

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**MANEJO DA REQUEIMA NO TOMATEIRO COM  
SILICATO DE POTÁSSIO E FUNGICIDAS**

**KARIN TESCH KUHLCAMP**

**ALEGRE  
ESPÍRITO SANTO - BRASIL  
MARÇO – 2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**MANEJO DA REQUEIMA NO TOMATEIRO COM  
SILICATO DE POTÁSSIO E FUNGICIDAS**

**KARIN TESCH KUHLCAMP**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador:

Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior

Co-orientador(es):

Prof. Dr. Frederico de Pina Matta

Prof. Ph.D. Fabrício de Ávila Rodrigues

**ALEGRE  
ESPÍRITO SANTO - BRASIL  
MARÇO – 2008**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

K96m Kuhlcamp, Karin Tesch, 1983-  
Manejo da requeima no tomateiro com silicato de potássio e fungicidas / Karin Tesch Kuhlcamp. – 2008.  
47 f. : il

Orientador: Waldir Cintra de Jesus Junior.

Co-Orientadores: Frederico de Pina Matta; Fabrício de Ávila Rodrigues.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Tomate. 2. Tomate – Doenças e pragas - Controle. 3. Tomate – Pragas agrícolas – Controle integrado. 4. Fungicidas. 5. Silício. 6. Produtos químicos agrícolas. I. Jesus Junior, Waldir Cintra de. II. Matta, Frederico de Pina. III. Rodrigues, Fabrício de Ávila. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 63

---

# MANEJO DA REQUEIMA NO TOMATEIRO COM SILICATO DE POTÁSSIO E FUNGICIDAS

**KARIN TESCH KUHL CAMP**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada: 27 de Março de 2008.

---

Prof. Dr. Fábio Ramos Alves  
Centro de Ciências Agrárias - UFES

---

Prof. Dr. Francisco Xavier Ribeiro do Vale  
UFV

---

Prof. Dr. Frederico de Pina Matta  
Centro de Ciências Agrárias - UFES  
(Co-orientador)

---

Prof. Ph. D. Fabrício de Ávila Rodrigues  
UFV  
(Co-orientador)

---

Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior  
Centro de Ciências Agrárias – UFES  
(Orientador)

À minha família, que sempre valorizou, incentivou e proporcionou meios para que eu pudesse crescer cada vez mais em minha vida acadêmica e profissional. Este acontecimento, como tantos outros, deve-se a ela. São pessoas a quem tanto devo e tanto amo. Que Deus nos proporcione ainda muitos anos juntos, com sua grandiosa presença e fortaleza. Muito obrigado.

Ao meu pai Osvaldo.

À minha mãe Lindaura.

Ao meu irmão Klaus.

DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por estar presente na minha vida e ter abençoado a todos nós envolvidos na realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior, pela orientação das pesquisas, pela confiança, amizade e todos os ensinamentos durante o período do mestrado.

Ao meu co-orientador, Professor Dr. Frederico da Pina Matta, pelo apoio, orientações nos experimentos e sugestões apresentadas na dissertação.

Ao meu co-orientador, Professor Ph.D. Fabrício de Ávila Rodrigues, pelas valiosas contribuições, incentivo e sugestões apresentadas na dissertação.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do CCA-UFES, pela oportunidade de realização do curso.

Aos alunos Aristeu, Cecília, Cristiano, Fabio e Wanderson, pelo tempo dedicado aos experimentos.

Aos colegas de mestrado da Pós-Graduação em Produção Vegetal do CCA-UFES, pela convivência agradável e apoio durante a realização do curso.

Ao Professor Gaspar Henrique Korndörfer, da Universidade Federal de Uberlândia, pelas análises foliares de silício.

À INEOS Silicas Ltda, pelo fornecimento do produto FertiSil®.

A todos aqueles, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho de pesquisa, fica registrada a minha gratidão.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	iii
SUMÁRIO .....	iv
LISTA DE TABELAS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	x
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Considerações gerais sobre o tomateiro e manejo de doenças .....	3
2.2. Uso de silício na agricultura .....	4
2.2.1. Legislação .....	4
2.2.2. Acúmulo, absorção e translocação do Si nas plantas .....	5
2.2.3. Efeitos benéficos do Si em plantas .....	5
2.2.3.1. Silício no manejo de doenças de plantas .....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	8
3.1. Condução dos experimentos .....	8
3.2. Análises estatísticas .....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4.1. Curvas de progresso da requeima .....	15
4.2. Análises estatísticas .....	24
4.2.1. Áreas abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR) .....	25
4.2.2. Severidade máxima ( $Y_{m\acute{a}x}$ ) .....	27
4.2.3. Tempo para atingir a máxima severidade (TAMS) .....	27
4.2.4. Áreas abaixo da curva de progresso da requeima até atingir a severidade máxima (AACPR <sub>y</sub> ) .....	28
4.2.5. Produção .....	29
4.2.6. Duração da área foliar (LAD) .....	31
4.2.7. Duração da área foliar sadia (HAD) .....	32
4.2.8. Perda de resistência à compressão (PRES) e tempo de prateleira (TPRA) .....	34
4.2.9. Concentração de Si e potássio (K) .....	35
4.3. Quantificação de danos .....	36
5. CONCLUSÕES .....	41
6. REFERÊNCIAS .....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Tratamentos empregados nos experimentos conduzidos nos períodos de junho a setembro de 2006 (E1) e de abril a julho 2007 (E2).....	09
Tabela 2.	Análises químicas do solo nas áreas onde foram instalados os experimentos conduzidos no período de junho a setembro de 2006 (E1) e de abril a julho 2007 (E2).....	10
Tabela 3.	Esquema das análises de variâncias utilizando delineamento em blocos casualizados, indicando os graus de liberdade, quadrados médios (QM) e suas respectivas esperanças E (QM).....	14
Tabela 4.	Resumo das análises de variância considerando as variáveis: área abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR), área abaixo da curva de progresso da requeima até a severidade máxima (AACPRy), severidade máxima (Ymáx), tempo para atingir a máxima severidade (TAMS), duração de área foliar (LAD), duração de área foliar sadia (HAD) e produção (PROD) obtidas no experimento E1, Alegre – ES, 2006.....	24
Tabela 5.	Resumo das análises de variância considerando as variáveis: área abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR), área abaixo da curva de progresso da requeima até a severidade máxima (AACPRy), severidade máxima (Ymáx), tempo para atingir a máxima severidade (TAMS), duração de área foliar (LAD), duração de área foliar sadia (HAD) e produção (PROD) obtidas no experimento E2. Alegre – ES, 2007.....	25
Tabela 6.	Severidade máxima (Ymáx). Experimento conduzido de julho a setembro de 2006 (E1) e de abril a julho de 2007 (E2), em Alegre, ES.....	27
Tabela 7.	Tempo para atingir a máxima severidade da doença (TAMID). Experimento conduzido de julho a setembro de 2006 (E1) e de abril a julho de 2007 (E2), em Alegre, ES.....	29
Tabela 8.	Número de pulverizações com fungicidas sistêmicos, protetores e com silicato de potássio, produção e incremento de produção nos diferentes tratamentos visando o manejo da requeima em tomateiro. Experimento conduzido de junho a setembro de 2006, Alegre, ES.....	31
Tabela 9.	Número de pulverizações com fungicidas sistêmicos, protetores e com silicato de potássio, produção e incremento de produção nos diferentes tratamentos visando o manejo da requeima em tomateiro. Experimento conduzido de abril a julho de 2007, Alegre, ES.....	31

Tabela 10. Perda de resistência (PRES) e tempo de prateleira (TPRA) em tomateiro. Experimento conduzido de julho a setembro de 2006, em Alegre, ES.....	34
Tabela 11. Concentração de silício (Si) e potássio (K) em folhas do tomateiro. Experimento conduzido de julho a setembro de 2006, em Alegre, ES.....	36
Tabela 12. Intercepto ( $b_0$ ) e declividade ( $b_1$ ) da regressão linear entre a produção (g/planta) e área foliar sadia (HAD) e entre produção e área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC) no E1 conduzido de junho a setembro de 2006, em Alegre, ES.....	37
Tabela 13. Intercepto ( $b_0$ ) e declividade ( $b_1$ ) da regressão linear entre a produção (g/planta) e área foliar sadia (HAD) e entre produção e área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC) no E2 conduzido de abril a julho 2007, em Alegre, ES.....	38

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Severidade da requeima do tomateiro em função do tempo para os diferentes tratamentos. Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicidas; T2 – silicato de potássio semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente. Dados do experimento 1, conduzido de junho a setembro de 2006, em Alegre, ES..... 16
- Figura 2. Severidade da requeima do tomateiro em função do tempo para os diferentes tratamentos. Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicidas; T2 – silicato de potássio semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor) juntos semanalmente. Dados do experimento 2, conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES..... 16
- Figura 3. Dados de temperaturas máxima, mínima e média ocorridas no primeiro experimento conduzido de junho a setembro de 2006, em Alegre, ES..... 18
- Figura 4. Dados da precipitação total (PT) e umidade relativa (UR) média ocorridas no primeiro experimento conduzido de junho a setembro de 2006, em Alegre, ES..... 19
- Figura 5. Dados das temperaturas máxima, mínima e média ocorridas no segundo experimento conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES..... 19
- Figura 6. Dados da precipitação total (PT) e umidade relativa (UR) média do segundo experimento conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES.. 21
- Figura 7. Taxa de progresso da requeima (TPR) para os períodos compreendidos entre 46-53 e 48-55 dias após o transplante, em E1 e E2, respectivamente. No E1 e E2 os tratamentos foram: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente. No E2 foi adicionado o T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. Experimentos conduzidos em Alegre, ES..... 21

- Figura 8. Taxa de progresso da requeima (TPR) até a severidade máxima ( $y_{m\acute{a}x}$ ). Os tratamentos foram: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente. No E2 foi adicionado o T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. Experimentos conduzidos em Alegre, ES. 22
- Figura 9. Área foliar (em  $cm^2$ ) do tomateiro em função do tempo para os diferentes tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente. Experimento conduzido de junho a setembro de 2006, em Alegre, ES..... 23
- Figura 10. Área foliar (em  $cm^2$ ) do tomateiro em função do tempo para os diferentes tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicidas; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. Experimento conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES..... 24
- Figura 11. Área abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR) para os diferentes tratamentos no E1 (conduzido de junho a setembro de 2006) e E2 (conduzido de abril a julho de 2007), em Alegre, ES. Os tratamentos foram: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (E1) ou minúscula (E2) não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Barras para cada coluna representam o erro-padrão da média..... 26
- Figura 12. Áreas abaixo da curva de progresso da requeima até atingir a severidade máxima (AACPR<sub>y</sub>) para os diferentes tratamentos no E1 (conduzido de junho a setembro de 2006) e E2 (conduzido de abril a julho de 2007), em Alegre, ES. Os tratamentos foram: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (E1) ou minúscula (E2) não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Barras para cada coluna representam o erro-padrão da média..... 29

- Figura 13. Duração de área foliar (LAD) para os diferentes tratamentos. Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (E1) ou minúscula (E2) não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Barras para cada coluna representam o erro-padrão da média. O E1 foi conduzido de junho a setembro de 2006 e E2, conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES..... 32
- Figura 14. Duração de área foliar sadia (HAD) para os diferentes tratamentos. Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As barras para cada coluna representam o erro-padrão da média. No experimento E1 conduzido de junho a setembro de 2006 e E2 conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES..... 34
- Figura 15. Relação entre a produção (g/planta) e a duração de área foliar sadia (HAD, em dias) e entre a produção e a área abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR) no experimento E1 conduzido de junho a setembro de 2006..... 39
- Figura 16. Relação entre produção (g/planta) e duração de área foliar sadia (HAD, em dias) e entre produção e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPR), no experimento E2 conduzido de abril a julho 2007..... 40

**LISTA DE ABREVIATURAS**

DAT	Dias após o transplântio
TPR	Taxa de progresso da requeira
AACPR	Área abaixo da curva de progresso da requeira
Y <sub>máx</sub>	Severidade máxima
TAMS	Tempo para atingir a máxima severidade
AACPR <sub>y</sub>	Área abaixo da curva de progresso da requeira até a severidade máxima
AF	Área foliar
LAD	Duração da área foliar
HAD	Duração da área foliar sadia
PRES	Perda de resistência
TPRA	Tempo de prateleira

KUHL CAMP, Karin Tesch, M.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Março de 2008. **Manejo da Requeima no Tomateiro com Silicato de Potássio e Fungicidas.** Orientador: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior. Co-orientador(es): Prof. Dr. Frederico de Pina Matta; Prof. Ph. D. Fabrício de Ávila Rodrigues.

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a viabilidade do uso do silicato de potássio e fungicidas, isolados ou associados, no manejo da requeima do tomateiro em dois experimentos de campo (E) conduzidos em delineamento em blocos casualizados com três repetições. No primeiro experimento (E1), conduzido de julho a setembro de 2006, testaram-se os seguintes tratamentos: T1 – testemunha; T2 – silicato de potássio semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente. No segundo experimento (E2), conduzido de maio a julho de 2007, acrescentou-se o T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor) aplicados juntos semanalmente. Em ambos experimentos, a área foliar e a severidade foram quantificadas semanalmente. Foram obtidas as seguintes variáveis: curva de progresso da requeima, área abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR), severidade máxima ( $Y_{máx}$ ), tempo para atingir a máxima severidade (TAMS), área abaixo da curva de progresso da requeima até a severidade máxima (AACPR<sub>y</sub>), curva de progresso da área foliar, duração da área foliar (LAD), duração da área foliar sadia (HAD), produção total, perda de resistência (PRES), tempo de prateleira (TPRA) e concentração de silício (Si) e potássio (K) nas folhas. Considerando a AACPR no E1, o efeito do T3 não difere do T4, não há diferença significativa entre os efeitos dos tratamentos no E2. Na produção, no E1 dos T3 e T4, há um incremento da ordem de 162,87 e 81%, respectivamente, quando comparado à testemunha. No E2, os T3, T4 e T5 proporcionam aumento de produção em 576, 348 e 544%, respectivamente, quando comparado à testemunha. A HAD do T4 é 50,16 e 47,3% maior do que a do T1, no E1 e E2, respectivamente. As concentrações de Si nas folhas são maiores nos tratamentos com a aplicação de silicato de potássio. A relação entre produção e AACPR não apresenta um bom ajuste, ao contrário do obtido pela relação entre produção e HAD, que apresenta um modelo

linear de regressão mais ajustado. Com estes resultados, verifica-se que o silicato de potássio é promissor em reduzir o número de aplicações de fungicidas.

Palavras-chave: doença fúngica, manejo integrado de doenças, silício.

KUHL CAMP, Karin Tesch, M.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, March, 2008. **Control of late blight of tomato with Silicate Potassium and Fungicides.** Advisor: Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior. Co-advisor(s): Prof. Dr. Frederico de Pina Matta; Prof. Ph. D. Fabrício de Ávila Rodrigues.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the viability of using potassium silicate, as a source of soluble silicon, isolated or associated with fungicides on the control of late blight of tomato under field conditions. The experiments were carried out in a completely randomized block design with three replications. In the first experiment (E1), carried out from July to September 2006, the following treatments (T) were tested: T1 – witness; T2 – potassium silicate weekly; T3 – systemic fungicide or protector fungicide, weekly alternated; and T4 – (systemic or protector) fungicide or potassium silicate, weekly alternated. In the second experiment (E2), carried out from May to July 2007, the treatment T5 was added which corresponded to potassium silicate and (systemic or protector) fungicide applied together weekly. In both experiments the leaf area and disease severity were weekly quantified. The following variables were obtained: late blight progress curve, area under late blight progress curve (AUDPC), maximum severity ( $Y_{m\acute{a}x}$ ), time to reach maximum severity (TRMS), area under late blight progress curve until maximum severity (AUDPCy), leaf area progress curve, leaf area duration (LAD), healthy leaf area duration (HAD), total yield, resistance loss (RL), shelf life time (SLT), silicon (Si) and potassium (K) concentration on leaf tissue. Considering the AUDPC in E1, the T3 does not differ from T4 where as in E2 there is no significant difference among the treatments. There is an increase in yield in E1 by using the treatments T3 and T4 in the order of 162,87 e 81%, respectively, when compared to the witness. In E2, the treatments T3, T4 and T5 provide yield increase of 576, 348 and 544%, respectively, when compared to the witness. The HAD of the T4 is 50,16 e 47,3% higher than the T1, in the E1 and E2, respectively. The Si concentration on leaf tissue is higher in plants that received the application of potassium silicate. The relationship between production and AACPR does not present a good adjust, unlike of the obtained by the relationship

between production and HAD, which presents a linear regression model more adjusted. The results from this study shows that spray of potassium silicate is an alternative strategy to control late blight and can contribute to reduce the number of fungicide applications.

