 a
Tebuconazole	1,15 A a	1,15 A a	1,15 a
Testemunha	1,00 A a	1,05 A a	1,03 a
Oxicloreto de Cobre	1,14 A a	0,88 A a	1,01 a
Média	1,25 A	1,24 A	
<b>Pb</b>			
Calda Sulfocálcica	6,50 A a	9,12 A a	7,81 a
Mancozebe	8,50 A a	7,12 A a	7,81 a
Calda Bordalesa	7,00 A a	7,37 A a	7,18 a
Calda Viçosa	5,75 A a	6,50 A a	6,12 a
Oxicloreto de Cobre	6,75 A a	5,25 A a	6,00 a
Tebuconazole	6,62 A a	5,05 A a	5,84 a
Testemunha	5,25 A a	5,25 A a	5,25 a
Média	6,62 A	6,52 A	

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em relação à concentração de metais na planta, folhas e frutos, observou-se efeito significativo de tratamento sobre os teores de Cd, Cu, Fe, Mn e Ni nas folhas e nos frutos, neste. Também se observou efeito significativo cultivar sobre os teores de Fe nas folhas (Anexo 12 e 13).

Considerando-se o conjunto de dados, os teores mínimos e máximos nas folhas ( $\text{mg kg}^{-1}$  matéria seca) referente às médias dos tratamentos, observados foram de: 0,63 a 2,25 para o Cd; 163,77 a 1805,42 para o Cu; 231,40 a 411,67 para o Fe; 142,23 a 463,18 para o Mn e 1,55 a 2,07 para o Ni (Tabela 13). Os teores totais nas folhas para Cd, Mn, Ni estão abaixo dos limites críticos (LC) definidos por Alloway (1997) a partir de compilação de Kabata-Pendias & Pendias (1992). No caso dos metais citados, esses limites seriam, em  $\text{mg.kg}^{-1}$  de matéria seca, de: 5 a 30 para o Cd, 300 a 500 para o Mn e 10 a 100 para o Ni. No entanto, para o Cu, os valores encontrados ultrapassam os limites críticos considerados que é de 20 a 100  $\text{mg.kg}^{-1}$  de matéria seca (ALLOWAY, 1997). No presente trabalho todos os tratamentos apresentaram teores de Cu superior a este limite, inclusive a testemunha (167,26  $\text{mg.kg}^{-1}$ ). Os níveis de Cu nas folhas nos tratamentos com oxicloreto de cobre (1539,08  $\text{mg.kg}^{-1}$ ), calda viçosa (1462,62  $\text{mg.kg}^{-1}$ ) e calda bordalesa (1805,42  $\text{mg.kg}^{-1}$ ) foram muito superiores aos níveis limites citados pelo autor, podendo a lavagem, a qual as folhas foram submetidas, não ter sido suficiente para remoção dos resíduos, sendo provável que parte do metal tenha sido retido na superfície das folhas, uma vez que estes níveis registrados poderiam ser fitotóxicos. Segundo Ross (1994), concentrações de Cu nas plantas superiores a 15  $\text{mg.kg}^{-1}$  são consideradas fitotóxicas, porém, não foram observadas alterações nas plantas que pudessem indicar indícios de fitotoxicidade.

Independente dos limites destes metais citados pela literatura observou-se neste ensaio efeito significativo dos tratamentos sobre as concentrações de Cd, Cu, Fe e Mn na massa seca das folhas. As caldas bordalesa e viçosa foram os tratamentos que resultaram em maiores concentrações de Cd na massa seca das folhas (2,13  $\text{mg.kg}^{-1}$  e 2,25  $\text{mg.kg}^{-1}$ , respectivamente) tendo se diferenciado da testemunha (0,63  $\text{mg.kg}^{-1}$ ). Novamente, as caldas viçosa e bordalesa, além do oxicloreto de cobre, foram também os tratamentos que resultaram em maiores

concentrações de cobre na massa seca das folhas (1462,62 mg.kg<sup>-1</sup>, 1805,42mg. kg<sup>-1</sup> e 1539,08 mg.kg<sup>-1</sup>), tendo se diferenciado estatisticamente de todos os demais tratamentos (Tabela 13). E, finalmente, para Mn registraram-se os maiores níveis e estatisticamente superior a todos os demais tratamentos nas parcelas pulverizadas com mancozebe (463,18mg.kg<sup>-1</sup>). Este valor está muito próximo do limite apontado por Alloway (1997) para este metal, 300 a 500 mg kg<sup>-1</sup> de matéria seca (Tabela 13). Os teores de Fe são difíceis de serem analisados devido à sua já natural abundância no solo. Para os níveis de Ni nas folhas, não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

Houve efeito de cultivar apenas sobre teores de Fe nas folhas, tendo a cultivar Dominador apresentado uma média de 342,36 mg.Kg<sup>-1</sup> para este metal, enquanto o Serato apresentou média de 255,43<sup>-1</sup>. (Tabela 14).

Com relação a estes resultados de análise nas folhas, deve-se mencionar que estes teores referem-se em grande parte ao metal absorvido uma vez que as folhas foram cuidadosamente lavadas antes das análises, porém, mesmo assim, resíduos podem ter sido retidos nas reentrâncias dos tecidos foliares.

Quanto aos teores de metais nos frutos, observou-se efeito apenas de tratamento sobre todos os metais analisados. Os teores de Cd foram significativamente maiores na massa fresca dos frutos das parcelas pulverizadas com calda viçosa (0,044 mg.kg<sup>-1</sup>), calda bordalesa (0,038 mg.kg<sup>-1</sup>) e oxiclreto de cobre (0,035 mg kg<sup>-1</sup>). Estes valores estão abaixo do limite máximo permitido para o Cd em frutos que é de 0,05 mg.kg<sup>-1</sup> pelo Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos (ANVISA,2013). No entanto, estes teores merecem atenção visto estarem muito próximo ao limite estabelecido pela ANVISA, especialmente nos tratamentos com calda viçosa.

Para o metal cobre, os maiores teores, e significativamente diferentes da testemunha, foram encontrados nos frutos que receberam tratamento com oxiclreto de cobre (3,179 mg.kg<sup>-1</sup>), seguido dos tratamentos com as caldas viçosa (2,034 mg.kg<sup>-1</sup>) e bordalesa (2,006 mg.kg<sup>-1</sup>). No entanto, estes valores estão abaixo do limite máximo permitido pelo Regulamento Técnico MERCOSUL, definido em 10,0 mg.kg<sup>-1</sup> de massa fresca do fruto (ANVISA 2013).

Para os demais elementos, Fe, Mn e Ni, não há na legislação brasileira limites críticos para hortaliças com vistas ao consumo humano.

Araújo (2012), ao analisar comparativamente a composição físico-química e resíduos de agrotóxicos em alfaces, pimentões e tomates cultivados em sistemas orgânicos e convencionais, encontrou para tomate (orgânico e convencional) teores considerados pela autora como elevados de Mn por 100 g de alimento sólido (1,747 e 1,241mg.100<sup>-1</sup>), Fe (3,778 e 3,789mg.100<sup>-1</sup> de tomate), Cu (0,541 e 0,609mg.100<sup>-1</sup>) e Cr (0,039e 0,038mg.100<sup>-1</sup>).

Suárez, Rodríguez & Romero (2007) encontraram valores inferiores em Fe (1,86mg/Kg), Cu (0,38mg/Kg) e Mn (0,64mg/Kg) em tomate Dorothy convencional quando comparados com os hidropônicos.

**Tabela 13** Efeito de tratamento sobre a concentração de Cádmio, Cobre, Ferro, Manganês e Níquel ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ), encontrada na folha ( $\text{mg.kgMS}^{-1}$ ) e no fruto do tomateiro ( $\text{mg.kgMF}^{-1}$ ).

