

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

DISSERTAÇÃO

**QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DA REQUEIMA EM
TOMATEIRO POR ESCALAS DIAGRAMÁTICAS E SUAS
CORRELAÇÕES COM A FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA *a* E
ACÚMULO DE BIOMASSA E NUTRIENTES**

EVANDRO SILVA PEREIRA COSTA

2010



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

**QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DA REQUEIMA EM TOMATEIRO POR
ESCALAS DIAGRAMÁTICAS E SUAS CORRELAÇÕES COM A
FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA *a* E ACÚMULO DE BIOMASSA E
NUTRIENTES**

Evandro Silva Pereira Costa

Sob a Orientação da Professora
Margarida Goréte Ferreira do Carmo

e Co-orientação dos Professores
Adelson Paulo de Araújo
Carlos Pimentel

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

Seropédica, RJ
Dezembro de 2010

635.642

C837q

T

Costa, Evandro Silva Pereira, 1982-.
Qualificação da severidade da
requeima em tomateiro por escalas
diagramáticas e suas correlações com
a fluorescência da clorofolifa a E
acúmulo de biomassa e nutrientes /
Evandro Silva Pereira Costa - 2009.
81 f.: il.

Orientador: Margarida Goréte
Ferreira do Carmo.

Dissertação (Mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Curso de Pós-Graduação
em Fitotecnia.

Bibliografia: f. 72-74.

1. Tomate - Teses. 2. Tomate -
Crescimento - Teses. 3. Tomate -
Doenças - Teses. 4. Fungos - Teses.
I. Carmo, Margarida Goréte Ferreira
do, 1963-. II. Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Curso de
Pós-Graduação em Fitotecnia. III.
Título.

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

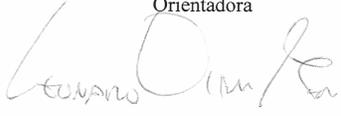
EVANDRO SILVA PEREIRA COSTA

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21/09/2009



Margarida Goréte Ferreira do Carmo (Dr.^a) UFRRJ
Orientadora



Leonardo Oliveira Médici (Dr.) UFRRJ



Luiz Antônio Maffia (Ph.D.) UFV

A Deus,
Fonte de toda inspiração,
Meu refúgio e minha fortaleza...

...AGRADEÇO

Aos meus pais Eli Pereira Costa e Lourdes Inácia da Silva Costa incentivadores do meu saber, essenciais na minha existência e fonte de honestidade e dignidade, a quem agradeço o amor e apoio recebido...

Aos meus irmãos, Fábio da Silva Pereira Costa e Leonardo Silva Pereira Costa pelo amor incondicional...

A minha sobrinha Maria Clara Maciel Silva Costa...

Ao companherismo, carinho e amor de Priscilla Aguiar de Paula, grato pelo apoio e presença constante ...

...DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pela oportunidade concedida para realização do Curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas, Engenharia Agrônômica e do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia...

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida para realização do Curso de Mestrado em Fitotecnia da UFRRJ...

À professora e orientadora Margarida Goréte Ferreira do Carmo, pela amizade, incentivo, dedicação, confiança e conhecimentos repassados...

Ao professor e co-orientador Adelson de Paula Araújo, pelo apoio e auxílio prestado durante a realização do projeto...

Ao professor e co-orientador Carlos Pimentel, pelo apoio e por toda colaboração...

Aos amigos e funcionários do Setor de Horticultura da UFRRJ Luciano Sergeiro (Jacaré), José de Souza (Seu Zé), Luiz Cláudio Leite de Brito (Patinho), Sérgio Amaral Alves (Serginho), Sebastião Joaquim dos Santos (Tião), Sales Mariano Froes e Marcos Luis de Souza (Marcão) pela amizade, incentivo e colaboração durante a realização dos experimentos...

Ao grande amigo Cândido Barreto de Novais, pelo companheirismo de todo esses anos, que mesmo distante se fez presente em todos os momentos de minha vida...

À amiga Mariella Camargo Rocha pelo incentivo, sugestões, críticas, conversas e discussões...

À minha Tia Geralda Pereira Costa por todo carinho, amor e incentivo, sempre presente em minha vida...

A todas as gerações da “Família 513”, amigos que tive o privilégio de conviver, alguns fazendo parte da minha segunda família...