Key words: foliar disease, integrated disease management, silicon.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura olerácea de maior importância em todo o Estado do Espírito Santo, tanto no aspecto social quanto no econômico, é a do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L. sinônimo de *Lycopersicon esculentum* Miller). A área de cultivo está em torno de 2 mil ha, com uma produção total de cerca de 120 mil toneladas. Os principais municípios produtores são: Venda Nova do Imigrante, Domingos Martins, Afonso Cláudio, Santa Teresa, Castelo, Itarana, Laranja da Terra, Santa Maria de Jetibá, São Roque do Canaã e Itaguaçu (SEAG, 2007).

Vários fatores podem limitar a produtividade da cultura, sendo que as doenças ocupam posição de muita importância. Dentre as principais doenças, destaca-se a requeima ou mela (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary.), pois pode levar a danos totais caso não sejam implementadas medidas adequadas de manejo.

As medidas de manejo dessa doença têm se baseado em aplicações sistemáticas de fungicidas seguindo um calendário de aplicações semanais que não consideram as condições que favorecem o desenvolvimento da requeima. Aplicações excessivas de fungicidas na cultura do tomateiro têm causado aumento no custo de produção e também aumento de resíduos nos frutos a serem comercializados, uma vez que os produtores, de um modo geral, não consideram o período de carência (VALE et al., 2001). Nas últimas décadas, enormes esforços têm sido feitos na tentativa de se utilizar métodos alternativos visando à redução do uso do controle químico tradicional, pois este além de causar prejuízos aos ecossistemas naturais vem causando danos diretos à saúde humana (CAMPANHOLA & BETTIOL, 2003).

Dentro da filosofia do manejo integrado busca-se, na medida do possível, a utilização harmônica de todas as estratégias de manejo disponíveis. Assim, é de suma importância a busca por alternativas ao tradicional uso indiscriminado de fungicidas (VALE et al., 2001).

Uma alternativa importante no manejo das doenças é a aplicação de silício (Si) no solo ou via foliar. O Si é considerado elemento benéfico para as plantas, devido aos efeitos positivos observados, como maior tolerância ao déficit hídrico, maior resistência à toxicidade de metais pesados e menor intensidade de doenças e pragas (SAVANT et al., 1997; POZZA et al., 2004). Assim, a adubação complementar com Si pode, além de aumentar a produtividade, reduzir gastos com pesticidas (DATNOFF, 2001).

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a viabilidade do uso do silicato de potássio e fungicidas, isolados ou associados, no manejo da requeima do tomateiro em condições de campo. Trabalhou-se com a hipótese de que aplicações de silicato de potássio podem ser uma nova alternativa no manejo da requeima, reduzindo o número de aplicações de fungicidas, durante o ciclo do tomateiro.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Considerações gerais sobre o tomateiro e manejo de doenças

O tomateiro é uma dicotiledônea pertencente à ordem Tubiflorae, família Solanaceae e gênero *Lycopersicon* (ALVARENGA, 2004). Entretanto, existem várias propostas de mudança para o gênero e espécie do tomateiro, sendo atualmente possível encontrar duas formas corretas do nome científico: *Lycopersicon esculentum* Mill. e *Solanum lycopersicum* L. (MATTEDI et al., 2007).

A cultura do tomateiro exige grandes investimentos fitossanitários, com pulverizações de defensivos a cada três dias, desde a emergência até a colheita, além de utilizar grande quantidade de mão-de-obra e de adubos, resultando em alto custo de produção (SILVA & GIORDANO, 2000).

A tecnologia de produção dessa cultura deve buscar competitividade, reduzindo os custos de produção e elevando os índices de produtividade e qualidade (SILVA & GIORDANO, 2000). A produtividade sofre grande influência dos fatores agroclimáticos, como variações da temperatura, pluviosidade, geadas, variações na umidade, composição e qualidade de nutrientes no solo, além da ação de patógenos (bactérias, fungos, vírus e nematóides). Se as condições ambientais estiverem desfavoráveis para a planta, essas estarão mais propensas aos patógenos (Filgueira, 2003).

Existem inúmeras doenças já relatadas que atacam o tomateiro, provocando redução de produtividade. Dentre as doenças fúngicas foliares, a requeima (*Phytophthora infestans*) é a principal doença do tomateiro, sendo responsável por grande volume de fungicidas aplicados nessa cultura (LOPES et al., 2003).

## **2.2. Uso de silício na agricultura**

O silício (Si) é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre, apenas superado pelo oxigênio. Encontra-se na solução do solo na forma de ácido monossilícico ( $H_4SiO_4$ ), prontamente absorvido pelas plantas. A essencialidade do Si foi demonstrada apenas para algumas espécies, assim, ele é classificado como elemento benéfico ou útil devido aos efeitos positivos observados (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

### **2.2.1. Legislação**

A inspeção, a fiscalização, a produção e o comércio de fertilizantes são realizados com base na Legislação Brasileira Federal, Decreto 4.954, publicado em 14/01/2004, sendo o órgão governamental responsável o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). De acordo com esse Decreto, adubo mineral é um produto fundamentalmente mineral, natural ou sintético, obtido por um processo físico, químico ou físico-químico, que contém um ou mais nutrientes necessários às plantas, sendo que nutriente é um elemento essencial ou benéfico para o crescimento e produção vegetal. Sendo o Si considerado um elemento benéfico para o crescimento das plantas e produção, ele está incluso nessa norma (BRASIL, 2004A).

Para ser registrado como um adubo mineral, os produtos à base de Si devem seguir outra Norma Federal, Instrução Normativa 10, publicada em 28/10/2004, onde constam definições e regras sobre especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes utilizados na agricultura. Os fertilizantes incluídos nessa Norma Federal são: silicato de cálcio, silicato de cálcio e manganês, silicato de Cu, Mn, Fe, Mo, Co e B. Estes produtos podem ser obtidos a partir de silicato natural (silício rocha), por tratamento térmico, composto de silicato Ca e Mg obtidos pela trituração dos resíduos provenientes da produção de aço. A solução de silicato de potássio é obtida pela reação de silicatos minerais com hidróxido de potássio (BRASIL, 2004B).

### **2.2.2. Acúmulo, absorção e translocação do Si nas plantas**

Muitas espécies de plantas podem absorver o Si, sendo classificadas quanto a concentração absorvida. O tomate é considerado de baixa acumulação de Si, com valores menores que 1g/kg em sua biomassa em peso seco (DATNOFF & RODRIGUES, 2005). Epstein & Bloom (2006) classificam o tomateiro como planta não acumuladora, caracterizando-se por um baixo teor do elemento, mesmo com altos níveis de Si no meio, indicando um mecanismo de exclusão, sendo que a maior parte do Si absorvido é encontrado nas raízes.

Datnoff et al. (2001) citam que o Si no interior das plantas é considerado pouco móvel, sendo que o seu transporte da raiz até a parte aérea se dá através do xilema e depende da taxa de transpiração, como para todos os demais nutrientes, fato que é reforçado também por trabalhos de Marschner (1995) com as culturas do arroz, trigo e soja, concluindo que a absorção e a distribuição radial de Si através das raízes de soja para os vasos do xilema são mais restritas a altas concentrações de Si, indicando um mecanismo efetivo de exclusão. Dentro desse contexto, o fornecimento de Si via adubação foliar pode facilitar a deposição deste elemento na parte aérea, podendo proporcionar benefícios à planta.

### **2.2.3. Efeitos benéficos do Si em plantas**

O Si atua em várias características do desenvolvimento vegetal. Embora o Si não seja um elemento essencial, a aplicação do Si pode aumentar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade de diversos cereais, principalmente o arroz e algumas dicotiledôneas (DATNOFF et al., 2001).

A aplicação de Si pode proporcionar aumento do teor de clorofila na folha e do metabolismo na planta, aumentar a tolerância da planta aos estresses ambientais, tais como: o frio, a seca, o calor, a salinidade e a radiação ultravioleta, atenuar o desequilíbrio nutricional e os efeitos dos metais tóxicos na planta (SAVANT et al., 1997; EPSTEIN, 2001). Considerando as culturas de trigo e de pepino, foi verificado que a adição de Si protege os tecidos foliares contra os danos oxidativos da membrana sob estresse salino, melhorando o crescimento das plantas (ZHU et al., 2004; GONG et al., 2005). Na cultura da cevada, o silício apresentou a característica de regulador de

crescimento, sendo utilizado potencialmente em condições onde ocorre toxicidade de sódio e boro (GUNES et al., 2007). Em sorgo, o silício afeta a condutância estomática, em plantas sob condições de estresse (HATTORI et al., 2007). Romero-Aranda et al. (2006), a fim de investigar o papel em atenuar os efeitos deletérios da salinidade no crescimento do tomateiro, testaram a concentração de 0 e 80 mM de NaCl combinado com 0 e 2,5 mM de Si. As plantas tratadas com NaCl somente, mostraram uma redução no peso da matéria seca da planta e área foliar total da planta de 55% e de 58%, respectivamente, quando a redução nas plantas tratadas com NaCl mais Si foi somente de 31% e 22%, respectivamente. A aplicação de Si melhora o armazenamento da água dentro dos tecidos da planta, o que permite uma maior taxa de crescimento, que por sua vez, promove a diluição salina na planta, atenuando os efeitos tóxicos salino.

Na morfologia das plantas, o Si atua de forma benéfica com a deposição de sílica em tricomas e células epidérmicas, proporcionando maior rigidez, atuação na formação de papilas e halos, atuando como barreira física à penetração das hifas de fungos em várias culturas (VOLK et al., 1958; KUNOH & ISHIZAKI, 1975; SAMUELS et al., 1994; DATNOFF et al., 2001; RODRIGUES et al., 2003). Pozza et al., (2004) observaram que o aumento da resistência do cafeeiro à cercosporiose foi devido ao maior espessamento da cutícula e ao aumento da absorção de micronutrientes pelas plantas tratadas com Si.

O Si pode atuar ativando a síntese de compostos fenólicos, os quais funcionam como substâncias inibidoras ao desenvolvimento de fungos por ativação de barreiras químicas e bioquímicas das plantas (CHERIF et al., 1994; BÉLANGER & MENZIES, 2003; RODRIGUES et al., 2003). Portanto, o envolvimento do Si na redução de doenças de plantas pode ocorrer tanto pela participação na estrutura das paredes celulares quanto pela ativação de mecanismos específicos, como a produção de fitoalexinas (FAWE, 1998; RÉMUS-BOREL et al., 2005).

### **2.2.3.1. Silício no manejo de doenças de plantas**

Dannon & Wydra (2004) estudaram o efeito do ácido monossilícico (20 ml) na redução de murcha bacteriana *Ralstonia solanacearum* (Smith) em cultivo hidropônico do tomateiro. Foi observado uma distribuição desigual de Si, sendo maior concentração

localizada nas raízes e muito pouco sendo observado nas hastes e nas folhas, observou-se uma maior tolerância a doença no genótipo suscetível (L390) e no genótipo de resistência moderada (King Kong2) quando estas foram submetidas ao tratamento com o ácido monossilícico.

Pereira et al. (2003) utilizaram diferentes fontes de silício aplicado via solo, para o tomateiro e não notaram nenhuma influência quanto à produtividade.

Moraes et al. (2006), ao aplicarem silicato de sódio em feijoeiro via foliar, observaram que ocorreu uma redução de 64% na área abaixo da curva da antracnose, e maior duração de área foliar sadia (HAD).

De acordo com Brecht et al. (2004), a aplicação do silicato de cálcio aplicado isoladamente, clorotalonil e silicato de cálcio mais clorotalonil reduziu a área abaixo da curva de progresso da brusone (*Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc.) em um tipo de grama (*Stenotaphrum secundatum* (Walter) Kuntze.) em 7,65 a 68%, 28,34 a 59% e 41,55 a 68%, respectivamente, comparado ao controle. Portanto, o tratamento com silicato de cálcio em solos deficientes de silício pode ser uma opção para reduzir o desenvolvimento da brusone em grama, quando o ambiente for favorável, reduzindo o número de aplicações com fungicidas. O silicato de cálcio atua no crescimento fisiológico, fazendo com que o gramado se estabeleça de forma mais rápida, reduzindo despesas com controle de ervas daninhas e tendo um menor intervalo para a colheita da grama.

Na cultura do arroz, a incidência da mancha parda (*Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker) onde foi aplicado Si, fungicida, Si combinado com fungicida e o controle (sem aplicação de Si e fungicidas) foi de 36%, 27%, 13% e 73%, respectivamente. Em relação a brusone (*Pyricularia grisea*), a severidade e a área abaixo da curva de progresso da doença foram reduzidos quando se empregou Si combinado com fungicida, seguido pelo Si e pelo fungicida aplicado isoladamente (DATNOFF & SNYDER, 1994; DATNOFF et al., 1997). Para ambas doenças a maior redução na intensidade foi obtida integrando-se aplicações de Si e fungicida. A aplicação de Si antes do plantio pode eliminar ou reduzir o número de aplicações de fungicidas durante o ciclo da cultura, além de contribuir com o aumento da produção de arroz.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre, ES (latitude = 20°45'S, longitude = 41°28'W e altitude = 150 m) nos períodos de junho a setembro de 2006 (experimento 1, E1) e de abril a julho de 2007 (experimento 2, E2). Utilizou-se a cultivar de tomate tipo salada Topseed Garden, suscetível à requeima (*Phytophthora infestans*). Os experimentos foram conduzidos em dois locais diferentes para evitar o possível resíduo do silicato de potássio no solo, fato que reduziria a ocorrência de erros.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados com 3 repetições, sendo que no E1 testaram-se 4 tratamentos e no E2 5 tratamentos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tratamentos empregados nos experimentos conduzidos nos períodos de junho a setembro de 2006 (E1) e de abril a julho 2007 (E2)

Tratamentos*	Épocas de aplicações dos tratamentos (dias após o transplântio) no E1									
	34	41	48	55	62	69	76	83	90	97
1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP
3	FP	FS	FP	FS	FP	FS	FP	FS	FP	FS
4	FP	SP	FS	SP	FP	SP	FS	SP	FP	SP
Tratamentos	Épocas de aplicações dos tratamentos (dias após o transplântio) no E2									
	29	36	43	50	57	64	71	78		
1	--	--	--	--	--	--	--	--		
2	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP	SP		
3	FP	FS	FP	FS	FP	FS	FP	FS		
4	FP	SP	FS	SP	FP	SP	FS	SP		
5	FP+SP	FS+ SP	FP+ SP	FS+ SP	FP+ SP	FS+ SP	FP+ SP	FS+ SP		

\* Tratamento 1 = testemunha; 2 = aplicação de silicato de potássio (SP) (FertiSil®, INEOS Silicas Brasil Ltda) na dose de 30 mL/L; 3 = fungicida protetor (FP) (Mancozeb, 200 g/100L) e fungicida contato/sistêmico (FS) (Curatane, 200 g/100L); 4 = fungicida protetor (FP), fungicida contato/sistêmico (FS) e silicato de potássio (SP); e 5 = fungicida protetor e silicato de potássio (FP+SP) e fungicida contato/sistêmico e silicato de potássio (FP+SP).

O T5 foi utilizado no E2 para verificar se o silicato de potássio potencializaria o efeito do fungicida.