Tratamentos	Concentração	
	Cd	
	Folha $\text{mg.Kg}^{-1}$ massa seca	Fruto $\text{mg.Kg}^{-1}$ massa fresca
Calda viçosa	2,25 a	0,044 a
Calda bordalesa	2,13 a	0,038 a
Oxicloreto de cobre	1,22 ab	0,035 a
Mancozebe	0,75 b	0,012 b
Tebuconazole	0,81 b	0,007 b
Testemunha	0,63 b	0,006 b
Calda sulfocálcica	0,65 b	0,000 b
	Cu	
Oxicloreto de cobre	1539,08 a	3,179 a
Calda viçosa	1462,62 a	2,034 ab
Calda bordalesa	1805,42 a	2,006 ab
Mancozebe	240,15 b	1,533 bc
Calda sulfocálcica	194,20 b	1,269 bc
Tebuconazole	163,77 b	1,082 bc
Testemunha	167,26 b	0,715 c
	Fe	
Calda viçosa	274,23 ab	17,90 a
Tebuconazole	308,69 ab	16,44 a
Oxicloreto de cobre	273,19 ab	13,75 a
Testemunha	411,67 a	8,34 a
Calda sulfocálcica	374,75 ab	7,28 a
Mancozebe	231,40 b	5,51 a
Calda bordalesa	254,06 b	4,57 a
	Mn	
Mancozebe	463,18 a	2,042 a
Oxicloreto de cobre	142,23 b	1,857 ab
Calda bordalesa	196,73 b	1,471 abc
Tebuconazole	221,33 b	1,398 abc
Calda sulfocálcica	175,81 b	1,299 bc
Calda viçosa	177,51 b	1,264 bc
Testemunha	208,00 b	1,128 c
	Ni	
Tebuconazole	1,93 a	0,184 a
Oxicloreto de cobre	1,80 a	0,136 ab
Calda viçosa	1,97 a	0,105 ab
Calda bordalesa	1,55 a	0,101ab
Calda sulfocálcica	1,78 a	0,089 ab
Mancozebe	1,81 a	0,075 ab
Testemunha	2,07 a	0,057 b

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 14** Efeito de cultivar sobre a concentração de Cádmiu, Cobre, Ferro, Manganês e Níquel ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ), encontrada na folha ( $\text{mg.kgMS}^{-1}$ ) e no fruto do tomateiro ( $\text{mg.kgMF}^{-1}$ ).

Cultivares	Folha ( $\text{mg.Kg}^{-1}$ massa seca)				
	Cd	Cu	Fe	Mn	Ni
Dominador	1,25 A	822,44 A	342,36 A	205,53 A	1,88 A
Serato	1,23 A	710,49 A	255,43 B	232,37 A	1,75 A
	Fruto ( $\text{mg.Kg}^{-1}$ massa fresca)				
Dominador	0,21 A	1,57 A	10,41 A	1,43 A	0,09 A
Serato	0,21 A	1,80 A	10,67A	1,55 A	0,13 A

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 5 CONCLUSÕES

A cultivar Serato comporta-se como suscetível à mancha-de-estenfílio do tomateiro.

Dentre os fungicidas, o mancozebe é o que apresenta maior eficiência no controle da mancha-de-estenfílio do tomateiro.

Dentre os produtos alternativos, as caldas bordalesa e viçosa destacam-se como as mais eficientes para controle da doença.

Os produtos testados, tanto químicos quanto alternativos, não influenciam na produtividade da cultura, tampouco na massa seca e fresca das plantas.

As caldas bordalesa e viçosa foram os produtos que mais contribuíram para a incorporação de metais ao agrossistema seguido do mancozebe e do oxicloreto de cobre.

A concentração de metais nos frutos esteve abaixo do limite máximo permitido pelo Regulamento Técnico MERCOSUL. No entanto, merece atenção tendo em vista o fato dos valores de Cd encontrados nos frutos estarem muito próximo do limite permitido, especialmente nos tratamentos com calda viçosa, oxicloreto de cobre e calda bordalesa.

Tendo como base a legislação para a agricultura orgânica, que limita a aplicação de no máximo 6 kg/ha/ano de cobre, e os resultados deste ensaio, pode-se afirmar que poderiam ser feitas no máximo 3 a 4 aplicações no tomateiro por ano de calda bordalesa, sob pena de extrapolar o limite permitido.

Todos os produtos testados, exceto o tebuconazole apresentam, além do metal preconizado como ingrediente do princípio ativo, outros metais na fração impurezas, sendo importante o conhecimento da procedência dos mesmos, principalmente, dos sais que são utilizados no preparo dos produtos ditos alternativos, como é o caso das caldas.

Há fortes evidências de que o uso contínuo de fungicidas, mesmo os alternativos como as caldas, contribuem para o acúmulo de metais pesados no agrossistema. Dessa forma, novos estudos abordando este tema devem ser feitos, considerando que este é um trabalho pioneiro sobre efeito residual proveniente da aplicação de fungicidas na cultura do tomateiro.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J.H. Práticas Alternativas de Controle de Pragas e Doenças na Agricultura. Campinas, São Paulo. Editora EMOPI, 1998.
- ABREU, CLM. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com óleos essenciais. Tese (Doutorado em Agronomia – Horticultura) – Departamento de Produção Vegetal, UNESP - Faculdade Ciências Agrônômicas, Botucatu. 71f. 2006.
- ADETUMBI, M.A.; LAU, B.H.S. *Allium sativum* (garlic) - a natural antibiotic. Medical hypotheses, v.12, p. 227-237, 1983.
- ADRIANO, D.C. Trace elements in the terrestrial environment. New York, Springer-Verlag, 147p. 1986.
- AGRIOS, G.N. Plant Pathology 5<sup>a</sup> ed. Elsevier Academic Press, 2005.
- ALLOWAY, B.J. Heavy Metals in Soils. New York: John Wiley & Sons, 1990. 339p.
- ALLOWAY, B. J. Heavy metals in soils. 2.ed. London: Blackie Academic & Professional. 368p. 1997.
- ALMEIDA, T.F.; CAMARGO, M.; PANIZZI, R.C. Efeito de extratos de plantas medicinais no controle de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da flor preta do morangueiro. Summa Phytopathologica, v.35, n.3, p.196-201, 2009.
- ALVARENGA, M.A.R.; TEIXEIRA, A.S.; CHALFUN, N.N.J. Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia - Lavras: editora UFPA, 2004.
- AMARAL SOBRINHO, N.M.B., COSTA, L.M., OLIVEIRA, C. de, VELLOSO, A.C.X. Metais pesados em alguns fertilizantes e corretivos. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, **16**(2):271-276, 1992.
- AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Interação dos metais pesados de resíduos siderúrgicos com um solo podzólico vermelho-amarelo. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1993.
- ANDRUS, C.F. Tomato Defoliation Diseases. U.S. Dept. Agr.Pl. Dis. Repr. 24:475-476. 1940.
- ANDRUS, C.F. Geographical Extension of *Stemphylium solani* of Tomatoes. U.S. Dept. Agr.Pl. Dis. Repr. 25:445-446. 1941.
- ANONYMOUS. Concise Encyclopedia of Plant Pathology. P. Vidyasekaran. Haworth Press, 2004.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. 2013.

AQUINO, L.A.; BERGER, P.G.; RODRIGUES.F.A.; ZAMBOLIM, L.; OGOSHI.F.; MIRANDA, L.M.; LÉLIS.M.M. Controle alternativo da mancha de Ramularia do algodoeiro. *Summa Phytopathologica*, v.34, n.2, p.131-136, 2008.

ARAÚJO, D. F. S. Concentrações de minerais e contaminantes físico-químicos (metais pesados e resíduos de agrotóxicos) em hortaliças convencionais e orgânicas. UFPE, Recife. 107 p. Dissertação. 2012.