Aos amigos Clayton Alves Almeida, André Pessanha, Wilmar da Costa Júnior, Danilo Azevedo, Maurício Siqueira, Suelem Silva de Lima, Fernando Soares de Oliveira, Anatoly Queiroz Abreu Torres e Ronan de Pádua Silva...

Às estagiárias e colegas Ivanete Abreu Souza e Leysimar Ribeiro Pitzr Guimarães pela auxílio prestado durante a realização dos experimentos e análises laboratoriais...

Ao Corpo Docente do Curso de Mestrado em Fitotecnia da UFRRJ pelo conhecimento transmitido...

Aos amigos e colegas do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, pelo convívio e amizade...

A todas as pessoas que se tornaram amigas durante a minha passagem pela UFRRJ e fizeram parte desta caminhada...

...Meus sinceros agradecimentos

BIOGRAFIA

Evandro Silva Pereira Costa filho de Eli Pereira Costa e Lourdes Inácia da Silva Costa nascido em 13 de agosto de 1982, em São José dos Campos, São Paulo. Em 1999 ingressou no Curso de Técnico Agrícola com habilitação em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, em Muzambinho, Minas Gerais, concluído em 2001.

Ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em maio de 2002, onde graduou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas em outubro de 2006, e logo em seguida ingressou no Curso de Engenharia Agrônômica, concluído no ano de 2008. Foi bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq durante dois anos e pela FAPERJ no período de um ano, trabalhando sempre na área de produção vegetal, pelo Departamento de Fitotecnia da UFRRJ.

Ingressou no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Mestrado, em março de 2008 na área de concentração de produção vegetal, sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

RESUMO GERAL

COSTA, Evandro Silva Pereira. **Quantificação da severidade da requeima em tomateiro por escalas diagramáticas e suas correlações com a fluorescência da clorofila *a* e acúmulo de biomassa e nutrientes.** 2010. 81p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

A definição de métodos de quantificação da requeima no tomateiro, causada por *Phytophthora infestans*, é importante para várias pesquisas sobre estratégias de manejo da doença. Esse trabalho teve como objetivo aferir e validar as escalas diagramáticas, Simplificada, James-modificada e Detalhada e determinar as possíveis correlações entre as medidas de severidade e o estado fisiológico e nutricional da planta e o acúmulo de biomassa. Realizaram-se dois experimentos simultâneos, um sob condições de ambiente protegido e o outro sob condições de campo. Em casa de vegetação, utilizaram-se duas cultivares de tomate cereja, ‘Perinha Água Branca’ e *Super Sweet*, suscetível e resistente à requeima, respectivamente. As plantas foram inoculadas ou não com suspensão de esporângios de *P. infestans* e em seguida, avaliadas aos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 17 e 24 dias após a inoculação. As avaliações foram feitas na quinta, oitava e décima primeira folha, contadas do ápice para a base, usando as três escalas acima citadas e medições do potencial fotossintético (Fv/Fm) pela emissão da clorofila “a”. No campo, utilizaram-se quatro cultivares, ‘Perinha Água Branca’, *Super Sweet*, Santa Clara e Carmen F1. Periodicamente, quantificou-se a severidade da requeima utilizando-se as mesmas escalas acima citadas em folhas de diferentes partes da planta, aos 51, 62, 74, 94 e 102 dias após o transplante (DAT). No dia seguinte a cada avaliação de severidade, foi coletada uma planta por parcela para mensurar o acúmulo de biomassa e de macronutrientes nos diferentes órgãos da planta. A produção de frutos foi determinada pelo somatório das colheitas realizadas entre 68 e 114 DAT. Em condições de casa de vegetação, a estimativa da severidade da requeima com as três escalas se mostrou adequada para quantificação da doença tendo permitido discriminar efeito de inoculação e diferenças entre as cultivares aos quatro e nove dias após a inoculação, respectivamente, que foram confirmadas pelas medidas do potencial fotossintético das folhas. Em condições de campo, as escalas Simplificada e Detalhada, foram mais adequadas para a quantificação da requeima do tomateiro. Quantificações feitas nas folhas mais jovens, no terço médio e superior da planta, foram as que melhor representaram o progresso da doença e discriminaram as cultivares quanto a resistência à doença. Observaram-se correlações negativas entre a severidade, estimada com as três escalas, considerando a planta inteira e o terço médio, e a massa seca de folhas e os teores foliares de K e P nas quatro cultivares. A cultivar ‘Perinha Água Branca’ apresentou menor massa seca de caule e de folha no início das avaliações e produção de frutos mais tardia, porém ao final do ciclo destacou-se pela maior massa seca de caule e de folha. A cultivar ‘Perinha Água Branca’ e o híbrido Carmen F1 apresentaram maior produção de frutos comerciais. Com base nos resultados pode-se recomendar o uso da escala simplificada e avaliações no terço médio ou superior do tomateiro para quantificação da requeima.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, *Phytophthora infestans*, resistência, epidemiologia, análise de crescimento.