As pulverizações foram realizadas com pulverizador manual costal com capacidade para 20 litros de calda, com bico cônico.

Cada parcela experimental foi constituída por 4 fileiras de 10 plantas, em espaçamento de 1,2 x 0,6 m, o que totalizou 40 plantas por parcela. Foram consideradas as 2 fileiras centrais, como parcela útil, sendo que em cada uma dessas fileiras foram marcadas as 4 plantas centrais de modo que todas as avaliações foram realizadas em 8 plantas por parcela. Assim, no E1 foram avaliadas 96 plantas e no E2 120 plantas.

Todas as práticas culturais foram efetuadas conforme recomendação para a

cultura (FILGUEIRA, 2003). A suplementação hídrica foi realizada com irrigação por gotejamento. Para manejo da broca, foi aplicado o inseticida Fastac®100 Basf (10mL/100L) semanalmente.

Antes do transplante, foram realizadas análises de solo nos locais dos experimentos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Análises químicas do solo nas áreas onde foram instalados os experimentos conduzidos no período de junho a setembro de 2006 (E1) e de abril a julho 2007 (E2)

Análise química											
	pH	S-SO <sub>4</sub> <sup>1</sup>	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	C.O. <sup>2</sup>	M.O. <sup>3</sup>
	H <sub>2</sub> O	-----mg/dm <sup>3</sup> -----			-----cmol/dm <sup>3</sup> -----				mg/dm <sup>3</sup>	----g/kg----	
E1	6,4	6,53	26	219	3,4	1,1	0	2,6	12	10	17,25
E2	6,4	2	11	175	2,5	1,3	0	3,2	3	11,4	19,7

Análise química											
	CTC <sup>4</sup>	S.B. <sup>5</sup>	V <sup>6</sup>	M <sup>7</sup>	ISNa <sup>8</sup>	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Si
	---mol/dm <sup>3</sup> ---		-----%-----		-----mg/dm <sup>3</sup> -----						
E1	7,77	5,11	65,7	0	0,7	81,1	3	5,4	35,7	0,2	15
E2	7,46	4,26	57,1	0	0,2	191	4	8	117	0,5	14

<sup>1</sup>S-SO<sub>4</sub> = enxofre; <sup>2</sup>C.O. = carbono orgânico; <sup>3</sup>M.O. = matéria orgânica; <sup>4</sup>CTC = capacidade de troca catiônica; <sup>5</sup>SB = soma de base; <sup>6</sup>V = saturação em bases; <sup>7</sup>M = saturação por alumínio; e <sup>8</sup>ISNa = índice salino-sódio. Os Métodos de extração utilizados foram: pH = Água; enxofre(S) = Cloreto de Bário; fósforo (P), potássio (K), sódio (Na) = Mehlich 1; cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) = Cloreto de potássio (KCl); acidez potencial (H+Al) = Acetato de Cálcio; matéria orgânica (M.O.) = Dicromato de potássio; zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) = Mehlich 1; boro (B) = Cloreto de Bário; e silício (Si): Ácido Acético.

As recomendações de adubação foram feitas com base nas análises de solo (RIBEIRO et al., 1999). No E1, foram requeridos 200 kg/ha de N, 600 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 200 kg/ha de K<sub>2</sub>O sendo necessários 112 kg de super fosfato simples, 37 kg de sulfato de amônio e 12 kg de cloreto de potássio. No E2, foram requeridos 200 kg/ha de N, 900 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 200 kg/ha de K<sub>2</sub>O, sendo necessários 210 kg de super fosfato simples, 47 kg de sulfato de amônio e 16 kg de cloreto de potássio.

Os dados climáticos foram coletados diariamente em uma estação meteorológica convencional instalada a 200 m dos experimentos. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo "Aw", tropical com inverno seco.

A severidade da requeima nas folhas das plantas avaliadas foi estimada

semanalmente por meio de escala diagramática (BOFF, 1988) sendo iniciada no dia posterior à primeira aplicação dos produtos.

Com os dados de severidade obtidos ao longo do tempo, foram elaboradas as curvas de progresso da requeima, às quais foram ajustadas aos modelos exponencial, logístico, de gompertz e monomolecular (JESUS JUNIOR et al., 2004). Como não foi possível ajustar os dados de todos os tratamentos em um único modelo, foi realizada uma exploração gráfica da epidemia para fins comparativos. Desse modo, foram obtidas as seguintes variáveis a partir da curva de progresso: severidade máxima ( $Y_{m\acute{a}x}$ ), tempo para atingir a máxima severidade (TAMS) e a taxa de progresso da doença ( $r$ ).

A taxa foi determinada para o intervalo compreendido até atingir a  $Y_{m\acute{a}x}$  e TAMS, utilizando-se a fórmula de acordo com Campbell & Madden (1990):

$$r = (Y_2 - Y_1) / (T_2 - T_1)$$

Em que:  $Y_1$  e  $Y_2$  = severidade da doença no primeiro e no segundo ponto da curva, respectivamente e  $T_2 - T_1$  o intervalo entre as avaliações, em dias.

Os valores obtidos ao longo das avaliações foram utilizados para calcular a área abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR) através da integração trapezoidal (SHANER & FINNEY, 1977):

$$AACPR = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} \right] \cdot (t_{i+1} - t_i)$$

Em que:  $y_i$  = proporção de doença no  $t_i$ , e  $t_i$  = tempo em dias e  $n$  é o número total de avaliações.

Foram realizadas avaliações semanais do desenvolvimento do hospedeiro com base na medição da maior largura da folha. Esses dados foram transformados em área foliar através da equação proposta por BLANCO & FOLEGATTI (2003):

$$LA = 0,708.W^2 - 10,44.W + 83,4$$

Em que:  $LA$  = área foliar ( $\text{cm}^2$ ) e  $W$  = maior largura da folha (cm).

A partir dos dados de área foliar, foi calculada a duração da área foliar sadia (HAD, em dias), definida como a integral, em função do tempo e do índice de área foliar de acordo com a equação (JESUS JUNIOR et al., 2004):

$$HAD = \sum_{i=1}^n [LAI_i(1 - y_i) + LAI_{i+1}(1 - y_{i+1}) / 2] (t_{i+1} + t_i)$$

Em que:  $LAI_i$  = índice de área foliar no tempo  $i$ ;  $y_i$  = proporção de doença no  $t_i$ ;  $t_i$  = tempo em dias; e  $n$  = número total de avaliações.

No E1, foi coletada uma folha representativa do terço médio das plantas marcadas, totalizando 8 folhas, para análise da concentração de potássio (K) e silício (Si) 88 dias após o transplântio (DAT). As folhas foram lavadas para retirar a deposição de silicato de potássio na superfície e, posteriormente, procedeu-se a secagem do material vegetal em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até o peso constante da matéria seca, o que ocorreu em torno de 72 horas. Após esse período, o material foi triturado em moinho tipo Willey. A concentração foliar de Si e de K foram determinadas de acordo com metodologias de KORNDÖRFER et al. (2004) e SILVA (1999), respectivamente.

Para a quantificação da produtividade foram colhidos frutos semanalmente no estágio verde-maduro. No E1, além da produção total, também foi avaliada a perda de resistência à compressão (PRES, em %) e o tempo de prateleira dos frutos (TPRA, em dias). A variável resistência à compressão foi mensurada considerando-se a redução (%) de firmeza obtida através da relação firmeza final/firmeza inicial dos frutos. Como firmeza final foi considerada a última medição dos diâmetros (maior e menor) antes do fruto apresentar colapso, ou seja, amolecimento excessivo, perda do formato original e/ou surgimento de rachaduras e vazamentos. Dessa forma, os efeitos dos tratamentos apresentando menores valores foram considerados os melhores, ou seja, com maior resistência à compressão. A firmeza dos frutos foi mensurada com base na técnica de aplanção (CALBO & CALBO, 1989; CALBO & NERY, 1995). Em função dos resultados obtidos no E1, somente foi avaliada a produção total no E2.

### 3.2. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Software SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) conforme EUCLIDES (1983). As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Para as variáveis, AACPR, AACPRy, Ymáx, TAMS, LAD, HAD, produção, concentração de Si e K, PRES e TPRA foram feitas análises de variância, de acordo com o modelo estatístico apresentado para cada experimento individualmente.

As análises foram realizadas de acordo com o seguinte modelo estatístico, considerado misto:

$$Y_{ij} = \mu + b_j + t_i + e_{ij}, \text{ sendo:}$$

Em que:

$Y_{ij}$  = valor observado relativo à parcela que recebeu o tratamento i no bloco j;

$\mu$  = média geral do experimento fixa;

$t_i$  = efeito do tratamento i fixo;

$b_j$  = efeito do bloco j, aleatório;

$e_{ij}$  = erro associado à observação  $Y_{ij}$ , aleatório.

As premissas normalmente associadas a esse modelo são:

(i)  $t_i$ , considerado fixo;  $E(t_i) = t_i$ ;  $E(t_i^2) = t_i^2$ ; e  $\sum t_i = 0$ ;

(ii)  $b_j \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$ ; (ou seja, os erros apresentam distribuição normal

independente, com média zero e variância  $\sigma_b^2$ );

(iii)  $e_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ ;

(iv)  $b_j$  e  $e_{ij}$  são efeitos aleatórios independentes, para todo i e j.

O esquema para as análises de variâncias considerando o modelo apresentado encontra-se na Tabela 3 (BARBIN, 1993).

**Tabela 3.** Esquema das análises de variâncias utilizando delineamento em blocos casualizados, indicando os graus de liberdade, quadrados médios (QM) e suas respectivas esperanças E(QM)

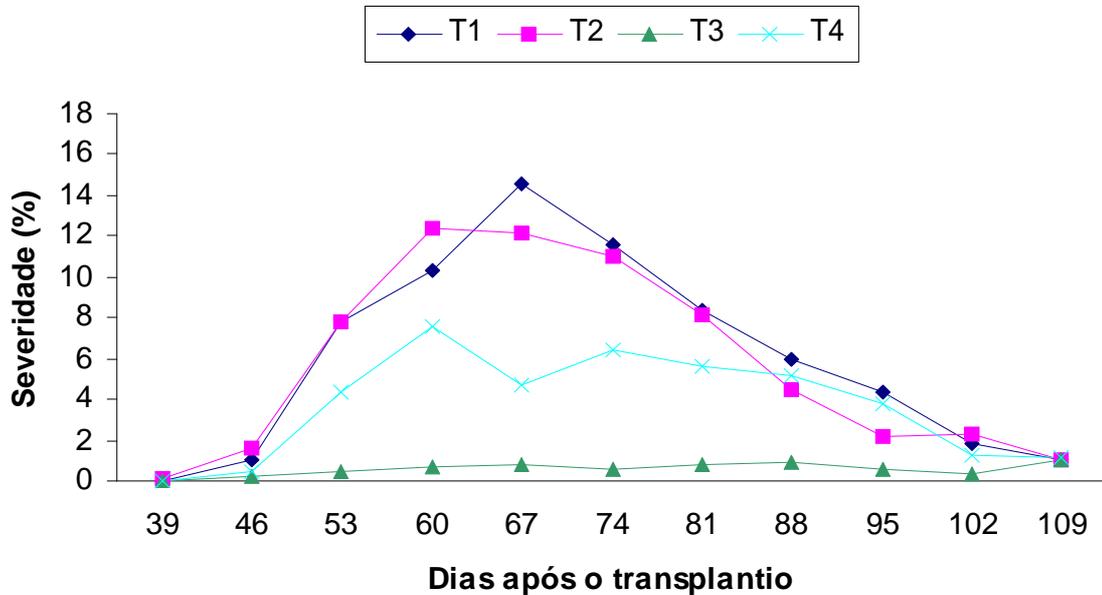
Fonte de Variação	Graus de liberdade	QM	E(QM) <sup>1</sup>
Blocos	J - 1	$QM_b$	$\sigma^2 + I\sigma_b^2$
Tratamentos	I - 1	$QM_t$	$\sigma^2 + J\Phi_t$
Resíduo	(I - 1) (J - 1)	$QM_{resíduo}$	$\sigma^2$
Total	IJ - 1		

$${}^1 \Phi_t = \frac{\sum_i t_i^2}{I - 1}.$$

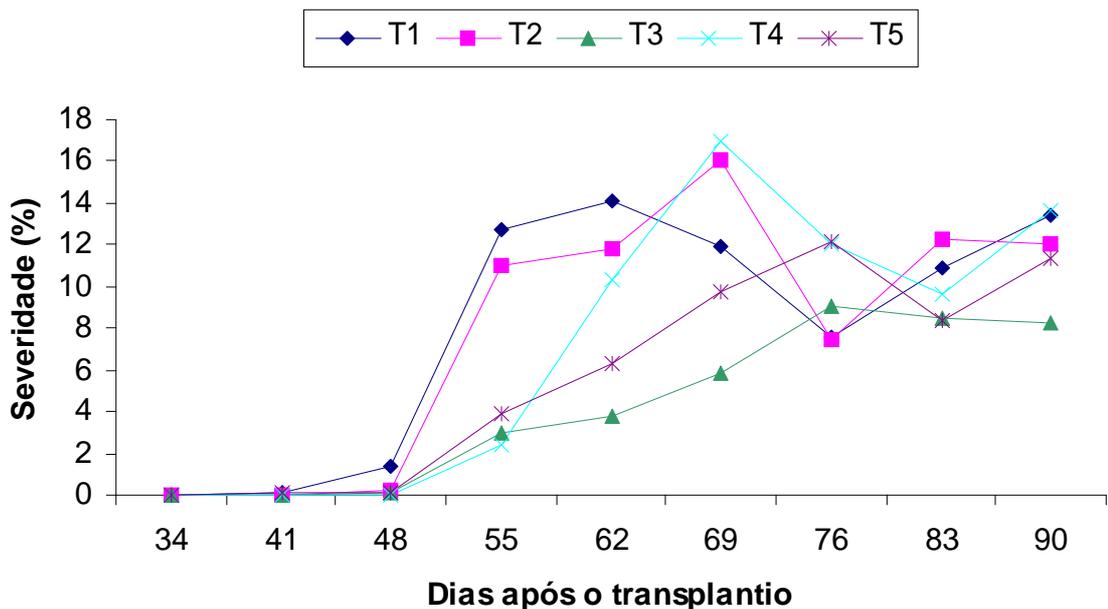
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Curvas de progresso da requeima

As curvas de progresso da requeima apresentaram padrões diferentes para cada tratamento, não sendo possível selecionar uma única curva de progresso empregando-se os modelos exponencial, logístico, de gompertz e monomolecular (Figuras 1 e 2). Esse fato inviabilizou a comparação da taxa de progresso estimada pelos modelos, pois só é possível comparar as taxas quando as mesmas forem obtidas por um mesmo modelo. Assim, optou-se pela exploração gráfica das epidemias (JESUS JUNIOR et al., 2004), a qual apresenta a mesma importância que o uso de modelos.



**Figura 1.** Severidade da requeima do tomateiro em função do tempo para os diferentes tratamentos. Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicidas; T2 – silicato de potássio semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente. Dados do experimento 1, conduzido de junho a setembro de 2006, em Alegre, ES.