ARBO, M. D. *et al.* Efeito tóxico dos praguicidas maneb e paraquat sobre a atividade da enzima antioxidante catalase em ratos. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, Porto Alegre, v. 27, n. 1, p. 57-61, 2006.

AGARWALA, S.C.; BISCHT, S.S.; SHARMA, C.P. Relative effectiveness of certain heavy metal in producing toxicity and symptoms of deficiency in barley. *Canadian journal of botany*, v.55, n.10, p.1299-1307, 1977.

ARUNAKUMARA, K.T. Studies on *Alternaria solani* (Ellis and Martin) Jones and Grout causing early blight of tomato. Master of science (Agriculture). University of Agricultural Sciences, Dharwad. 70p. 2006.

AVELING, T. A. S.; SNYMAN, H.G. Infection studies of *Stemphylium vesicarium* on onion leaves. *Mycological Res*, v. 97, p. 984-988, 1993.

AZEVEDO, L.A.S. Fungicidas protetores. Syngenta, São Paulo. 320p. 2003.

BAERLOCHER, K., SOLIOZ, M. Disorders of Copper, Zinc and Iron Metabolism. *Physician's Guide to the Laboratory Diagnosis of Metabolic Diseases*, pp 631- 658. 2003.

BARCELÓ, J; VASQUES, M; POSCHENRIEDER, C. Structural and ultrastructural disorders in cadmium treated bush bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). *New Phytologist*, v.108, p.37-49, 1988.

BARCELÓ, J.; POSCHENRIEDER, C. Respuestas de las plantas a la contaminación por metales pesados. *Suelo y Planta*, v.2, p.345-361, 1992.

BASALLOTE-UREBA, M.J.; PRADOS, A. M.; PEREZ de ALGABA, A.; MELERO-VARA, J. M. First report in Spain of two leaf spots of garlic caused by *Stemphylium vesicarium*. *Plant Disease* v.77, p.952. 1993.

BASALLOTTE-UREBA, M.J.; PRADOS-LIGERO, A.M.; MELERO-VARA, J.M. Aetiology of leaf spot of garlic and onion caused by *Stemphylium vesicarium*. *Plant Pathol.*v.48, p.139-145, 1999.

BEHARE, J.; LATERROT, H.; SARFATTI, M.; ZAMIR, D. Restriction fragment length polymorphism mapping of the *Stemphylium* resistance gene in tomato. *Molecular Plant-Microbe Interactions*.v.4, n.5, p. 489-492, 1991.

BELLINGER, D. & SCHWARTZ, J. Effects of lead in children and adults. In: Steeland, K. & Schwartz, J. (eds). *Topics in environmental epidemiology*. New York, Oxford University Press, 1997. p. 314-349.

BERGMANN, W. Nutrition disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis. *Plant Soil*, 66 (3): 229-316, 1992.

BLANCARD, D. & LATERROT, H. Les Stemphyliia rencontrés sur le tomate. *Phytopathologia Mediterranea*, 25: 140-144, 1986.

BOFF, P.; ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO DO VALE, F. X. Escalas para avaliação de severidade de mancha-de-estenfílo (*Stemphylium solani*) e da pinta-preta (*Alternaria solani*) em tomateiro. *Fitopatologia brasileira* v.16, p.280-283, 1991.

BOITEUX, L.S.; HENZ, G.P.; GIORDANO, L.B. *Solanum lycocarpum*: a natural host of *Stemphylium solani*. *Plant Disease*, Saint Paul, v.77, n.8, p.846, 1993.

BORGES, O.L.; STANFORD, E.H.; WEBSTER, R.K. The hostpathogen interaction of alfalfa and *Stemphylium botryosum*. *Phytopathology*, v.66, p.749-753, 1976.

BORKERT, C.M. Manganês. In: Micronutrientes na Agricultura. FERREIRA, M.E. & CRUZ, M.C.P. (eds.). Piracicaba, Potafos-CNPq, 1991. 134p.

CAMPOS, M.L., PIERANGELI, M.A.P., GUILHERME, L.R.G., CURI, N. Baseline concentration of heavy metals in Brazilian latosols. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 34:547-557, 2003.

CARDOSO, L. M. N; CHASIN, A. A. M. “Ecotoxicologia do cádmio e seus compostos”. *Cadernos de Referência Ambiental*, v.6, p. 121. Salvador, 2001.

CATANI, R.A. & GALLO, J.R. A extração do manganês e suas formas de ocorrência em alguns solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, 11:255-266, 1951.

CELOTO, M.I.B. Fisiologia e manejo de *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei, causador da mancha alvo na cultura da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). Tese de doutorado, Ilha Solteira: UNESP, 132p, 2009.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Decisão da Diretoria Nº 195/2005, de 23/11/2005. 2005. São Paulo: CETESB. [http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/tabela\\_valores\\_2005.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf). 6 Abr. 2005.

CHAVES, G. M. & COUTO, F. A. A. Ensaios comparativos sobre a eficiência de fungicidas orgânicos e à base de cobre no controle da mela (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) e da septoriose (*Septoria lycopersici* Speg.) do tomateiro. *Revista Ceres*, 10 (58): 303-16, 1958.

CONNOLLY, E. L. & GUERINOT, M. L. Iron stress in plants. *Genome Biology* 1024.1–1024.4. 2002.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA, n.420, 28 de dezembro de 2009. Brasília, 16 p. 2009.

COWLING, W.A.; GILCHRIST, D.G. Expression of pathogen virulence and host resistance during infection of alfalfa with *Stemphylium botryosum*. *Phytopathology*.v.72, p.36-42. 1982.

- COWLING, W.A.; GILCHRIST, D.G.; GRAHAM, J.H. Biotypes of *Stemphylium botryosum* on alfalfa in North America. *Phytopathology*, v.72, p.679-684, 1982.
- CROOKE, W. M. Effect of heavy metal toxicity on the cat ion exchange capacity on plant roots. *Soil Science*, Baltimore, v.86, p.231-241, 1958.
- CROOKE, W. M.; INKSON, R.H.E. Relation between nickel toxicity and major nutrient supply. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.49, p.395, 1978.
- CRUZ FILHO, L. da; PINTO, C. M. F.; PÁDUA, J. G. de. Efeito de fungicidas no controle de *Stemphylium solani* em tomateiro. *Fitopatologia Brasileira*, 8 (3): 566, (Res. 49). 1983.
- CUNHA, F. G.; MACHADO, G. J. Estudos de geoquímica ambiental e o impacto na saúde pública no município de São Gonçalo do Piauí, estado do Piauí. Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica “PGAGEM”. CPRM – Serviço Geológico Do Brasil. 37 p. 2004.
- DANTAS, H.S. Manganês e cations permutáveis na unidade Utinga. *Pesq. agropec. bras.*, série agron., 6:27-30, 1971.
- DATZ, C. Iron homeostasis in the metabolic syndrome. *Eur J Clin Invest*, 43(2), pp.215-224. 2013.
- DELGADO, I. F.; PAUMGARTTEN, F. J. R. Intoxicações e uso de pesticidas por agricultores do município de Paty do Alferes, Rio de Janeiro, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p.180-186, 2004.
- DELLA ROSA, Henrique V.; SIQUEIRA, Maria E. P. B.; COLACIOPPO, Sergio. Monitorização Ambiental e Biológica. In: OGA, Seizi. *Fundamentos de Toxicologia*. 2.Ed. São Paulo: Atheneu, p.145-161. 2003.
- DESLANDES, J.A. Fatos sobre doenças do tomateiro. Min. da Agr. Serviço de Documentação S.D.A. 253:11-18. 1943.
- DIENER, U. L. A method for inducing abundant sporulation of *Stemphylium solani* in purê culture. *Phytopathology*, v. 42, n. 1, p. 7, 1952.
- DIENER,U.L. Sportulation in pure culture by *Stemphylium solani*. *Phytopathology*, 45:141-145. 1955.
- DILL, A. M. *Extratos vegetais no controle da pinta preta (Alternaria solani) em tomateiro*. 2009. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- DINIZ, L. P.; MAFFIA, L. A.; DHINGRA, O. D.; CASALI, V. W. D.; SANTOS, R. H. S.; MIZUBUTI, E. S. G. Avaliação de produtos alternativos para controle da requeima do tomateiro. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, DF, v. 31, n. 2, p. 171-179, 2006.