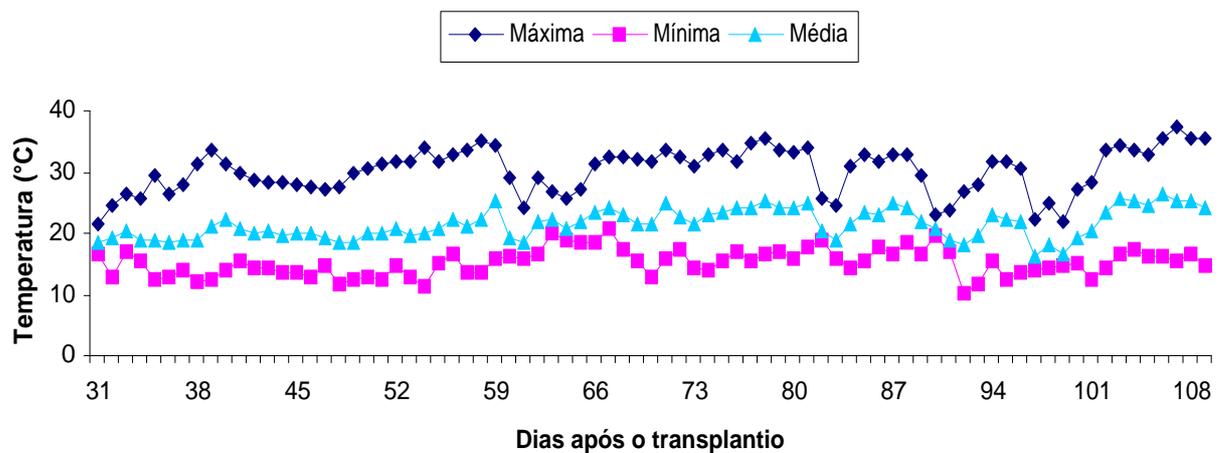
**Figura 2.** Severidade da requeima do tomateiro em função do tempo para os diferentes tratamentos. Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicidas; T2 – silicato de potássio semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor) juntos semanalmente. Dados do experimento 2, conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES.

A curva epidemiológica representa-se mediante a intensidade de doença em relação ao tempo, como variável independente. Verifica-se que no E1, o T3 proporciona menores valores de severidade, sendo que a severidade final é inferior a 1% (Figura 1). Esse resultado corrobora os dados obtidos por outros autores, os quais verificaram a eficiência e a importância da utilização de fungicidas no controle da requeima (TÖFOLI et al., 2003; DUARTE et al., 2007), sendo que alguns, inclusive, acham imprescindível a utilização deles. Por outro lado, nas demais plantas que receberam o tratamento, a severidade da requeima é maior. De um modo geral, a severidade da requeima nas plantas aumenta até 60 dias após o transplante (DAT) em todos os tratamentos, sendo que a partir desse momento começou a ocorrer desfolha natural ou devido ao efeito da requeima, fato que pode ter ocasionado uma redução na severidade (Figura 1). Aos 67 DAT, as severidades nas plantas dos T3 e T4 são 0,75 e 4,69%, respectivamente, as quais são estatisticamente iguais entre si, mas diferentes do T1 e T2, com valores de 14,58 e 12,11%, respectivamente. Nessa avaliação, é observada uma redução da severidade no T4 devido à anterior aplicação de fungicida. Aos 74 DAT, as severidades nas plantas dos T3 e T4 são estatisticamente diferentes da testemunha (T1). Nessa avaliação, é observado um aumento na severidade das plantas no T4 e uma redução da severidade nas plantas da testemunha (T1) em comparação com a avaliação anterior. Esse fato ocorreu em função de ter sido aplicado silicato de potássio na semana anterior, no T4 e no T1, o que promoveu um desenvolvimento da requeima, porém este aumento foi acentuado no T1 ocasionando a desfolha, ou seja, reduzindo a severidade da requeima quantificada. No entanto, a severidade é estatisticamente diferente entre esses tratamentos. O T3 é o mais eficiente na redução da severidade da requeima, sendo que seu efeito difere dos demais tratamentos.

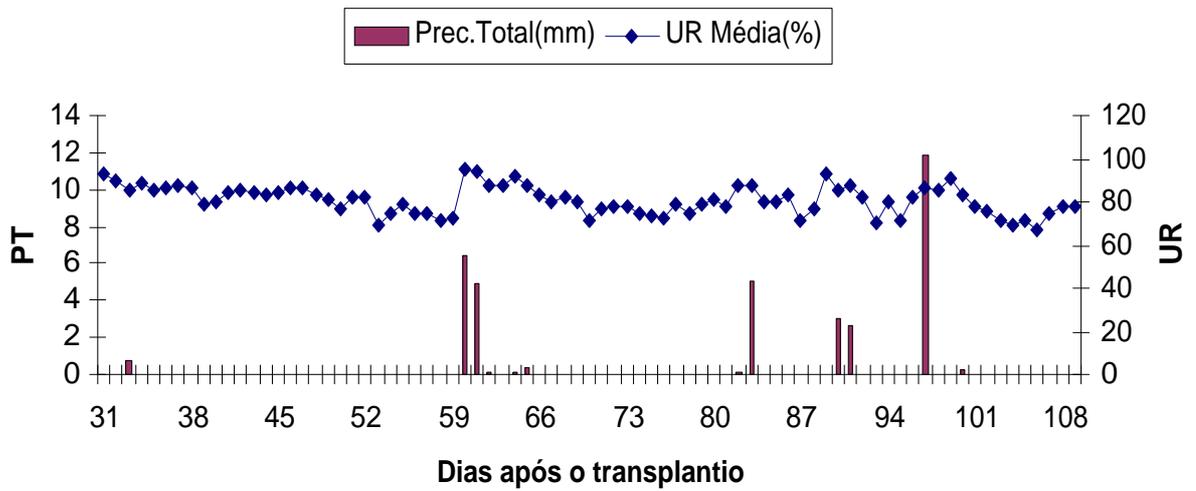
No E2, contrariamente, mesmo após a ocorrência de desfolha, os valores de severidade da requeima em todos os tratamentos se mantêm altos. Isso pode ser explicado devido às condições climáticas estarem altamente favoráveis à epidemia, ou seja, alta umidade relativa e temperaturas amenas fazendo com que os produtos tivessem sua eficácia reduzida (Figura 2). Isso é nitidamente verificado aos 55 DAT, quando as severidades nas plantas são maiores em todos os tratamentos quando comparados com o observado aos 48 DAT. Aos 69 DAT, observa-se que as curvas

de severidade até este ponto nos T2, T3, T4 e T5 são crescentes, porém no T1 há uma queda na curva devido à desfolha.

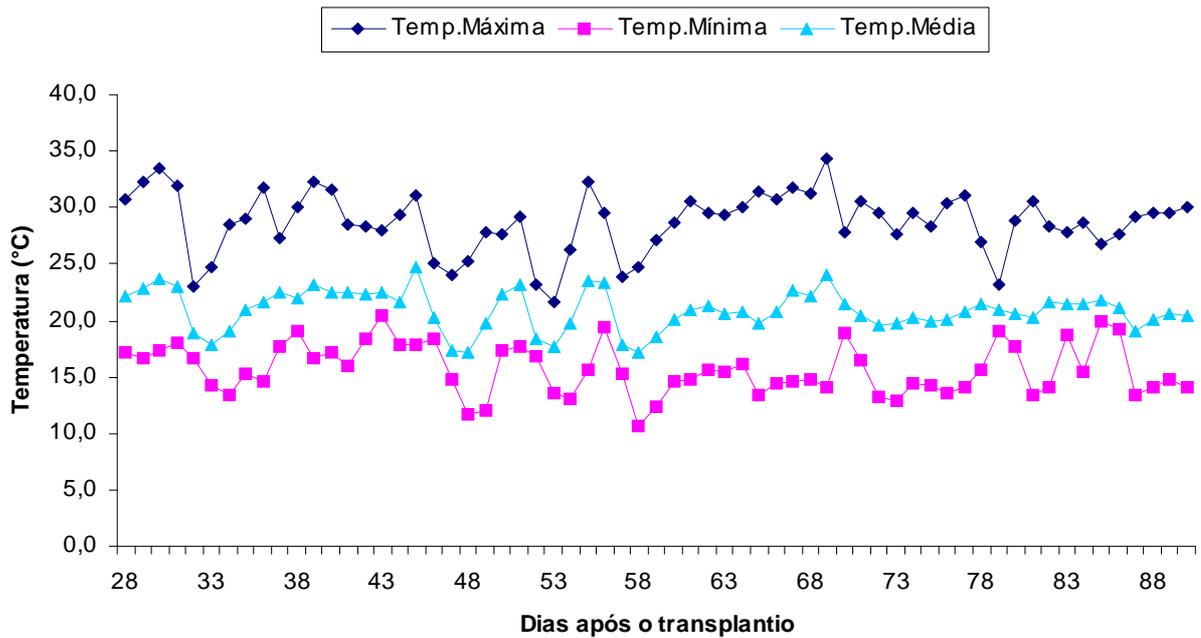
De um modo geral, as condições ambientais foram favoráveis ao desenvolvimento da requeima. No E1, a temperatura média diária variou de 16,3 a 26,4°C, o que favoreceu a doença, no entanto, em alguns dias, a temperatura média diária ultrapassou 24°C fazendo com que o progresso da requeima fosse reduzido (Figura 3). A umidade relativa média variou de 66 a 95% e a precipitação foi distribuída irregularmente ao longo do tempo variando de 0 a 11,9 mm diário total (Figura 4). No E2, a temperatura média diária variou de 17,1 a 24,8°C, temperaturas altamente favoráveis ao desenvolvimento da epidemia (Figura 5). A umidade relativa média variou de 18 a 81% e a precipitação de 0 a 7,6 mm (Figura 6).



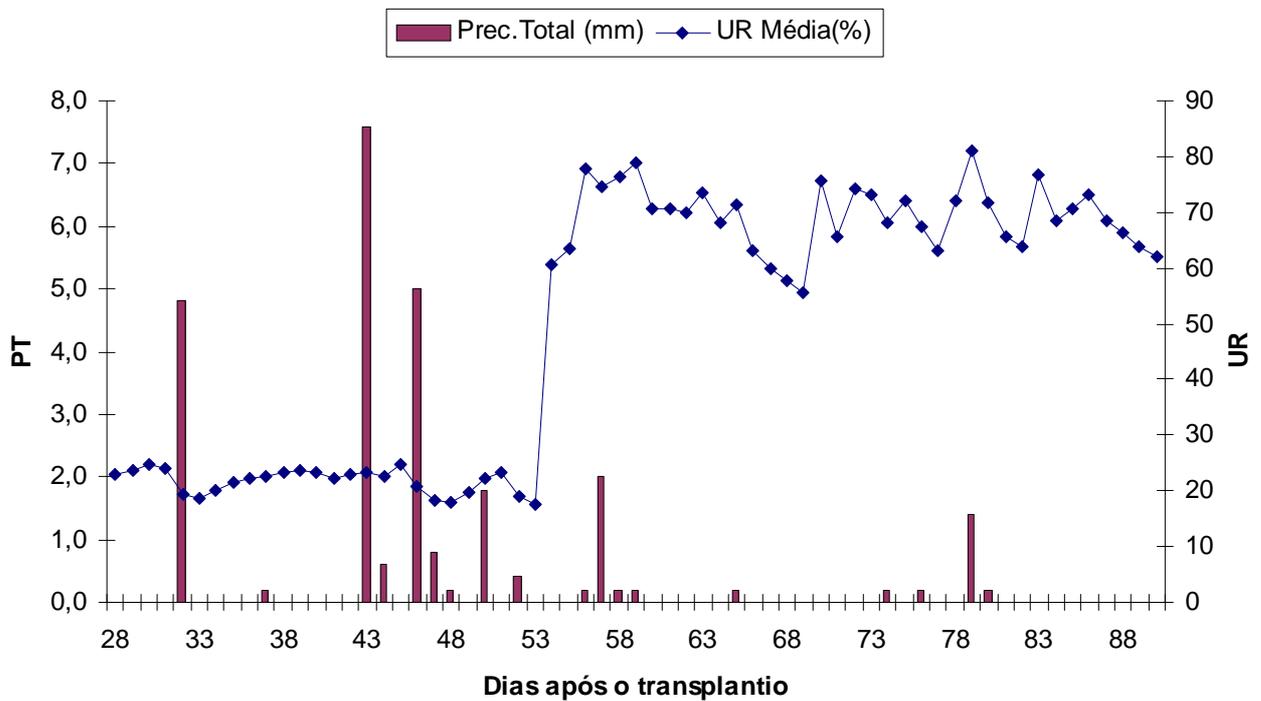
**Figura 3.** Dados de temperaturas máxima, mínima e média ocorridas no primeiro experimento conduzido de junho a setembro de 2006, em Alegre, ES.



**Figura 4.** Dados da precipitação total (PT) e umidade relativa (UR) média ocorridas no primeiro experimento conduzido de junho a setembro de 2006, em Alegre, ES.

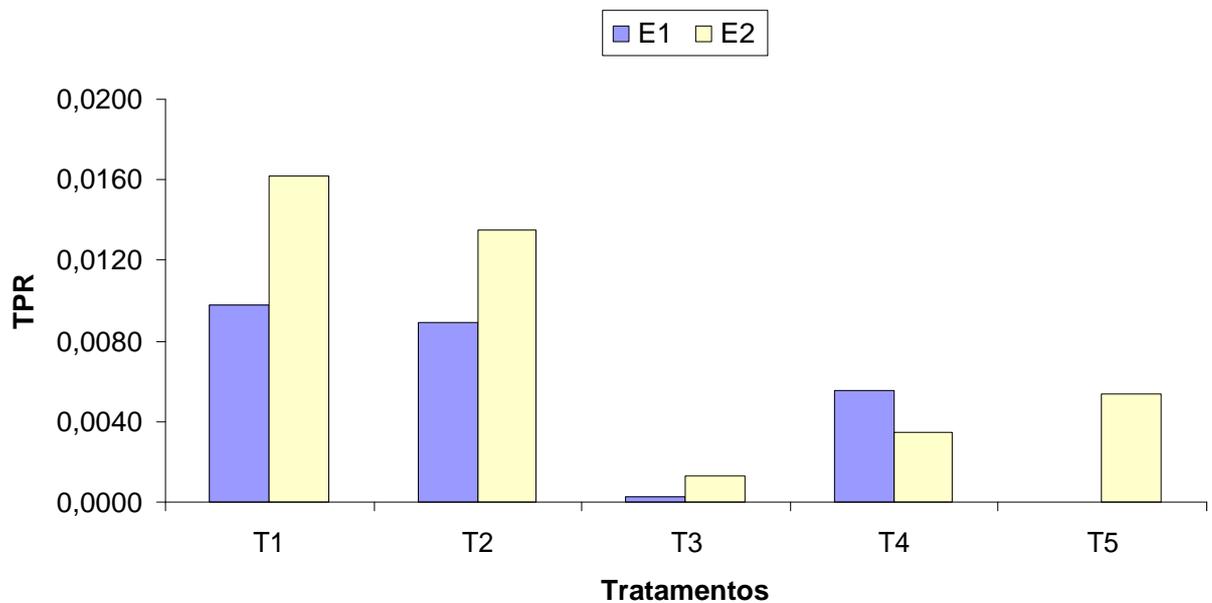


**Figura 5.** Dados das temperaturas máxima, mínima e média ocorridas no segundo experimento conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES.



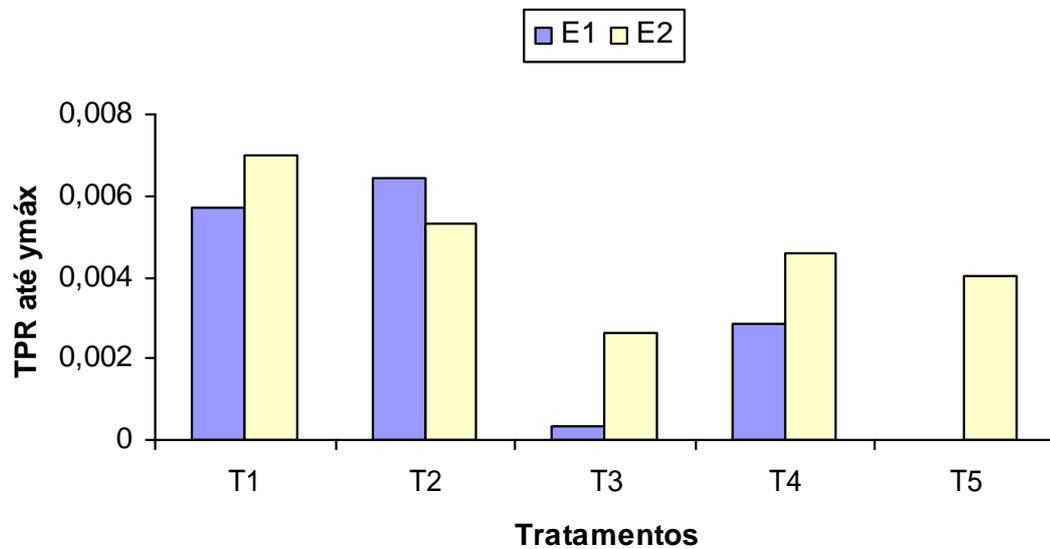
**Figura 6.** Dados da precipitação total (PT) e umidade relativa (UR) média do segundo experimento conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES.

No E1, verifica-se que as taxas de progresso da quequeima nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 são 0,0097, 0,0089, 0,0002 e 0,0055, respectivamente. No E2, verifica-se que as taxas de progresso da doença no T1, T2, T3, T4 e T5 são 0,0162; 0,0135; 0,0013; 0,0035 e 0,0054, respectivamente (Figura 7). No caso do T1 há aumento em um dia de cerca de 0,0162 unidade de severidade/dia, ou seja, quanto menor a taxa significa dizer que o tratamento está sendo mais eficiente nesse determinado ponto. Assim, podemos verificar que os tratamentos que receberam aplicações de fungicidas (T3, T4 e T5) apresentam taxas de progresso menores quando comparados aos tratamentos sem a utilização de fungicidas (T1 e T2).



**Figura 7.** Taxa de progresso da requeima (TPR) para os períodos compreendidos entre 46-53 e 48-55 dias após o transplante, em E1 e E2, respectivamente. No E1 e E2 os tratamentos foram: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente. No E2 foi adicionado o T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. Experimentos conduzidos em Alegre, ES.

No E1, verifica-se que as taxas de progresso da requeima até atingir a severidade máxima nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 são 0,0057, 0,0064, 0,0003 e 0,0029, respectivamente. No E2, verifica-se que as taxas de progresso da doença no T1, T2, T3, T4 e T5 são 0,0070, 0,0053, 0,0026, 0,0046 e 0,0040, respectivamente (Figura 8). Os tratamentos que obtiveram menores taxas são os mais eficientes até as plantas atingirem a severidade máxima, que foi o tratamento com aplicação semanal de fungicida em ambos os experimentos. Assim, podemos verificar que os tratamentos que receberam aplicações de fungicidas (T3, T4 e T5) apresentam taxas de progresso menores quando comparados aos tratamentos sem a utilização de fungicidas (T1 e T2).

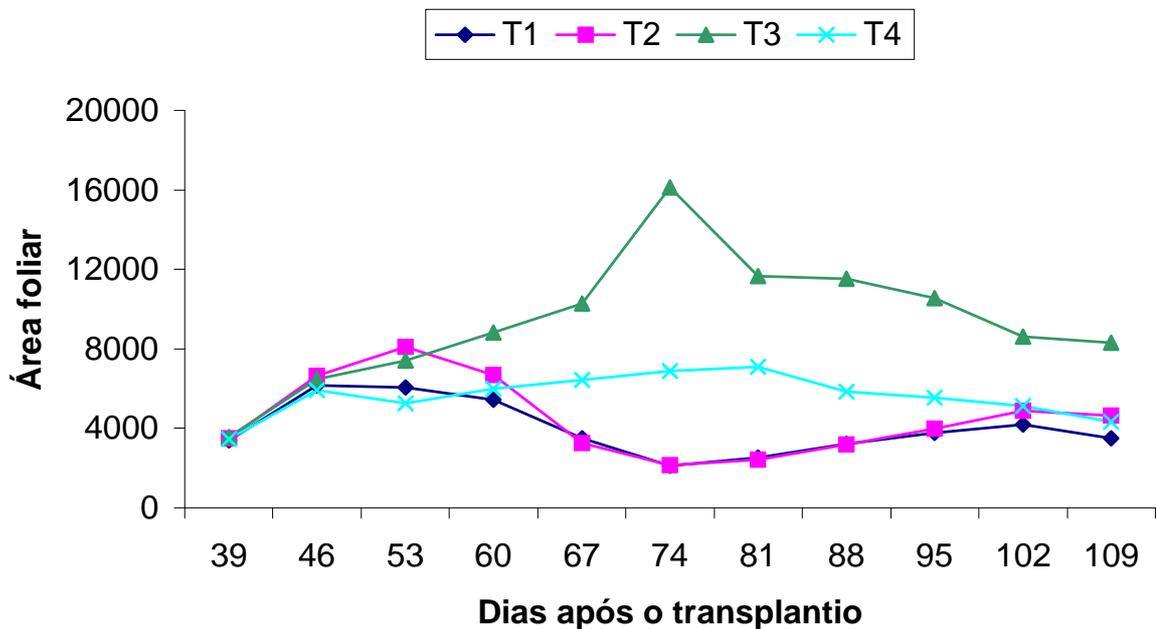


**Figura 8.** Taxa de progresso da requeima (TPR) até a severidade máxima (ymáx). Os tratamentos foram: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente. No E2 foi adicionado o T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. Experimentos conduzidos em Alegre, ES.

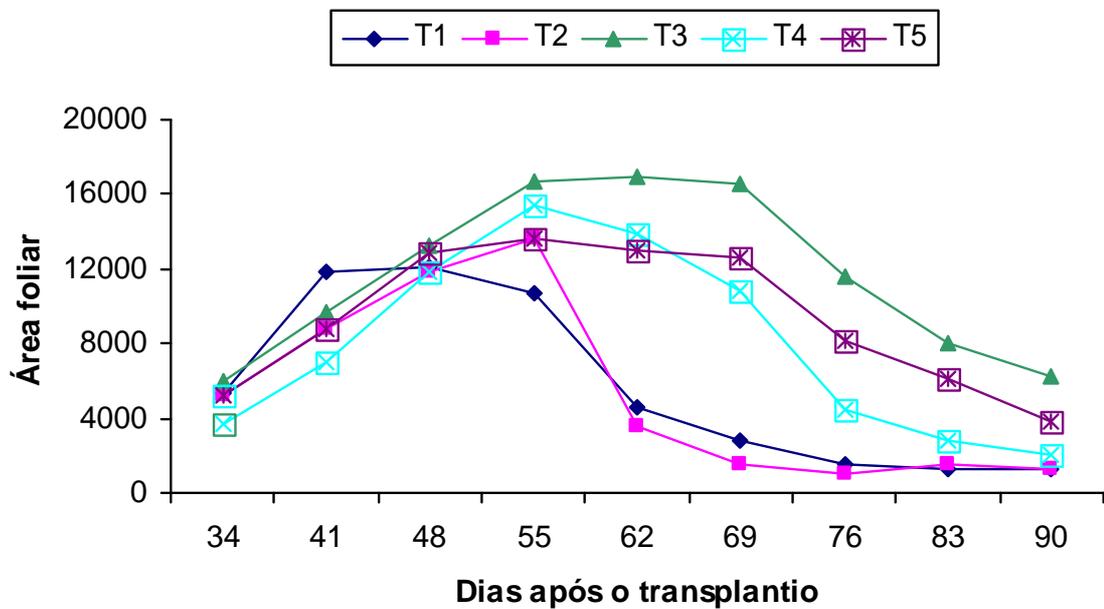
A maioria dos estudos epidemiológicos não considera o crescimento do hospedeiro, mesmo sabendo que este sofre mudanças ao longo da epidemia, o que pode afetar a dinâmica do patógeno e da doença. Assim, o ideal é que tanto as populações do patógeno quanto do hospedeiro sejam quantificadas. Nesse sentido, avaliou-se o crescimento do tomateiro por meio da determinação da área foliar (AF). Com os dados de AF ao longo do tempo, foram traçadas as curva de progresso da área foliar (Figuras 9 e 10) e determinada, por integração trapezoidal, a duração da área foliar (LAD).

No E1, a AF do T3 aumenta até os 75 dias após o transplântio. A partir desse momento há uma redução nos valores de AF devido à planta estar em fase de produção, o que faz com que os frutos atuem como dreno de nutrientes. Além disso, a requeima causa desfolha, o que contribui para redução da AF. No T4, a área foliar se mantém constante pelo fato de que em momentos onde as condições eram favoráveis ao maior desenvolvimento da requeima foi aplicado o silicato de potássio. Entretanto, não há sucesso no controle desta, comparado ao tratamento com aplicações de fungicida semanal (T3). Portanto, verifica-se que, no T4 mesmo com o crescimento do tecido foliar, ocorre também necrose da folha (Figura 9). No E2, verifica-se um aumento na área foliar no T1 até aos 41 DAT, nos demais tratamentos

ocorre até aos 55 DAT. Após esse período, ocorre uma queda devido a alteração na relação fonte-dreno (produção) e devido às condições climáticas estarem favoráveis ao desenvolvimento da requeima. No T3, verificam-se maiores valores de área foliar, porém os T5 e T4 apresentam maiores valores que o T2 e testemunha (T1) (Figura 10).



**Figura 9.** Área foliar (em cm<sup>2</sup>) do tomateiro em função do tempo para os diferentes tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente. Experimento conduzido de junho a setembro de 2006, em Alegre, ES.



**Figura 10.** Área foliar (em  $\text{cm}^2$ ) do tomateiro em função do tempo para os diferentes tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicidas; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. Experimento conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES.

## 4.2 Análises estatísticas

As variáveis dos dois experimentos foram analisadas, individualmente (Tabelas 4 e 5). Sendo que as médias dos tratamentos quando significativas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância considerando as variáveis: área abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR), área abaixo da curva de progresso da requeima até a severidade máxima (AACPRy), severidade máxima ( $Y_{\text{máx}}$ ), tempo para atingir a máxima severidade (TAMS), duração de área foliar (LAD), duração de área foliar sadia (HAD) e produção (PROD) obtidas no experimento E1. Alegre – ES, 2006

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios						
		AACPR	AACPRy	$Y_{\text{máx}}$	TAMS	LAD	HAD	PROD
Bloco	2	567,75 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>	24,76 <sup>ns</sup>	250,30 <sup>ns</sup>	114,70 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
Tratamento	3	95849,85*	22,56*	133,97*	393,45*	1729,90*	1579,56*	4,94*
Resíduo	6	6581,24	1,99	6,28	66,78	124,54	70,23	0,31
Total	11							
CV (%)		61,57	33,76	26,41	16,26	46,62	46,26	45,73

<sup>ns</sup> = não significativo; \* = significativo ao nível de 5% de probabilidade; e GL = graus de liberdade.

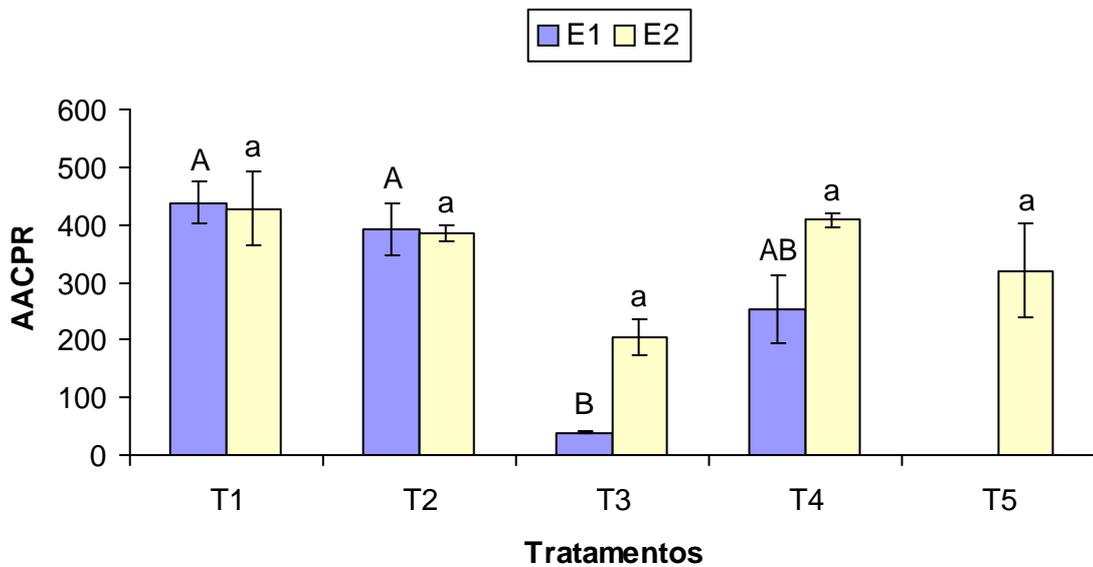
**Tabela 5.** Resumo das análises de variância considerando as variáveis: área abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR), área abaixo da curva de progresso da requeima até a severidade máxima (AACPRy), severidade máxima (Ymáx), tempo para atingir a máxima severidade (TAMS), duração de área foliar (LAD), duração de área foliar sadia (HAD) e produção (PROD) obtidas no experimento E2. Alegre – ES, 2007

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios						
		AACPR	AACPRy	Ymáx	TAMS	LAD	HAD	PROD
Bloco	2	9642,15 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	9,15 <sup>ns</sup>	68,44 <sup>ns</sup>	282,76 <sup>ns</sup>	44,09 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>
Tratamento	4	24687 <sup>ns</sup>	4,99 <sup>ns</sup>	40,60*	74,19 <sup>ns</sup>	1381,69*	831,55*	1,23*
Resíduo	8	6508,99	1,35	8,28	20,46	79,80	93,73	0,15
Total	14							
CV(%)		31,56	22,98	24,60	8,73	35,76	32,21	66,74

<sup>ns</sup> = não significativo; \* = significativo ao nível de 5% de probabilidade; e GL = graus de liberdade.

#### 4.2.1. Áreas abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR)

A área abaixo da curva de progresso da doença é muito empregada, como variável discriminatória de tratamentos. No E1, as AACPRs nos T1, T2, T3 e T4 são de 437, 392, 39 e 252, respectivamente, não sendo detectada diferença significativa entre os efeitos dos tratamentos 1, 2 e 4. O T3 apresenta melhor eficiência no manejo da requeima, porém seu efeito não difere do T4 (Figura 11). No E1, a AUDPC do T2, T3 e T4 é reduzida em 10,3; 91 e 42,3%, respectivamente, em comparação ao T1. No E2, os efeitos dos tratamentos não diferem estatisticamente, sendo que os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam valores de AUDPC de 427, 386, 203, 407 e 320, respectivamente (Figura 11). Esse fato pode ser explicado pelas condições climáticas altamente favoráveis à requeima. Nesse caso, nem a aplicação semanal de fungicida (T3) foi suficiente para reduzir a severidade da doença. Mesmo não sendo detectada diferença quando se compara a eficiência dos tratamentos com a testemunha, verifica-se redução de 9,6, 52,5, 4,7 e 25% na AUDPC, respectivamente, para os tratamentos 2, 3, 4 e 5.



**Figura 11.** Área abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR) para os diferentes tratamentos no E1 (conduzido de junho a setembro de 2006) e E2 (conduzido de abril a julho de 2007), em Alegre, ES. Os tratamentos foram: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (E1) ou minúscula (E2), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Barras para cada coluna representam o erro-padrão da média.

Duarte et al. (2007) analisaram o efeito da aplicação de duas concentrações de silicato de potássio (5 e 15 g/L) no manejo da requeima em tomateiro, concluindo que não houve diferença entre os efeitos dos tratamentos que receberam o produto, nas duas concentrações e a testemunha. Caso semelhante ocorreu, com o manejo da brusone em grama (BRECHT et al., 2004), onde, no tratamento que recebeu silicato de cálcio, a AACPD foi estatisticamente igual ao controle em dois locais. O efeito do tratamento com clorotalonil foi superior em todos os locais quando comparado ao controle, e o efeito do tratamento com silicato de cálcio mais clorotalonil, foi estatisticamente superior aos demais tratamentos, sendo mais eficiente na redução da AACPD. Neste trabalho os autores sugerem que fossem melhor manejadas as aplicações de fungicidas com silício, sendo que o número de aplicações poderia ser reduzido. O silício pode controlar diversas doenças no arroz igualmente a um fungicida, podendo assim ajudar a reduzir o número de aplicações do fungicida (DATNOFF et al., 1991). Seebold et al. (2004) estudaram o efeito do Si no manejo da brusone em arroz, concluindo que não houve diferença significativa na produção entre os tratamentos que receberam somente Si e os tratamentos que

receberam Si e fungicida. Além disso, todos os tratamentos aumentaram significativamente a produção comparada com a testemunha.