- DOMINGUES, R.J.; DE SOUZA, J.D.F.; TOFOLI, J. G.; MATHEUS, D. R. Ação “in vitro” de extratos vegetais sobre *Colletotrichum acutatum*, *Alternaria solani* e *Sclerotium rolfsii*. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.76, n.4, p.643-649, 2009.
- DOMINGUES, D. P. Etiologia e controle da mancha-de-estenfílio do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) no Estado do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. Dissertação. 98p. 2012.
- DONOVAN, A., ROY, C. N. e ANDREWS, N. C. The ins and outs of iron homeostasis. *Physiology*, 21, pp. 115-123. 2006.
- ELINDER, C. G.; FRIBERG, I. Cobalt. In: Handbook on the toxicology of metals 2.ed. Amsterdam: Elsevier, cap.9, p.68-78. [VII: specific metals] 1986.
- ELLIS, M.B. Dematiaceos Hyptomycetes. Editora CAB, England. p. 607-608, 1971.
- ELLIS, M.B.; GIBSON, I.A.S. *Stemphylium lycopersici*. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. Commonwealth Mycological Institute, Ferry Lane, n. 472, 2p. 1975.
- ERSKINE, W.; SARKER, A. Lentil: the Bangladesh breakthrough. ICARDA Caravan, v.6, p.8-10. 1997.
- ESPINOZA, W. Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco. Brasília: IICA, Escritório no Brasil. 301p. 1991.
- FAO (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em 2013.
- FERREIRA, G.S. Efeito da calda Viçosa na nutrição do feijoeiro e no controle da mancha-angular. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1998.
- FERREIRA, D. F. Sistemas de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR. 145 p, 2000.
- FERNANDES, M.C.A.; LEITE, E.C.B.; MOREIRA, V.E. Defensivos Alternativos. Programa Rio Rural, Niterói. Manual Técnico 1. 2008.
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças– Viçosa, UFV, 2000.
- FILGUEIRA, F.A.R. Solanáceas: Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 333p. 2003.
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª edição Viçosa: UFV. 412 p. 2005.
- FONTES P.C.R.; SILVA, D.J.H. da Cultura do tomate. In: Olericultura teoria e prática. 1ª ed. Viçosa, MG, cap. 29, p. 457-475, 2005.
- FORCELINI, C.A. Fungidas inibidores da síntese de esteróis. I. Triazoles. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v.2, p.335-355, 1994.

- FOY, C.D.; CHANEY, R.L.; WHITE, M.C. The physiology of metal toxicity in plants. *Annual Review of Plant Physiology*, v.29, p.511-566, 1978.
- GEORGE B., KAUR C., KHURDIYA D.S., KAPOOR H.C. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 84: 45-51. 2004.
- GERMANO, R.M.A. e CANNIATTI - BRAZACA, S.G. Importance of iron in human nutrition, *Rev Soc Bras Alim*, 24, pp. 85-104. 2002.
- GIORDANO, L.B; ARAGÃO, F.A.S; BOITEUX, L.S. Melhoramento genético do tomateiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.24, n. 219, p.43-57, 2003.
- GONÇALVES, M.M.; GOMES, C.B.; MEDEIROS, C.A.B. Efeito de diferentes caldas e biofertilizantes no controle de requeima (*Phytophthora infestans*) em batata (*Solanum tuberosum*) sob cultivo orgânico. *Rev. Bras. Agroecologia*, v.2, n.1. 2007.
- GRANICK, S. Biosynthesis of chlorophyll and related pigments. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.2, p.115- 144, 1951.
- GROTTO, H. Z. W. Iron metabolism: an overview on the main mechanisms involved in its homeostasis. *Rev Bras Hematol Hemoter*, 30(5), pp. 390-397. 2008.
- GUPTA, U. C.; GUPTA, S. C. Trace element toxicity relationships to crop production and human health: implications for management. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v.29, n.11 e 14, p.1491-1522, 1998.
- HANNON, C.I.; WEBER, G.F.A leaf spot of tomato caused by *Stemphylium.floridanum* sp. *Phytopathology*, v. 45, p.11-16, 1955.
- HARRISON, A.L. *Plant Pathology and Physiology Rep. Tex. Agric. Exp. Sta.*, 1941:64-73 (Resumo em RAM, 22:54). 1941.
- HEWITT, E.J. Metal interrelationships in plant nutrition. I Effects of some metal toxicities on sugar beet, tomato, oat, potato and arrow stem kale grow in sand culture. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.4, p.59-64, 1953.
- HORTÊNSIO, A.P.B. Doença de Wilson e Gravidez. Relato de caso. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 23(5), pp 329-332. 2001.
- IBGE (2012). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa>>. Acesso em 2013.
- IBGE. Sistema Brasileiro de Geografia e Estatística – SIDRA Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo>. Acesso: 2014.
- JONES, J.P. Gray leaf spot. In: JONES, J.B.; JONES, J.P.; STALL, R.E.; ZITTER, T.A. *Compendium of Tomato Diseases*. Saint Paul: APS, p.15-16. 1991.
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. *Trace elements in soils and plants*. Flórida: CRC Press. 365p. 1992.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. 3.ed. São Paulo: Agronomia Ceres, v.1, p.761-785, 1995.

KIRK, M.; CANNON, P.F.; MINTE, D.W.; STALPERS, J.A. Dictionary of the Fungi, Netherlands: CSIRO Publishing, 10. ed., 2008, 784p. Disponível em: CABI databases <<http://www.indexfungorum.org>>. Acesso: março de 2011.

KOWATA-DRESCH, L. S. Estudos epidemiológicos e respostas fisiológicas à infecção da mancha-de-estenfílio em genótipos de tomateiro. Seropédica: UFRRJ (Tese, Doutorado em Agronomia, Fitotecnia). 201 p. 2014.

KRANZ, J. Diseases in tropical crops. In: KRANZ, J.; SCHMUTTERER, H.; KOCH, W. Diseases, pest and weeds in tropical crops. Hamburg, John Wiley & Sons. 666p. 1977.

KUROSAWA, C.; MUSSI, L. Avaliação de resistência em cultivares e híbridos de tomateiro à mancha de estenfílio. Summa Phytopathologica, v.21, p.199-201, 1995.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. Doenças do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J. A. M. Manual de fitopatologia vol II: Doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 705 p. 1997.

LANDEIRO, R. A Mancha Ferruginosa do Tomateiro. Boletim Fitossanitário, 7:1-2 (Resumo em RAM, 38:102). 1957.

LANDEIRO, R. Resultados preliminares do emprego de quatro fungicidas em tomateiro. In: REUNIÃO DE FITOSSANITARISTAS DO BRASIL. 4. Rio de Janeiro, 1958. Anais . Rio de Janeiro. p. 127-32. 1957.

LEMES, V. R. *et al.* Avaliação de resíduos de ditiocarbamatos e etilenoureia (ETU) em mamão e sua aplicação na saúde pública. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 64, n. 1, p. 50-57, 2005.

LIMA, R. S. *et al.* Biossensor enzimático para detecção de fungicidas ditiocarbamatos: estudo cinético da enzima aldeído desidrogenase e otimização do biossensor. *Química Nova*, São Luís, v. 30, n. 1, p. 9-17, 2007.

LLORENTE, I.; MONTESINOS, E. Effect of relative humidity and interrupted wetness period of brown spot severity of pear caused by *Stemphylium vesicarium*. *Phytopathology*, v. 92, p.99–104, 2002.

LOPES, A.S. Solos sob "cerrado". Piracicaba, POTAFOS. 162p. 1983.

LOPES, C.A.; REIS, A.; BOITEUX, L.S. Doenças fúngicas. In: LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C. Doenças do tomateiro. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, p.19-51, 2005.

MACÊDO, L. S.; MORRIL, W. B. B. Origem e Comportamento dos Metais Fitotóxicos: Revisão da Literatura. *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, João Pessoa, v.2., n.2, p.29-38, jun. 2008.

- MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. Revista de Nutrição, Campinas, v.17, n.1, p. 79-87, jan./mar. 2004.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres. 251p. 1980.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba, Potafos. 308p. 1997.
- MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- Agrofit Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: [agrofit.agricultura.gov.br/agrofit](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit). Acesso: maio de 2010.
- MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- Anexo VII Instrução Normativa 46 , 06-10-2011.
- MARCHIORI JÚNIOR, M. Impacto ambiental da citricultura nos teores de metais pesados em solos do Estado de São Paulo. Jaboticabal, FCAV/UNESP, 83p. (tese de doutorado). 2002
- MARQUES, J.J.G.S.M., CURI, N., SCHULZE, D.G. Trace elements in Cerrado soils. Tópicos em Ciência do Solo, Viçosa, v. 2, 2002. p. 103-142.
- MARTINEZ, V.; CERDA, A. & NIEVES, M. Efecto combinado de la salinidad y de La fertilización nitrogenada sobre el contenido de micronutrientes en plantas de tomate y pepino. **An. Edafol. Agrobiol.46**: 731, 1987.
- MEHTA, Y.R. Severe outbreak of *Stemphylium* leaf blight, a new disease of cotton in Brazil. Plant Disease, v.82, p.333-336, 1998.
- MEHTA, Y.R. Genetic diversity among isolates of *Stemphylium solani* from cotton. Fitopatologia Brasileira, v.26, p.703-709, 2001.
- MELO, P.C.T. Melhoramento genético do tomateiro. Asgrow, Campinas. 55p. 1989.
- MELO, W.J., MARQUES, M.O., MELO, V.P. O uso agrícola do lodo de esgoto e as propriedades do solo. In: TSUTYIA, M.T. *et al.* (eds). Lodo de esgoto na Agricultura. Capítulo 11. São Paulo, SAPESP, 2001.
- MELO, G.M.P., MELO, V.P., MELO, W.J. Metais pesados no ambiente decorrente da aplicação de lodo de esgoto em solo agrícola. 3ª Reunião do Grupo de Trabalho sobre Regulamentação de Uso Agrícola de Lodo de Esgoto - CONAMA, 2004.
- MENDES, M.A.S.; SILVA, V.L.; DIANESE, J.C.; FERREIRA, M.A.S.V.; SANTOS, C.E.N.; GOMES NETO, E.; URBEN, A.F.; CASTRO, C. Fungos em plantas no Brasil, Brasília DF: Embrapa Cenargen. 569p. 1998.
- MENEZES, V. O.; PEDROSO, D.C.; DILL, A.M.; SANTOS, R.F. dos; MULLER, J.; JUNGES, E.; MUNIZ, M.; BLUME, E. Uso de Extratos Vegetais *in vivo* no Controle de *Alternaria solani* e na Produtividade do Tomateiro. Rev. Bras. de Agroecologia, v. 4 n. 2. 2009.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. Worblanfe-Bern: International Potash Institute. 655 p. 1982.

- MENZIES, S.A.; BROADHURST, P.G.; TRIGGS, C.M. *Stemphylium* disease of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) in New Zealand. N.Z. J. Crop Horticultural Science, v.20, p.427-433, 1992.
- MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. Journal Nutrition, v.123, p.626- 633, 1993.
- MEYER, M.P.; HAUSBECK, M.K.; PODOLSKY, R. Optimal fungicide management of purple spot of asparagus and impact on yield. Plant Dis. v.84, p.525-530. 2000.
- MINAMI, K.; HAAG, P.H. O tomateiro. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill. 397p. 1989.
- MISHRA, D.; KAR, M. Nickel in plant growth and metabolisms. The Botanical Review, New York, v.40, n.4, p.395-449, 1974
- NAIKA, S.; JEUDE, J.V.L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B.V. A cultura do tomate. Agromisa, Wageningen, 2005.
- NAMEKATA, T.; TOKESHI, H. Variabilidade de *Stemphylium solani*, Weber, agente causal de mancha foliar do tomateiro, no estado de São Paulo. Anais da E.S.A Luiz de Queiroz, v. 13, p. 273-288, 1967
- NEGRI, G. Controle da podridão parda em pessegueiro conduzido em sistema orgânico e produção do antagonista *trichothecium roseum*. Tese de doutorado Curitiba. 147p. 2007
- NIETHAMMER, A. The influence of metal compounds on plant cells. Protoplasm, Vienna, v. 12, p. 554-558, 1931.
- OGA, S. Fundamentos de toxicologia. São Paulo: Atheneu. 1996.
- PATEL, N.A.; DANGE, S.R.S.; PATEL, S.I. Efficacy of chemicals in controlling fruit rot of tomato caused by *Alternaria tomato*. Indian Journal of Agricultural Research, v.39, n.1, p.72 - 75, 2005.
- PAULA, R.S.; OLIVEIRA, W.F. Resistência de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) a *Stemphylium solani* Weber. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 2, n. 31, p.139-145. 2001.
- PAULUS, A.O. e G.S. POUND. Effect of air temperatura on initiation and Development of Gray leaf spot and Nailhead spot of Tomato. Phytol. 45: 167-174. 1955.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F. T. Toxicidade de metais pesados em plantas. II Caracterização da toxicidade de níquel em cafeeiros. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 17, n.2, p. 323- 328, 1982.
- PEDRINI, S. Apostila de cafeicultura ESACMA - Escola Superior de Agricultura e Ciências de Machado Machado-MG, 2000.
- PEDROSO, D.C.; JUNGES, E.; MENEZES, V.; MULLER, J.; GIRARDI, L.B.; TUNES, L.M.; MUNIZ, M.F.B.; DILL, A. Crescimento micelial de *Alternaria solani* na presença de extratos vegetais. Rev. Bras. de Agroecologia. v. 4 n. 2. 2009.