#### 4.2.2. Severidade máxima (Y<sub>máx</sub>).

No E1, a Y<sub>máx</sub> das plantas do T3 é estatisticamente diferente das Y<sub>máx</sub> dos tratamentos 1, 2 e 4, sendo reduzida em 90 e 45% nos T3 e T4, respectivamente, em comparação ao T1. No E2, a Y<sub>máx</sub> das plantas do T3 é estatisticamente diferente do T1, no entanto é igual aos tratamentos T2, T3, T4 e T5. Verifica-se redução de 45 e 13%, respectivamente, nos tratamentos 3 e 4 em relação a T1 (Tabela 6). Verificando a importância da utilização de fungicidas no decorrer da epidemia de requeima em tomateiro, Diniz et al. (2006), aplicando metalaxil, obtiveram valores de Y<sub>máx</sub> menores do que o uso da calda bordaleza, óleo de nim, leite de vaca a 20% em água e a testemunha.

**Tabela 6.** Severidade máxima (Y<sub>máx</sub>). Experimento conduzido de julho a setembro de 2006 (E1) e de abril a julho de 2007 (E2), em Alegre, ES

Tratamentos	E1	E2
	Y <sub>máx</sub> (%)	Y <sub>máx</sub> (%)
1	16,04 A*	21,28 a*
2	15,23 A	18,65 ab
3	1,65 B	11,75 b
4	8,90 A	18,47 ab
5	-	15,20 ab

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente.

#### 4.2.3. Tempo para atingir a máxima severidade (TAMS)

No E1 o TAMS varia de 65 a 91. Tanto o tratamento com fungicida (T3) quanto o tratamento com substituição de 50% da aplicação de fungicida por silicato de potássio (T4) geram resultados semelhantes (Tabela 7). Sendo esses tratamentos os que obtêm maiores valores de produção (4,39 e 3,03kg/planta) no T3 e T4, respectivamente. No E2, para essa mesma variável, todos os efeitos dos

tratamentos são estatisticamente iguais, no entanto os maiores valores de produção são encontrados nos T3 e T4 com valores de 1,69 e 1,12kg/planta, respectivamente.

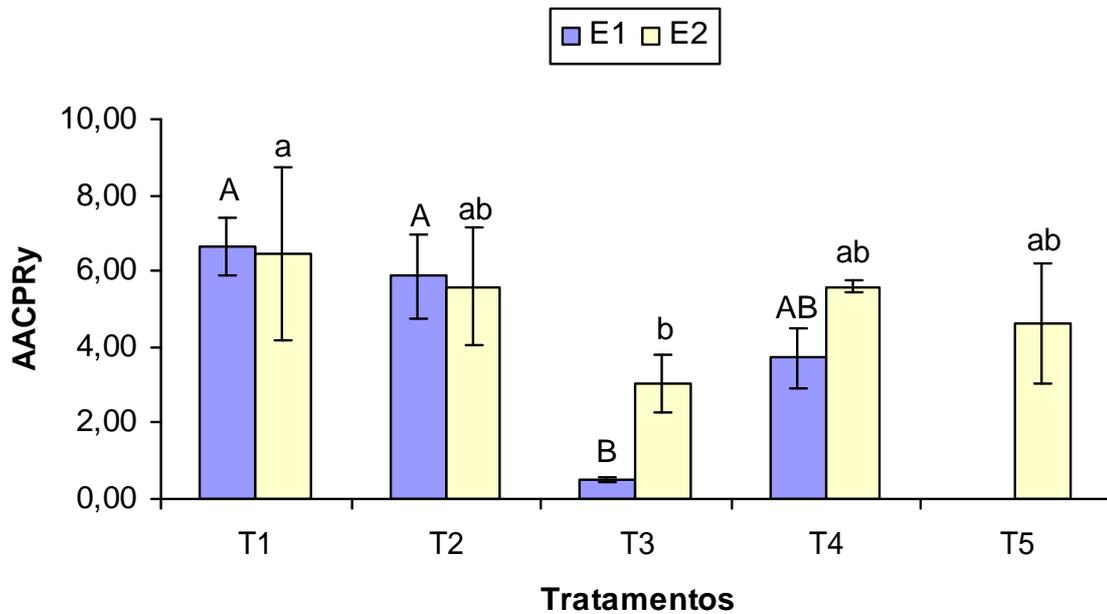
**Tabela 7.** Tempo para atingir a máxima severidade da doença (TAMS). Experimento conduzido de julho a setembro de 2006 (E1) e de abril a julho de 2007 (E2), em Alegre, ES

Tratamento	E1	E2
	TAMID (dias)	TAMID (dias)
1	68,87 B*	69,16 a*
2	65,08 B	70,12 a
3	91,04 A	79,75 a
4	74,41 AB	75,99 a
5	-	79,20 a

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente.

#### 4.2.4. Áreas abaixo da curva de progresso da requeima até atingir a severidade máxima (AACPRy)

No E1, as AACPRys nos T1, T2, T3 e T4 são de 6,6; 5,8; 0,5 e 3,7, respectivamente, não sendo detectada diferença significativa entre os efeitos dos tratamentos 1, 2 e 4. O T3 apresenta melhor eficiência no manejo da requeima, porém seu efeito não difere estatisticamente do T4 (Figura 12), sendo que a AACPRy no T2, T3 e T4 é reduzida em 11,6, 92,3 e 44,3%, respectivamente, em comparação ao T1. A aplicação semanal de fungicida (T3) foi suficiente para reduzir a severidade da doença, sendo este o tratamento mais eficiente. No E2, a AACPRy no T3 (3,0) é estatisticamente diferente daquela observada no T1(6,4) e igual as observadas nos T2 (5,6), T3, T4(5,6) e T5 (4,6). Verifica-se redução de 12,5; 52,3, 12,5 e 28% na AACPRy, respectivamente, para os tratamentos 2, 3, 4 e 5.



**Figura 12.** Áreas abaixo da curva de progresso da requeima até atingir a severidade máxima (AACPRy) para os diferentes tratamentos no E1 (conduzido de junho a setembro de 2006) e E2 (conduzido de abril a julho de 2007), em Alegre, ES. Os tratamentos foram: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (E1) ou minúscula (E2), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Barras para cada coluna representam o erro-padrão da média.

#### 4.2.5. Produção

Durante a condução dos E1 e E2, foram realizadas 10 e 8 pulverizações, respectivamente, sendo que esse número foi relativo somente à aplicação de silicato de potássio no T2 e de fungicidas sistêmico ou protetor, alternados semanalmente no T3. No T4, realizou-se pulverização com fungicida (sistêmico ou protetor) semanalmente alternado com a aplicação de silicato de potássio. Assim, houve uma redução de 50% na aplicação de fungicida em comparação com o tratamento 3 (Tabelas 8 e 9). Para o E2, adicionou-se o T5, o qual correspondeu a pulverização de silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor) juntos semanalmente.

Observa-se que o tratamento com menor valor de severidade máxima, tanto no E1 quanto no E2, é o T3, com valores de 1,65 e 11,25% respectivamente, sendo o tratamento que também proporciona maiores produções (4,39 e 1,69 kg/planta). No entanto, esse é o tratamento que recebeu maior número de pulverizações com fungicidas. Vale ressaltar que o resultado obtido com o T4 pode ser considerado

promissor, pois com a substituição de 50% das aplicações com fungicidas por silicato de potássio as severidades máximas são de 8,9 e 18,47% nos E1 e E2, com produção de 3,03 e 1,12 kg/planta, respectivamente.

O T4 apresenta produção maior que o T1 e T2. Nos tratamentos 2, 3 e 4 há um incremento de produção da ordem de 4,8, 163 e 81%, respectivamente, comparado à testemunha, sendo que o tratamento que reduziu a metade o número de pulverizações com fungicida (T4) apresenta cerca de 69% da eficiência do tratamento onde foram realizadas 10 aplicações com fungicida (T3) (Tabela 10). No E2, a produção nos tratamentos 3, 4 e 5 são consideradas estatisticamente iguais, mostrando a superioridade aos T1 e T2. Nos tratamentos T2, T3, T4 e T5 a produção aumenta em 104, 576, 348 e 544%, respectivamente, comparado à testemunha, sendo que o T4 (redução de 50% de fungicida) apresenta cerca de 66% da eficiência do T3 (fungicida semanal). Assim, verifica-se que o T5 não gera resultado superior ao T3, com relação a produção e as severidades da requeima, indicando que o silicato de potássio não potencializa o efeito dos fungicidas em aplicação conjunta. Datnoff et al. (1991), relataram que a aplicação de silicato de cálcio em combinação com fungicida causou uma redução da severidade da mancha marrom em arroz, em comparação com o tratamento que recebeu apenas aplicação de fungicidas. Isso pode ser explicado, em parte, pela diferença na capacidade de absorção do Si pelas plantas de arroz e tomate. O arroz é considerado uma planta com grande capacidade de absorção de Si, enquanto que o tomateiro apresenta capacidade menor (MA & YAMAJI, 2006).

Em ambos os experimentos, a produção no T2, onde foi aplicado somente silicato de potássio, não difere estatisticamente da testemunha, o que corrobora os resultados obtidos por Duarte et al. (2007), os quais verificaram que aplicações foliares de silicato de potássio, nas concentrações de 5 e 15g/L não foram suficientes para reduzir a severidade da requeima em tomateiro industrial. Perreira (2003) utilizou xisto de escórias e termofosfato, sendo que esses produtos forneceram Si para o tomateiro, mas não foram suficientes para aumentar a produtividade. A concentração foliar de Si variou de 1,04 a 1,55g/kg nos tratamentos com aplicação de silicato e 0,18g/kg na testemunha. Em contrapartida, Fiori (2006) obteve aumento da produtividade de frutos de tomate nos cultivares Carmen e Colibri em ambiente protegido com a utilização de escória agrícola.

**Tabela 8.** Número de pulverizações com fungicidas sistêmicos, protetores e com silicato de potássio, produção e incremento de produção nos diferentes tratamentos visando o manejo da requeima em tomateiro. Experimento conduzido de junho a setembro de 2006, Alegre, ES

Tratamentos	Número de pulverizações de cada produto			Produção (kg/planta)	Incremento** (%)
	Fungicida sistêmico	Fungicida protetor	Silicato de potássio		
1	-*	-	-	1,67 c***	0
2	-	-	10	1,75 c	4,79
3	5	5	-	4,39 a	162,87
4	2	3	5	3,03 b	81,43

\* - nenhuma pulverização foi realizada e \*\* incremento de produção em relação ao T1.

Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente. \*\*\*Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 9.** Número de pulverizações com fungicidas sistêmicos, protetores e com silicato de potássio, produção e incremento de produção nos diferentes tratamentos visando o manejo da requeima em tomateiro. Experimento conduzido de abril a julho de 2007, Alegre, ES

Tratamentos	Número de pulverizações de cada produto			Produção (kg/planta)	Incremento** (%)
	Fungicida sistêmico	Fungicida protetor	Silicato de potássio		
1	-	-	-	0,25 c***	0
2	-	-	8	0,51 bc	104
3	4	4	-	1,69 a	576
4	2	2	4	1,12 abc	348
5	4	4	8	1,61 ab	544

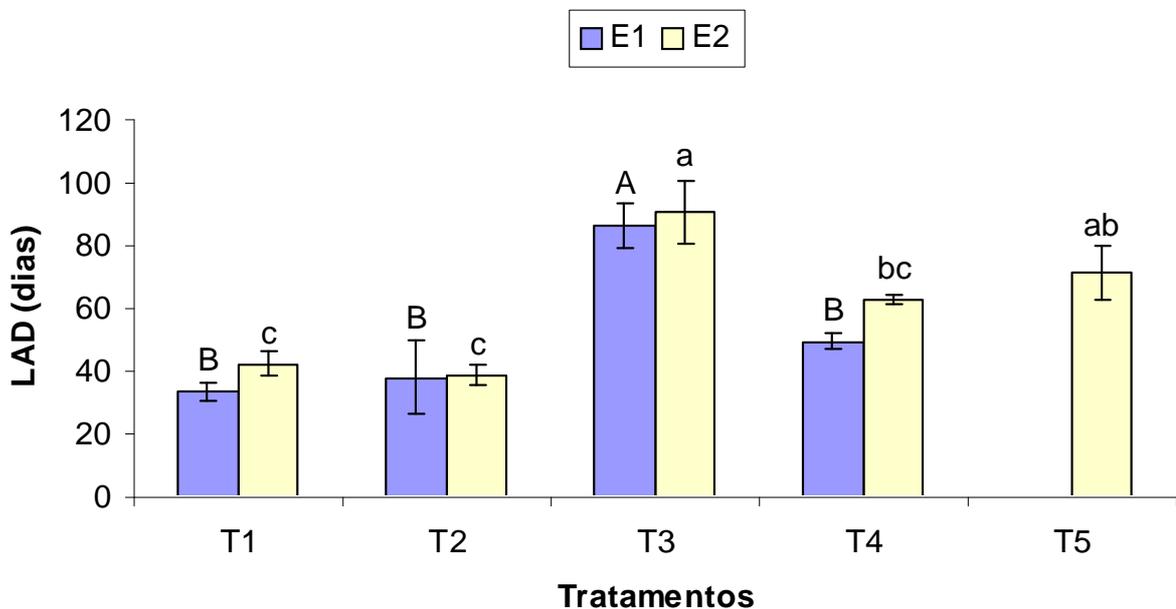
- = nenhuma pulverização foi realizada e \*\* incremento de produção em relação ao T1.

Tratamentos: Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente; e T5 – silicato de potássio e fungicida (sistêmico ou protetor), juntos semanalmente. \*\*\*Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2.6. Duração da área foliar (LAD)

No E1, a LAD do T3 (86,4) é estatisticamente superior aqueles observados nos demais tratamentos, e os T1, T2 e T4 são estatisticamente iguais, apresentando

LAD de 33,5, 38 e 49,5, respectivamente, demonstrando a superioridade do tratamento com aplicação de fungicida semanal (Figura 13). No E2 o T3 (90,7) apresenta maior valor da LAD, no entanto ela é estatisticamente igual à do T5 (71,6), e a LAD observada em T5 é estatisticamente igual à do T4 (62,9), porém a LAD dos T1 (42,2) T2 (38,8) e T4, são estatisticamente iguais. Observa-se que, tanto no E1 quanto no E2, os maiores valores de LAD são no T3, e os maiores valores encontrados na produção também são no T3.



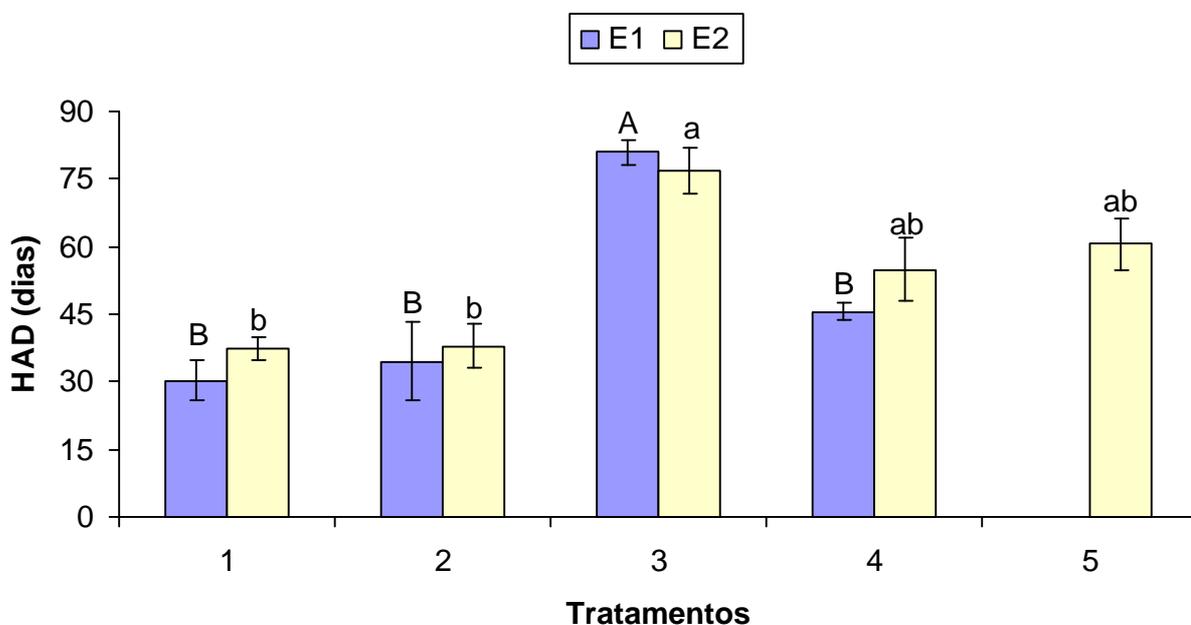
**Figura 13.** Duração de área foliar (LAD) para os diferentes tratamentos. Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (E1) ou minúscula (E2), não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Barras para cada coluna representam o erro-padrão da média. O E1 foi conduzido de junho a setembro de 2006 e E2, conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES.

#### 4.2.7. Duração da área foliar sadia (HAD)

A quantificação dos danos causados pelas doenças às plantas é um fator essencial no manejo integrado, sendo o pré-requisito para o desenvolvimento de qualquer programa de controle, independentemente do método a ser empregado. Para se determinar o dano causado por uma doença, usualmente são analisadas as relações entre a severidade da doença e dano. No entanto, nem sempre essas

relações têm gerado resultados satisfatórios (JESUS JUNIOR et al., 2004). Segundo os autores, a falta de transportabilidade destes modelos para outras localidades e estações de cultivo deve-se primariamente à grande variabilidade em termos de produção entre as parcelas sadias e com doença ou devido à relação incerta entre doença e produção. Uma planta bem desenvolvida, mesmo com alta severidade de doença, pode produzir mais do que uma planta sadia, se esta for pouco desenvolvida. Assim, a previsão da produção deve ser feita considerando-se os conceitos de área verde sadia remanescente na cultura e não da área foliar doente. O conceito de duração de área foliar sadia (HAD) une os aspectos fisiológicos aos efeitos da doença sobre a folhagem da planta hospedeira.

Os valores de HAD dos T1, T2 e T4 são estatisticamente iguais, porém diferem do T3. Há uma redução de 43,32% na HAD do T4 em relação ao T3. Entretanto, mesmo assim o T4 apresenta uma HAD 50,16% maior que o T1, no E1. No E2, a HAD do T3 é estatisticamente diferente do T1 e T2, e a LAD observada em T3 é estatisticamente igual ao T4 e T5. Há uma redução de 28,73% da LAD do T4 em relação ao T3, no entanto a LAD do T4 é 47,3% maior que a do T1 (Figura 14). Contrariamente a estes resultados, Moraes et al. (2005) observaram em plantas de feijoeiro, que a HAD do tratamento com aplicação foliar de silicato de sódio foi estatisticamente igual à testemunha absoluta, ou seja, tratamento onde foi realizada pulverizações com fungicida. Esses dois tratamentos foram significativamente diferentes dos demais tratamentos que foram silicato de cálcio, óxido de cálcio e testemunha. Porém, resultado semelhante foi detectado quando comparado com o tratamento com silicato de cálcio que foi igual à testemunha (apenas aplicações de fungicida) e diferiu da testemunha absoluta (sem aplicação).



**Figura 14.** Duração de área foliar sadia (HAD) para os diferentes tratamentos. Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternado semanalmente. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As barras para cada coluna representam o erro-padrão da média. No experimento E1 conduzido de junho a setembro de 2006 e E2 conduzido de abril a julho de 2007, em Alegre, ES.

#### 4.2.8. Perda de resistência à compressão (PRES) e tempo de prateleira (TPRA)

Com o propósito de verificar se as aplicações de silicato de potássio interfeririam na qualidade dos frutos, foram determinadas no E1 as variáveis: perda de resistência à compressão (PRES) e tempo de prateleira (TPRA) (Tabela 10). Para ambas variáveis não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, não há diferença do tempo que o tomate duraria nas prateleiras e a firmeza que o consumidor percebe quando pressiona o tomate com os dedos.

**Tabela 10.** Perda de resistência (PRES) e tempo de prateleira (TPRA) em tomateiro. Experimento conduzido de julho a setembro de 2006, em Alegre, ES

Tratamentos	PRES (%)	TPRA (em dias)
T1	33,37 a	17,87 a
T2	31,66 a	19,16 a
T3	32,39 a	19,42 a
T4	30,90 a	18,36 a

Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio, semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2.9. Concentração de Si e potássio (K)

Para verificar se as plantas de tomateiro absorveram Si e K, foi determinada a concentração desses elementos nas folhas, aos 88 dias após o transplante, ou seja, após 8 aplicações semanais dos produtos (Tabela 11). A concentração de Si obtidas nas plantas dos T1 e T2 são significativamente diferentes, demonstrando que o Si é absorvido pelas plantas. As concentrações de Si nas folhas dos T1, T3 e T4 são iguais, devido os T1 e T3 não terem recebido aplicações de silicato e o T4 ter recebido apenas 4 aplicações com silicato de potássio. A concentração foliar de Si nos T2, T3 e T4 é estatisticamente igual. A concentração de Si nas folhas é maior nos tratamentos onde houve aplicação de silicato de potássio.

O Si no interior das plantas é considerado pouco móvel (DATNOFF et al., 2001), de modo que o mesmo tende a ser depositado em maior proporção no local aplicado, ou seja, nas folhas no caso do presente trabalho. Moraes et al. (2006) verificaram através da microanálise de raio-X que em plantas de feijoeiro tratadas com silicato de sódio a deposição de Si foi maior do que nas tratadas com silicato de cálcio, devido a maior solubilidade em água, favorecendo sua absorção e também ao fato desse ter sido aplicado via foliar. Romero-Aranda et al. (2006) verificaram que em plantas de tomateiro cultivadas em solução nutritiva, o tratamento controle, ou seja, somente com a solução nutritiva padrão de Hoagland as concentrações de Si encontrados foram de 0,2, 0,3 e 0,3%, nas raízes, hastes e folhas, respectivamente, enquanto que no tratamento com a solução padrão de Hoagland com a adição de silicato de potássio foi de 0,5; 0,4 e 0,4%, nas raízes, hastes e folhas, respectivamente. Menzies et al. (1991) detectaram concentrações de Si variando de 0,05 a 4,1 mM em pepino tratado com silicato de potássio e sódio, sendo que a concentração variou entre 0,5 e 7,1% na folha. Vale relatar que o transporte ativo de Si é similar nas espécies de arroz, pepino e tomate. Entretanto, a velocidade máxima é diferente entre essas espécies, ou seja, em ordem decrescente arroz, pepino e tomate, sendo que esse transporte é dependente de energia, pois os inibidores do metabolismo e baixa temperatura inibem o transporte (MA & YAMAJI, 2005).

Em contrapartida, as concentrações de K nas folhas das plantas nos tratamentos 1, 2, 3 e 4 são estatisticamente iguais (Tabela 11), o que permite concluir que as aplicações de silicato de potássio não influenciam nas

concentrações de K da folha. À medida que os frutos começam a se desenvolver, há um incremento na absorção de potássio pela planta. As folhas são até esse estágio o órgão da planta com maior concentração de nutrientes. A partir de então, o K passa gradativamente a se acumular em maior quantidade nos frutos (HAAG & MINAMI, 1989). Dessa forma, os frutos são drenos de nutrientes e fotoassimilados. Brechet et al. (2004) relataram que o Si foi o único elemento que aumentou significativamente nas folhas das plantas nos tratamentos com silicato de cálcio em grama com sintomas de brusone.

**Tabela 11.** Concentração de silício (Si) e potássio (K) em folhas do tomateiro. Experimento conduzido de julho a setembro de 2006, em Alegre, ES

Tratamento	Concentração (%)	
	Si	K
T1	0,33 b	2,96 a
T2	1,78 a	2,66 a
T3	0,92 ab	2,35 a
T4	1,08 ab	2,68 a

Tratamentos: T1 – testemunha, sem aplicação de silicato de potássio e de fungicida; T2 – silicato de potássio semanal; T3 – fungicida sistêmico ou protetor, semanalmente alternados; e T4 – fungicida (sistêmico ou protetor) ou silicato de potássio, alternados semanalmente. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 4.3. Quantificação de danos

Visando identificar qual variável se relaciona melhor com a produção do tomateiro, foram analisadas as relações entre produção do tomateiro e as variáveis AACPR e HAD, que foram estudadas separadamente para cada tratamento e com o conjunto de todos os tratamentos, para comparar se as relações dos tratamentos obtidas foram diferentes do conjunto (Tabelas 12 e 13 e Figuras 15 e 16). A AACPR não forneceu um modelo satisfatório para explicar a produção em todos os tratamentos, mesmo com o agrupamento dos dados, nos dois experimentos. Foi, verificado que as relações lineares apresentadas são negativas, ou seja, à medida que aumenta a AACPR diminui a produção, tanto nos tratamentos T1, T2 e T3 em E1 quanto T2 e T3 no E2. Esse tipo de relação foi relatada por Jesus Junior et al. (2001) com a mancha angular na cultura do feijoeiro.

A HAD apresenta uma boa relação com a produção, sendo, de um modo

geral, positiva, exceto nos T1 e T2 do E2. Os valores dos coeficientes de determinação entre produção e HAD ( $0,09 < R^2 < 0,66$ ) são maiores do que entre a produção e a AACPR ( $0,01 < R^2 < 0,31$ ). Os valores de  $R^2$  são maiores quando se agrupou os dados, tendo sido observado valores de 0,66 e 0,63 no E1 e E2, respectivamente. Para a AACPR, mesmo com o agrupamento dos dados, os valores de  $R^2$  são baixos (0,31 e 0,07 para E1 e E2, respectivamente). Esses resultados corroboram os obtidos por Leite et al. (2006), onde em dois de três experimentos com mancha de alternaria em girassol a relação entre produção e AACPD foi negativa, com modelo ajustado do tipo exponencial e o modelo ajustado entre produção e HAD do tipo linear. Jesus Junior et al. (2003) também verificou que a produção do feijoeiro se relacionou melhor com a área foliar sadia, do que com a área abaixo da curva de progresso da mancha angular.

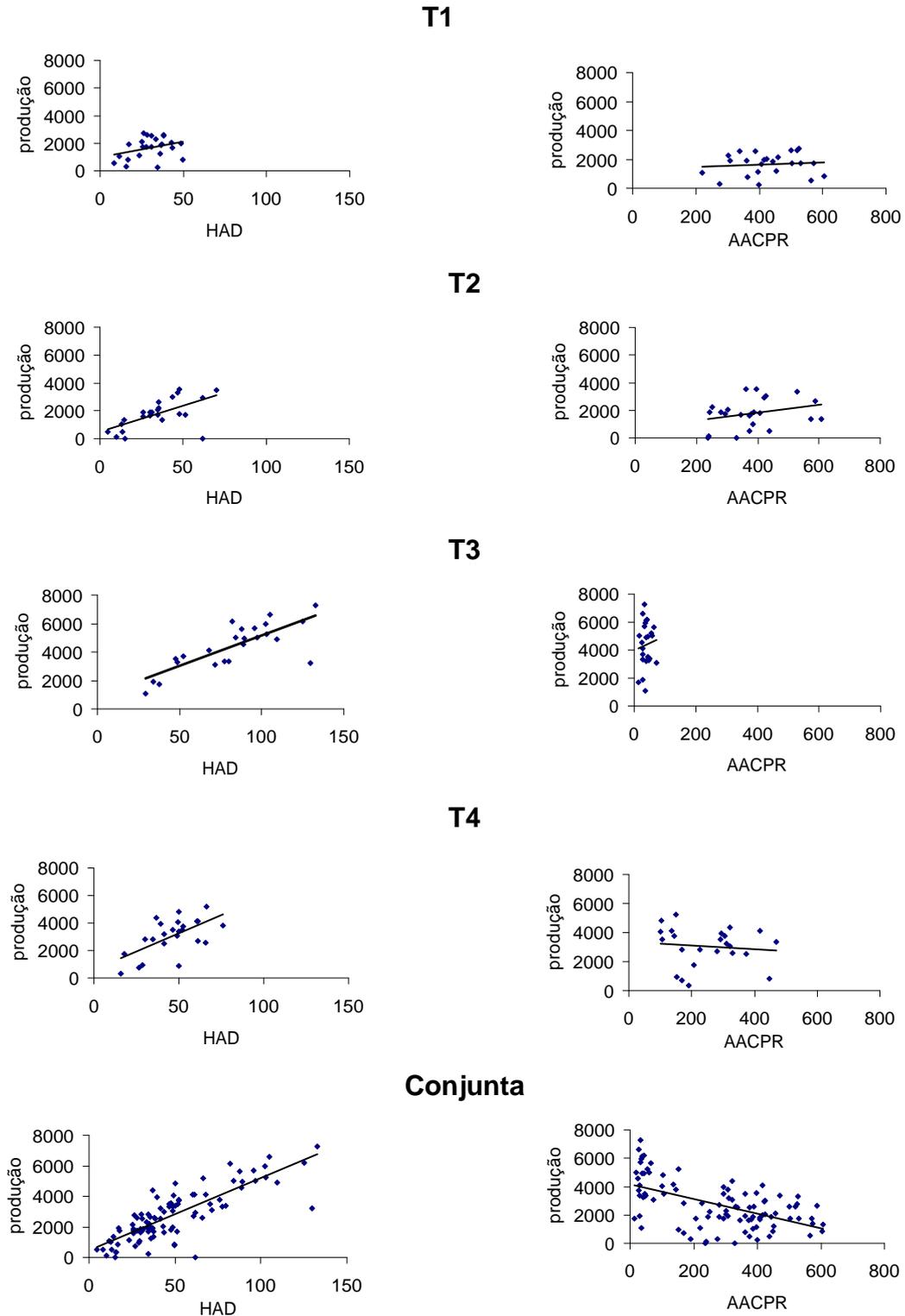
May de Mio et al. (2006) obtiveram uma boa correlação entre HAD e diâmetro na altura do peito (DAP, variável de produção neste caso) com ferrugem no álamo. A relação foi linear para o clone guarani e latorre. Apesar de inúmeros exemplos positivos de utilização de modelos que consideram a relação entre intensidade de doença e dano (produção), em muitos casos, tais relações têm sido desapontadoras, porque a produção depende da área foliar sadia, verde, fotossintetizante das folhas, e não da área doente. Assim, utilizando-se a variável HAD tem-se estimado melhor a produção em comparação com AACPD (JESUS JUNIOR et al., 2004).