- PEDROZO, M. F. & LIMA, I. V. Ecotoxicologia do cobre e seus compostos. Vol. 2. Salvador: Série de Cadernos de Referência Ambiental. 2001.
- PEDROZO, M. F. & LIMA, I. V. Ecotoxicologia do ferro e seus compostos. Vol. 4. Salvador: Série de Cadernos de Referência Ambiental. 2001.
- PENTEADO, S.R. Os inimigos da cultura do pêssego. Grupo técnico viticultura e fruticultura de clima temperado, Campinas, SP (Correio Agrícola), p.488-489, 1998.
- PEPPER, J.L.; BEZDICEK, D.F.; BAKER, A.S.; SIMS, J.M. Silage corn uptake of sludge applied zinc and cadmium affected by soil pH. Journal of environmental Quality, Madison, v. 6, p. 18-20, 1983.
- POLITO, W. Calda sulfocálcica, bordalesa e viçosa: os fertiprotetores. Agroecologia Hoje, Botucatu, n. 5, p. 25, out/nov 2000.
- RAMALHO, J.F.G.P.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B. & VELLOSO, A.C.X. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. Pesq. Agropec. Bras., 35:1289-1303, 2000.
- REMIÃO, F. Manganês: toxicologia e análises toxicológicas. Laboratório de Toxicologia, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, 2005.
- REIS, A.; LOPES, C. A.; BOITEUX, L. S. Mancha-de-estenfílio: ressurgimento de um antigo problema do tomateiro. Brasília: Embrapa Hortaliças. **Boletim de pesquisa desenvolvimento**, n. 41, 2006.
- REIS, A.; LOPES, C. A.; BOITEUX, L. S. Mancha-de-estenfílio: ressurgimento de um antigo problema do tomateiro. Brasília: Embrapa Hortaliças. Circular Técnica 41. 2006a, 8p.
- REIS, A. & BOITEUX, L. S. Círculo de hospedeiras de isolados de *Stemphylium solani*. Brasília: Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 18. 13 p. 2006b.
- REIS, E.M.; REIS, A.C.; FORCELINI, C.A. Manual de fungicidas. Guia para o controle químico de doenças de plantas. 5. Ed. UPF. 153p. 2007.
- REZENDE, L. O. C. de & CAMPACCI, C. A. Controle das doenças da folhagem do tomateiro. Revista de Olericultura, 4: 91-6, 1964.
- REZENDE, L. O. C. de; CAMPACCI, C. A. ; NUNES, A.; INO, Y. Controle das doenças da folha do tomateiro. O Biológico, 32 (11): 244-9, 1966.
- RIBEIRO, L.F.; BEDENDO, I.P. Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gloeosporioides* - agente causal da podridão de frutos de mamoeiro. Scientia Agricola, v.56, n.4, p.1267-1271. Suplemento. 1999.
- ROBBS, C. A mancha de *Stemphylium* do tomateiro e sua ocorrência no Distrito Federal. Ano 1, n°s 1-2:17-25. 1954.
- ROSS, S. M. Toxic metals in soil-plant systems. New York, John Wiley & Sons. 496 p. 1994.

- ROTEM, J.; COHEN, Y.; WAHL, I. A new tomato foliage disease in Israel caused by *Stemphylium botryosum*. Canadian Journal of Plant Sciences, Ottawa, v. 46, p.265-270, 1966.
- ROTEM, J. Thermoxerophytic properties of *Alternaria porri* f. sp. *solani*. **Phytopathology**, v. 58, p. 1284-1287, 1968.
- ROVERS, H., CAMAROGO, O.A., VALADARES, J.M.A.S. Níquel total e solúvel em DTPA em solos do Estado de São Paulo. *R. bras. Ci. Solo*, 2:217-220, 1983.
- SAMSON, R.W. *Stemphylium solani* on Tomatoes in Indiana. Plant Disease Report, 32:51. 1948.
- SANTANA, C.J.L. & IGUE, K. Formas de micronutrientes em solos da região cacauzeira da Bahia. *Turrialba*, 22(1):72-80, 1972.
- SANTOS, J.R.M. Levantamento de espécies de *Stemphylium* em tomateiro no Brasil, Fitopatologia Brasileira, v. 20, p. 354. Resumo. Suplemento. 1995 a.
- SANTOS F. S.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B; MAZUR, N. Influência de diferentes manejos agrícolas na distribuição de metais pesados no solo e em plantas de tomate. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 26:535-543, 2002.
- SCHWENGBER, J.E.; SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M, M. Preparo e utilização de caldas nutricionais e protetoras de plantas. Cartilha. Embrapa, Pelotas, 56 p. 2007.
- SEDIYAMA, M. A. N.; FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Práticas culturais adequadas ao tomateiro. Informe Agropecuário, v. 24, p. 19-25, 2003.
- SEGHIZZI, P.; D'ADDA, F.; BORLERI, D.; BARBIC, F.; MOSCONI, G. Cobalt myocardopathy. A critical review of literature. *Sci Total Environ* 150:105-109.1994.
- SILVA, A. C., COLÓSIMO, A. P. e SALVESTRO, D. Doença de Wilson (degeneração hepatolenticular): revisão bibliográfica e relato de caso. *Rev Méd Minas Gerais*, 20, pp. 404-411. 2010.
- SILVA, F.; REZENDE, M.A.; BEZERRA, A.; RODRIGUES, L. Controle de *Alternaria solani* com Fungicidas na Cultura do Tomateiro. *Revista Facultad. Nacional de Agronomía.cMedellín* 64(1): 5845-5851. 2011
- SIMMONS, E.C. Typification of *Alternaria*, *Stemphylium* and *Ulocladium*. *Mycologia*, 59:67-98. 1967.
- SIMÕES, E. C. Diagnóstico ambiental em manguezais dos complexos estuarinos da Baixada Santista e Cananéia no tocante a metais e compostos organoclorados. Dissertação de Mestrado – Instituto de Química de São Carlos, 2007.
- SUÁREZ, M. H; RODRÍGUEZ, E. M. R; ROMERO, C. D. Mineral and trace element concentrations in cultivars of tomatoes. *Food Chemistry* 104 (2007) 489–499.

SUHERI, H.; PRICE, T.V. Infection of onion leaves by *Alternaria porri* and *Stemphylium vesicarium* and disease development in controlled environments. *Plant Pathol*, v.49, p.375-382, 2000.

TALAMINI, V.; STADNIK, M.J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Manejo ecológico de doenças de plantas. Florianópolis: CCA/UFSC, p.45-62, 2004.

TAN, K. H. Environmental soil science. Marcel Dekker Inc, New York, 2o ed., 452 p. 2000.

TAVARES, T. M.; CARVALHO, F. M. “Avaliação da exposição de populações humanas a metais pesados no ambiente: exemplos do Recôncavo Baiano”. *Química Nova*, v. 15, n. 2, pp. 147-154. 1992.

TSALEV, D. L.; ZAPRIANOV, Z. K. Atomic absorption spectrometry in occupational and environmental health practice. Boca Raton: CRC Press, v.1 p.117-121. 1983.

TOFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; GARCIA-JUNIOR, O. e KUROZAWA, C. Controle da pinta preta por fungicidas e seus impactos na produção. *Summa Phytopathologica*. 29 (3): 225-233. 2003.

TOKESHI, H., F. GALLI, M. DIAS e I. IKUTA. Doenças de Hortaliças no Estado de São Paulo. *Olericultura*, 1:80-84. 1961.

TOLEDO, D. S. Produção, Nutrição e Fitossanidade de Cultivares de Tomateiro, sob Manejo Orgânico. Montes Claros, MG: ICA/UFMG. Dissertação 76 p. 2008.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils. Method 3051, United States Environmental Protection Agency, 1994.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. Soil screening guidance: Technical background document. Washington, Office of Solid Waste and Emergency Response, 1996. 168p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils. (Technical Resource Document, EPA SW-846/3052). Disponível em: . Acesso em 19 fev. 2007.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA Microwave assisted acid digestion of sediments sludge, soils, and oils. EPA SW 846 3051a. 30p, 2007.

VENTUROSO, L.R.; BACCHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; CONUS, L.A.; PONTIM, B.C.A.; SOUZA, F.R. Inibição do crescimento *in vitro* de fitopatógenos sob diferentes concentrações de extratos de plantas medicinais. *Arquivos do Instituto Biológico*. São Paulo, v.78, n.1, p.89-95, 2011.

VIEGAS, E.C.; SOARES, A.; CARMO, M.G.F.; ROSSETTO, C.A.V. Toxicidade de óleos essenciais de alho e casca de canela contra fungos do grupo *Aspergillus flavus*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.4, p.915-919, 2005.

VIEIRA, C.G.; MOREIRA, R.M.; VIÉGA, P.V.S.; SANTOS, G.A.L.; MUZA, D.N. Efeito inibitório *in vitro* de extrato vegetal de *Allium sativum* sobre *Fusarium* sp. e *Curvularia* sp. XX Congresso de Iniciação Científica/ III Mostra de iniciação Científica. UFPEL. 2011.

WEBER, F.G., 1929 A *Stemphylium* leaf spot of tomatoes. *Phytopathology*. 1929.

WEBER, G.F. Gray leaf spot of tomato caused by *Stemphylium solani*, sp. *Phytopathology*, v. 20, p.513-518, 1930.

WILTSHIRE, S. P. The original and modern conceptions of *Stemphylium*. *Transactions of the British Mycological Society* 21: 211-239. 1938.

ZAMBOLIM, L.; CRUZ FILHO, J.; VALE, F.X.R.; CHAVES, G.M. Emprego da calda Viçosa na cultura do tomateiro (*Lycopersicum esculentum*) para controle de doenças da parte aérea. Viçosa: UFV, Informe Técnico, 66. 7 p. 1990.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. Controle de Doenças de Plantas Hortaliças: Vicososa, v.2, p.708. 2000.

ZHENG, L.; RUJJING, L.V.; HUANG, J.; LIU, XUHONG.; HSIANG, T. Integrated control of garlic leaf blight caused by *Stemphylium solani* in China. *Canadian Journal of Plant Pathology*, v.32, n.2, p.135-145, 2010.

## 7 ANEXOS

**Anexo 1.** Análise de variância para os dados de área abaixo da curva do progresso da mancha-de-estenfílio do tomateiro calculados para todas as folhas da planta em ensaio conduzido no período de outubro a dezembro de 2013 em condições de casa de vegetação. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	QM
Cultivar	1	31276,93***
Tratamento	7	895,23***
Tratamento x cultivar	7	381,65**
Resíduo	64	122,65
CV (%)		22,71

<sup>ns</sup> não significativo, \*, \*\*, \*\*\*, significativo até 5%, 1% e a 0,1% respectivamente, pelo teste F.

**Anexo 2.** Análise de variância para os dados de área abaixo da curva do progresso da mancha-de-estenfílio do tomateiro calculados para todas as folhas da planta em ensaio conduzido no período de outubro de 2013 a janeiro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	QM
Tratamento	3	359,55**
Bloco	3	257,72**
Resíduo	9	32,45
CV (%)		8,02

<sup>ns</sup> não significativo, \*, \*\*, \*\*\*, significativo até 5%, 1% e a 0,1% respectivamente, pelo teste F.

**Anexo 3.** Análise de variância para os dados de área abaixo da curva do progresso da mancha-de-estenfílio do tomateiro em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	QM
Bloco	3	3317,85***
Tratamento	6	1500,66**
Resíduo 1	18	311,77
Cultivar	1	148774,55***
Tratamento x cultivar	6	867,39***
Resíduo 2	20	116,87
CV 1 (%)		25,01
CV 2 (%)		15,32

<sup>ns</sup> não significativo, \*, \*\*, \*\*\*, significativo até 5%, 1% e a 0,1% respectivamente, pelo teste F.

**Anexo 4.** Análise de variância para valores de produtividade (kg.planta<sup>-1</sup>) e número de frutos (frutos.planta<sup>-1</sup>) totais, comerciais e não-comerciais obtidos em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		Produtividade (kg.planta <sup>-1</sup> )			Número de Frutos (frutos.planta <sup>-1</sup> )		
		Total	Comercial	Não-Comercial	Totais	Comerciais	Não-Comerciais
Bloco	3	1,55**	1,39**	0,01 <sup>ns</sup>	39,54**	39,00**	0,09 <sup>ns</sup>
Tratamento	6	0,25 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	4,13 <sup>ns</sup>	3,09 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	18	0,28	0,25	0,01	6,72	7,17	0,34
Cultivar	1	1,16*	1,46**	0,02 <sup>ns</sup>	355,62***	399,97***	0,19 <sup>ns</sup>
Tratamento x cultivar	6	0,28 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	11,26 <sup>ns</sup>	11,52 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	21	0,19	0,16	0,01	5,95	7,37	0,23
CV 1 (%)		23,51	23,86	62,29	18,01	20,05	55,17
CV 2 (%)		19,65	18,89	54,34	16,95	20,33	45,32

<sup>ns</sup> não significativo, \*, \*\*, \*\*\*, significativo até 5%, 1% e a 0,1% respectivamente, pelo teste F

**Anexo 5.** Análise de variância para valores de peso médio dos frutos ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) totais, comerciais e não-comerciais obtidos em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio ( $10^{-3}$ )		
		Total	Comercial	Não-Comercial
Bloco	3	1,31 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>
Tratamento	6	0,17 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	3,64 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	18	0,44	0,62	0,84
Cultivar	1	16,80 <sup>***</sup>	17,85 <sup>***</sup>	32,54 <sup>***</sup>
Tratamento x cultivar	6	0,36 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	21	0,22	0,34	1,10
CV 1 (%)		13,24	15,52	21,05
CV 2 (%)		9,43	11,54	24,10

<sup>ns</sup> não significativo, \*, \*\*, \*\*\*, significativo até 5%, 1% e a 0,1% respectivamente, pelo teste F.

**Anexo 6.** Análise de variância para número de frutos não-comerciais ( $\text{frutos.planta}^{-1}$ ) obtidos em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Broca		Rachados <sup>1</sup>	Podridão Apical <sup>1</sup>
		Pequena	Grande <sup>1</sup>		
Bloco	3	299,07 <sup>ns</sup>	3,21 <sup>ns</sup>	1,83 <sup>ns</sup>	5,22 <sup>ns</sup>
Tratamento	6	711,33 <sup>ns</sup>	2,89 <sup>ns</sup>	11,05 <sup>*</sup>	3,63 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	18	389,63	1,61	2,96	2,74
Cultivar	1	20,06 <sup>ns</sup>	9,97 <sup>ns</sup>	14,94 <sup>ns</sup>	5,41 <sup>ns</sup>
Tratamentoxcultivar	6	597,70 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	4,22 <sup>ns</sup>	4,07 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	21	761,99	2,78	5,31	4,17
CV 1 (%)		24,96	72,89	65,23	95,39
CV 2 (%)		34,91	95,76	87,20	117,50

<sup>1</sup>Dados transformados por  $\sqrt{x+1}$ .

<sup>ns</sup> não significativo, \*, \*\*, \*\*\*, significativo até 5%, 1% e a 0,1% respectivamente, pelo teste F.

**Anexo 7.** Efeito da interação produto x cultivar sobre valores de número de frutos não-comerciais (frutos.planta<sup>-1</sup>) obtidos em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014. Seropédica, UFRRJ.