**Tabela 12.** Intercepto ( $b_0$ ) e declividade ( $b_1$ ) da regressão linear entre a produção (g/planta) e área foliar sadia (HAD) e entre produção e área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC) no E1 conduzido de junho a setembro de 2006, em Alegre, ES

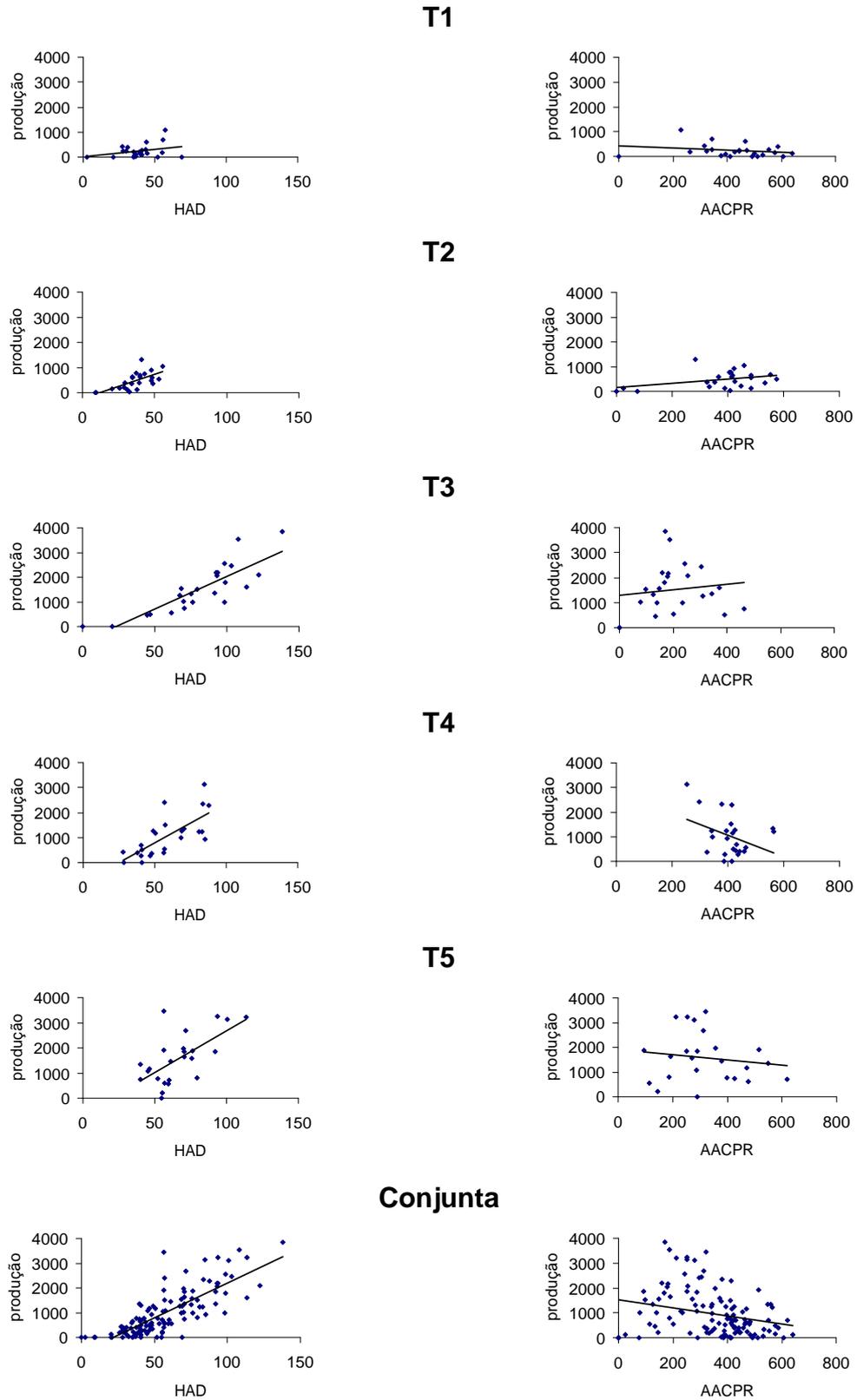
Tratamentos	HAD			AUDPC		
	$b_0$	$b_1$	$R^2$	$b_0$	$b_1$	$R^2$
1	997,61	22,24	0,1083	1314,30	0,83	0,0123
2	464,20	37,67	0,3853	679,20	2,81	0,0808
3	894,27	42,51	0,6104	4012,60	9,86	0,0077
4	628,44	52,39	0,3753	3345,90	-1,23	0,0110
conjunto	428,69	47,41	0,6644	4136,60	-5,17	0,3100

**Tabela 13.** Intercepto ( $b_0$ ) e declividade ( $b_1$ ) da regressão linear entre a produção (g/planta) e área foliar sadia (HAD) e entre produção e área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC) no E2 conduzido de abril a julho 2007, em Alegre, ES

Tratamentos	HAD			AUDPC		
	$b_0$	$b_1$	$R^2$	$b_0$	$b_1$	$R^2$
1	3,40	5,90	0,0944	413,57	-0,42	0,0524
2	-228,20	19,26	0,4566	148,72	0,85	0,1393
3	-613,32	26,51	0,7132	1295,00	1,11	0,0175
4	-770,21	31,22	0,5168	2820,50	-4,36	0,1353
5	-628,62	33,10	0,4040	1907,30	-1,03	0,0207
conjunto	-601,33	27,96	0,6255	1540,10	-1,64	0,0709



**Figura 15.** Relação entre a produção (g/planta) e a duração de área foliar sadia (HAD, em dias) e entre a produção e a área abaixo da curva de progresso da requeima (AACPR) no experimento E1 conduzido de junho a setembro de 2006.



**Figura 16.** Relação entre produção (g/planta) e duração de área foliar sadia (HAD, em dias) e entre produção e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPR), no experimento E2 conduzido de abril a julho 2007.

## 5. CONCLUSÕES

As variáveis avaliadas, curva de progresso da requeima, área abaixo da curva de progresso da requeima (AUDPC), severidade máxima ( $Y_{max}$ ), tempo para atingir a máxima severidade (TAMID), duração e área foliar (LAD), duração de área foliar sadia (HAD) e produção, são afetados pela doença, sendo o uso de fungicidas necessário para a redução dos danos causados pela requeima em tomateiro.

Verifica-se que o silicato de potássio é promissor na redução do número de aplicações de fungicida, no manejo da requeima do tomateiro. Porém a combinação do silicato de potássio com fungicida precisa de ajustes, de modo que a utilização de fungicida seja substituída em menor proporção e não de 50%.

O uso conjunto do silicato de potássio com fungicidas, não controla eficientemente a requeima.

Há uma maior correlação entre duração de área foliar sadia (HAD) e produção do tomateiro do que entre área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC) e produção.

## 6. REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: Produção e campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Editora: UFLA-Lavras, p. 400, 2004.

BARBIN, D. **Componentes de variância: teoria e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 120 p.1993.

BÉLANGER, R.R. & MENZIES, J.G. Use of silicon to control diseases in vegetable crops. In: XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, Uberlândia. **Anais da Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, v.36, p. 542-545, 2003.

BLANCO, F. F. & FOLEGATTI, M. V. Um novo método para estimar o índice de área foliar de plantas de pepino e tomate. **Horticultura Brasileira**, vol.21, nº4, Brasília, Oct./Dec. 2003.

BOFF, P. **Epidemiologia e controle químico da mancha-de-estenfílio (*Sthemylium solani* Weber) e da pinta-preta (*Alternaria solani* Jones & Grout), em dois sistemas de condução do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill)**. 140p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprova Regulamento da Lei nº 6.894, de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e da outras providências. Decreto nº4.954, de 14 de janeiro de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção1, p.2.,15 jan., 2004(A).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprova as definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes minerais destinados à Agricultura. Instrução Normativa n.10, de 28 de outubro de 2004. **Diário oficial da União**, Brasília, Seção 1, p.3, 4 nov. 2004(B).

- BRECHT, M.O. et al. Influence of silicon and chlorothalonil on the suppression of gray leaf spot and increase plant growth in St. Augustinegrass. **Plant Disease**. v.88 p.338–344, 2004.
- CALBO, A.G. & NERY, A.A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**, v.13, n.1, p.14-18, 1995.
- CALBO, A.G. & CALBO, M.E. Medição e importância do potencial de parede. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.41-45, 1989.
- CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. John Wiley & Sons, 1990.
- CAMPANHOLA, C. & BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 279, 2003.
- CHERIF, M.; ASSELIN, A. & BÉLANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**. v. 84. n. 3, p. 236-242. 1994.
- DATNOFF, L.E.; DEREN, C.W. & SNYDER, G.H. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. **Crop Protection**, v.16, p. 525-531. 1997.
- DATNOFF, L. E. & RODRIGUES, F.Á. The role of silicon in suppressing rice diseases. **APSnet Feature Article**, p. 1-15, 2005.
- DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. & KORNDÖRFER, G. H. (Eds.) **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, p. 403, 2001.
- DATNOFF, L. E. & SNYDER, G. H. Comparison of silicon and benomyl alone and in combination for reducing blast incidence. **Tests Control Plant Disease**. v. 9, p. 113, 1994.
- DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; RAID, R. N. & JONES, D. B. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. **Crop Protection**. v. 16, p. 525-531, 1994.
- DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; RAID, R. N. & JONES, D. B. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. **Plant Pathology**, v.75, p. 729-732, 1991.
- DANNON, E. & WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological and Molecular Plant Pathology**. v. 64, p. 233-243, 2004.
- DINIZ, L.P. et al. Avaliação de produtos alternativos para controle da requeima do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira** v. 31, p.171-179, 2006.

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

EPSTEIN, E. **Silicon in plants: Facts vs. Concepts**. In: DATINOFF et al. 2001. Silicon on Agriculture. Cap.8.p.149-158.2001.

EPSTEIN, E. & BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Planta, p. 403, 2006.

EUCLIDES, R. F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa: UVF, 1983. 59 p.

FAWE A. et al. Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. **Phytopathology**. v. 88, n. 5, p 396-401, 1998.

FILGUEIRA F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2º edição, Viçosa: UFV, 409p., 2003.

FIORI M. P. **Comportamento de cultivares de tomateiro quanto a utilização de escórias siderúrgicas em ambiente protegido**. Tese (Mestrado Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade de Marília. Marília – SP, 44p., 2006.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 422 p., 2000.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 430p. 1990.

GONG H. et al., Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought, **Plant Science**. v. 169, p. 313–321, 2005.

GUNES A. et al. Silicon mediates changes to some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown under B toxicity. **Scientia Horticulturae**. v. 113, p. 113-119, 2007.

HAAG, H. P. & MINAMI, K. **O tomateiro**. 2 ed. Campinas, Fundação Cargill, 397p. 1989.

HATTORI, T. Short term stomatal responses to light intensity changes and osmotic stress in sorghum seedlings raised with and without silicon. **Environmental and Experimental Botany**. v. 60, p. 177-182, 2007.

JESUS JUNIOR, W. C. *et al.* Effects of angular leaf spot and rust on yield loss of *Phaseolus vulgaris*. **Phytopathology**, v.91, p.1045-1053, 2001.

JESUS JUNIOR, W. C. *et al.* Relationships between angular leaf spot, healthy leaf area, effective leaf area and yield of *Phaseolus vulgaris*. **European Journal of Plant Pathology**, v.109, p.625-632, 2003.

JESUS JUNIOR, W. C.; VALE, F. X. R. & BERGAMIN FILHO, A.; **Quantificação de danos e perdas**. In: VALE, F. X. R.; JESUS JUNIOR, W. C & ZAMBOLIM, L. Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte: Editora Perfill, p. 273-292; 2004.

JULIATTI, F. C.; **Manejo integrado de fungos fitopatogênicos**. In: SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, J. R. & NOJOSA, G. B. A. Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças. Lavras: UFLA, p. 159-217. 2001.

KORNDÖRFER, G. H., PEREIRA, H. S. & NOLLA, A. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante**. Uberlândia, MG, Grupo de Pesquisa em Silício, ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia, 34p, 2004.

KUNOH, H. & ISHIZAKI, H.; Silicon levels near penetration sites of fungi on wheat, barley, cucumber and morning glory leaves. **Physical Plant Pathology**. v. 5; p. 283-287. 1975.

LEITE, R. M. V. B. C ; AMORIM, L & BERGAMIN FILHO, A. Relationships of disease and leaf area variables with yield in the *Alternaria helianthi*-sunflower pathosystem. **Plant Pathology**, v. 55, p. 73-81, 2006.

LOPES, C. A. & ÁVILA, A. C. de. **Doenças do tomateiro**. Brasília. Embrapa Hortaliças, 2005. 151p.

LOPES, C. A.; REIS, A. & DE ÁVILA A. C.; **Principais doenças do tomate para mesa causadas por fungos, bactérias e vírus**. In: Informe Agropecuário. Tomate para Mesa. Belo Horizonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. v. 24, n. 219, p. 1-136, 2003.

MA, J. F. & YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. Abiotic stress series. **Plant Science**. v. 11, nº8, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York: Academic Press, p. 887, 1995.

MATTEDI, A. P. *et al.* **Introdução a cultura do tomateiro**. In: SILVA, D. J. H. da & VALE, F. X. R. do. Tomate: Tecnologia e produção. (org). Suprema Gráfica e editora Ltda. Viçosa, MG, p. 355, 2007.

MAY-DE-MIO, L. L.; AMORIM, L. & MOREIRA, L. M. Progresso de epidemias e avaliação de danos da ferrugem em clones de álamo. **Fitopatologia Brasileira**. v.31, n.2, p.133-139, 2006.

- MENZIES, J. G. *et al.* Effects of soluble silicon on the parasitic fitness of *Sphaerotheca fuliginea* on *Cucumis sativus*. **Phytopathology**, v. 81, n<sup>o</sup>1, p. 84-88. 1991.
- MORAES, S. R. G. *et al.* Efeito de fontes de silício na incidência e na severidade da antracnose do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**. v. 31, p. 069-075, 2006.
- PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C. & KORNDORFER, G. H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v. 27, n. 1, p.101-108, 2003.
- POZZA, A. A. *et al.* Efeito do silício no controle de cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n. 2, p. 185-188, 2004.
- RÉMUS-BOREL, W.; MENZIES, J. G. & BÉLANGER R. R. Silicon induces antifungal compounds in powdery mildew-infected wheat. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.66, p.108-115, 2005.
- RIBEIRO A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. & ALVAREZ V. H. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais: CFSEMG, Viçosa, 359p. 1999.
- RODRIGUES, F. A. *et al.* Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance. **Phytopathology**, v.93, p.535-546, 2003.
- ROMERO-ARANDA M. R.; JURADO O. & CUARTERO J. Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. **Journal of Plant Physiology**, v. 163 p. 847-855, 2006.
- SAMUELS, A. L. *et al.* Silicon in cell walls and papillae of *Cucumis sativus* during infection by *Sphaerotheca fuliginea*. **Physiological and molecular plant pathology**. v. 44, p. 237-242, 1994.
- SATTERTHWAITE, F. C. An approximate distribution of estimates of variance components. **Biometrics**, v.2, p 110-114, 1946.
- SAVANT, N. K.; DATNOFF, L. E. & SNYDER, G. H. Depletion of plant available silicon in soils: a possible cause of declining rice yields. **Communications Soil Science in Plant Analysis**, v. 28, n. 13/14, p. 1245-1252, 1997.
- SEAG, Disponível em: <<http://www.seag.es.gov.br/setores/oleiricultura>>. Acesso em: 10 jan. 2008.
- SEELBOLD, K. W. *et al.* Effects of silicon and fungicides on the control of leaf and neck blast in upland rice. **Plant Disease**. v. 88 p. 253-258, 2004.
- SHANER, G.; & FINNEY, R. E. The effects of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing in knox wheat. **Phytopathology**, v.67, p.1051-1055, 1977.

SILVA, F.C. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA (Org.). 370 p., 1999.

SILVA, J. S. & GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. & GARCIA, O. JR. Controle da requeima do tomateiro com fungicidas e seus reflexos na produção. **Arquivos do Instituto Biológico**. v..70, n.4, p.473-482, 2003.

VALE F. X. R. do, *et al.*, **Importância do manejo integrado de doenças**. In: SILVA, L. H. C. P. da; CAMPOS, J. R. & NOJOSA, G. B. A. Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças. Lavras: UFLA, p.39-81,2001.

VALE F. X. R. do, *et al* **Manejo de doenças fúngicas em tomateiro**. In: SILVA, D. J. H. da & VALE, F. X. R. do. Tomate: Tecnologia e produção. (org). Suprema Gráfica e editora Ltda. Viçosa, MG, p. 355, 2007.

VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 496 p. 1992.

VOLK, R. J.; KAHN, R. P. & WEINTRAUB R. L. Silicon content of the rice plant as a factor influencing its resistance to infection by the blast fungus, *Piricularia oryzae*. **Phytopathology**. v. 48, p. 179-184, 1958.

ZHU Z. *et al.* Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.) **Plant Science** v.167, p. 527-533, 2004.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)