Tratamentos	Número de Frutos (frutos.planta <sup>-1</sup> )								
	Broca						Podridão Apical		
	Pequena			Grande			Dominador	Serato	Média
	Dominador	Serato	Média	Dominador	Serato	Média			
Calda bordalesa	90,45 A a	93,75 A a	92,10 a	1,89 A a	1,00 A a	1,45 a	1,54 A a	1,00 A a	1,27 a
Calda sulfocálcica	81,25 A a	71,43 A a	75,34 a	2,54 A a	1,00 A a	1,77 a	2,02 A a	3,26 A a	2,64 a
Calda viçosa	62,08 A a	80,57 A a	71,33 a	2,70 A a	1,54 A a	2,12 a	3,37 A a	1,00 A a	2,19 a
Mancozebe	65,62 A a	86,04 A a	75,83 a	2,47 A a	1,00 A a	1,73 a	3,73 A a	1,00 A a	2,36 a
Oxicloreto de cobre	74,11 A a	80,80 A a	77,45 a	2,97 A a	2,69 A a	2,83 a	1,67 A a	1,73 A a	1,70 a
Tebuconazole	83,33 A a	53,47 A a	68,40 a	1,00 A a	1,00 A a	1,00 a	1,00 A a	1,00 A a	2,36 a
Testemunha	92,50 A a	91,67 A a	92,08 a	1,60 A a	1,00 A a	1,29 a	1,00 A a	1,00 A a	1,00 a
Média	78,48A	79,68A		2,16A	1,32A		2,05A	1,43 A	

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

**Anexo 8.** Análise de variância para valores de massa fresca ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) obtidos de diferentes partes da planta em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	Massa Fresca ( $\text{kg.planta}^{-1}$ )			
		Quadrado Médio ( $10^{-3}$ )			
		Raiz	Caule	Folha	Fruto
Bloco	3	0,28 <sup>ns</sup>	9,57 <sup>ns</sup>	54,53 <sup>ns</sup>	850,54 <sup>ns</sup>
Tratamento	6	0,07 <sup>ns</sup>	5,87 <sup>ns</sup>	57,49 <sup>ns</sup>	1098,29 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	18	0,11	3,57	30,48	588,36
Cultivar	1	0,40 <sup>**</sup>	34,50 <sup>**</sup>	514,94 <sup>***</sup>	2524,50 <sup>ns</sup>
Tratamento x Cultivar	6	0,04 <sup>ns</sup>	3,41 <sup>ns</sup>	8,92 <sup>ns</sup>	383,01 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	21	0,05	4,13	8,40	623,46
CV 1 (%)		49,68	25,74	48,62	40,47
CV 2 (%)		32,82	27,66	25,53	41,66

<sup>ns</sup> não significativo, \*, \*\*, \*\*\*, significativo até 5%, 1% e a 0,1% respectivamente, pelo teste F.

**Anexo 9.** Análise de variância para valores de massa seca ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) obtidos de diferentes partes da planta em ensaio conduzido no período de maio a setembro de 2014 em condições de campo. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	Massa Seca ( $\text{kg.planta}^{-1}$ )			
		Quadrado Médio ( $10^{-3}$ )			
		Raiz	Caule	Folha	Fruto
Bloco	3	0,07 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	1,93 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>
Tratamento	6	0,01 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	18	0,02 <sup>ns</sup>	0,12	0,68	0,99
Cultivar	1	0,04 <sup>*</sup>	1,61 <sup>**</sup>	12,90 <sup>**</sup>	4,46 <sup>ns</sup>
Tratamento x cultivar	6	0,03 <sup>*</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	21	0,01	0,19	0,24	1,26
CV 1 (%)		54,31	29,81	41,42	38,10
CV 2 (%)		39,59	37,03	24,49	42,91

<sup>ns</sup> não significativo, \*, \*\*, \*\*\*, significativo até 5%, 1% e a 0,1% respectivamente, pelo teste F

**Anexo 10.** Análise de variância para valores de concentração de metais ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) nos produtos utilizados em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio								
		Cd	Co	Cr	Cu	Fe ( $10^4$ )	Mn ( $10^4$ )	Pb	Ni	Zn( $10^5$ )
Produtos	10	1,221***	334,741***	39,743***	9,80E+001***	527,837***	21572,426***	5254,761***	3954,818***	25002,854***
Resíduo	12	0,001	0,067	0,151	2778,62x10 <sup>5</sup>	3,569	65,938	6,445	0,770	5,552
CV (%)		4,68	5,02	9,96	14,12	27,33	23,05	11,27	4,45	4,55

<sup>ns</sup> não significativo, \*, \*\*, \*\*\*, significativo até 5%, 1% e a 0,1% respectivamente, pelo teste F.

**Anexo 11.** Análise de variância para valores de concentração de metais ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ), em duas profundidades de solo (0-10 cm e 10-20 cm) decorrente da aplicação dos tratamentos em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		Cr	Cu	Fe( $10^5$ )	Mn	Pb	Ni
Bloco	3	3,33*	11,37 <sup>ns</sup>	16,01 <sup>ns</sup>	666,71 <sup>ns</sup>	69,54***	0,40 <sup>ns</sup>
Tratamento	6	2,72*	32,77 <sup>ns</sup>	19,87*	1342,16 <sup>ns</sup>	8,35 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	18	0,68	16,33	7,04	1318,12	4,90	0,23
Profundidade	1	1,34 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	2,90 <sup>ns</sup>	272,98 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
Tratamento x rofundidade	6	0,86 <sup>ns</sup>	36,24**	5,94 <sup>ns</sup>	186,11 <sup>ns</sup>	4,71 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	21	0,94	8,19	7,21	377,84	5,29	0,13
CV 1 (%)		50,27	22,24	19,63	31,30	33,68	38,00
CV 2 (%)		59,11	15,76	19,85	16,76	34,98	28,98

<sup>ns</sup> não significativo, \*, \*\*, \*\*\*, significativo até 5%, 1% e a 0,1% respectivamente, pelo teste F.

**Anexo 12.** Análise de variância para valores de concentração de metais ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) nas folhas das cultivares Serato e Dominador decorrente da aplicação dos tratamentos em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		Cd	Cu	Fe	Mn	Ni
Bloco	3	0,139 <sup>ns</sup>	131176,09 <sup>ns</sup>	8008,694 <sup>ns</sup>	3384,86 <sup>ns</sup>	2,730*
Tratamento	6	3,948*	4642171,83*	34962,305*	4642171,83*	0,220*
Resíduo 1	18	0,720	70547,63	9666,688	11314,80	0,202
Cultivar	1	0,003 <sup>ns</sup>	40428,06 <sup>ns</sup>	132109,428*	24384,92 <sup>ns</sup>	0,088 <sup>ns</sup>
Tratamento x cultivar	6	0,666 <sup>ns</sup>	77129,01 <sup>ns</sup>	4858,307 <sup>ns</sup>	4443,26 <sup>ns</sup>	0,227 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	21	0,294	63301,40	5397,278	2097,49	0,314
CV 1 (%)		69,9	33,30	32,3	46,90	24,3
CV 2 (%)		44,6	31,60	24,1	21,20	30,3

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo até 5% pelo teste F.

**Anexo 13.** Análise de variância para valores de concentração de metais ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) nos frutos das cultivares Serato e Dominador decorrente da aplicação dos tratamentos em ensaio conduzido em condições de campo no período de maio a setembro de 2014. Seropédica, UFRRJ.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		Cd	Cu	Fe	Mn	Ni
Bloco	3	0,00043 <sup>ns</sup>	0,363 <sup>ns</sup>	136,485 <sup>ns</sup>	0,371 <sup>ns</sup>	0,0056 <sup>ns</sup>
Tratamento	6	0,00248*	5,278*	234,315*	0,889*	0,0137*
Resíduo 1	18	0,00024	0,761	84,504	0,157	0,0053
Cultivar	1	0,00002 <sup>ns</sup>	0,693 <sup>ns</sup>	0,985 <sup>ns</sup>	0,226 <sup>ns</sup>	0,0132 <sup>ns</sup>
Tratamento x cultivar	6	0,00002 <sup>ns</sup>	0,439 <sup>ns</sup>	55,168 <sup>ns</sup>	0,130 <sup>ns</sup>	0,0051 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	21	0,00013	0,565	110,986	0,215	0,0052
CV 1 (%)		75,26	51,66	87,17	26,57	67,29
CV 2 (%)		56,97	44,52	99,90	31,02	66,82

<sup>ns</sup> não significativo, \* significativo até 5% pelo teste F.

**Anexo 14.** Escala diagramática, apresentando a proporção da área foliar lesionada pela mancha-de-estenfílio, em folíolos de tomateiro com cerca de 7,0 cm<sup>2</sup> (Boff *et al.*, 1991).