GENERAL ABSTRACT

COSTA, Evandro Silva Pereira. **Quantification of tomato late blight by diagrammatic grading keys and their correlations with chlorophyll *a* and biomass and nutrients accumulation.** 2010. 81p Dissertation (Master in Fitotecnia). Institute of the Agronomy, Department the Fitotecnia, University Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

Defining methods of quantification of tomato late blight, caused by *Phytophthora infestans*, is important to many researches about strategies of management of the disease. The aim of this present study was to assess and to validate the diagrammatic grading keys - Simplified, James-modified and Broad - and to determinate the possible correlations between the measures of severity and plants' physiological and nutritional state and biomass accumulation. Two simultaneous experiments were carried out: one in greenhouse and the other in field conditions. Two cultivars were studied in greenhouses, *Super Sweet* and 'Perinha Água Branca', a resistant and a susceptible to late blight genotypes, respectively. The plants were inoculated or not with a sporangia suspension, and submitted to ten evaluations: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 17 and 24 days after inoculation. The avaliations were performed in the fifth oldest leaf, and eighth and eleventh leaves, by visual estimation of severity, using three diagrammatic grading keys, Simplified, Broad and James-modified, but also measuring photosynthetic potential (Fv/Fm), by chlorophyll "a" fluorescence emission. In field conditions, four cultivars were evaluated - 'Perinha Água Branca', *Super Sweet*, Santa Clara and Carmen F1. Periodically, late blight severity was quantified using the same three grading keys in leaves of different plant parts, at 51, 62, 74, 94 and 102 days after transplant (DAT). At the day following each severity disease evaluation, one plant was harvested per plot to measure the accumulation of biomass and macronutrients of different plant organs. Fruit yield was determined by summing fruits harvested between 68 and 114 DAT. In greenhouse conditions, the estimative of late blight severity with the three diagrammatic grading keys proved to be adequate to the disease's quantification, enabling the discrimination between inoculation effects and differences between the cultivars in four and in nine days after inoculation, respectively, which were confirmed by measures of the photosynthetic potential of the leaves. In field conditions, the diagrammatic grading keys Simplified and Broad were more adequate to tomato late blight quantification. Quantifications in the youngest leaves, in the medium and superior third part of the plant, were the most representative of the disease progress and also discriminated the cultivars regarding disease resistance. Negative correlations were observed between severity, estimated with the three grading keys considering the whole plant and its medium third part, and leaf dry mass and leaf concentrations of K and P. The cultivar 'Perinha Água Branca' showed the lowest stem and leaf dry mass at the beginning of plant evaluations, and also late fruit yield, but had the higher stem and leaf mass and at the end of the experiment. The cultivar Perinha Água Branca and the hybrid Carmen F1 had higher commercial fruit yield. Based in the results, it is recommended the use of Simplified diagrammatic grading key and evaluations in the medium or superior tomato third to quantify the late blight disease.

Key-words: *Solanum lycopersicum*, *Phytophthora infestans*, resistance, epidemiology, plant growth analysis.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Coeficientes de correlação (r) entre os valores de severidade estimados por meio das escalas Simplificada, de James-modificada e Detalhada e o rendimento máximo fotossintético (Fv/Fm) em três folhas da planta separadamente e considerando a média das três folhas. Seropédica, UFRRJ, 2008.	21
Tabela 2. Análise de variância para efeito de cultivar de tomate, inoculação ou não com <i>Phytophthora infestans</i> , dias após a inoculação e posição da folha sobre o rendimento fotossintético medido por meio da fluorescência da clorofila <i>a</i> e expresso pela relação Fv/Fm e severidade da requeima, estimada por meio de três escalas diagramáticas, Simplificada, James-modificada e Detalhada, em condições de casa de vegetação. Seropédica. UFRRJ, 2008.....	27
Tabela 3. Comparação do efeito da inoculação ou não com esporângios de <i>Phytophthora infestans</i> , em diferentes dias após a inoculação, quanto à severidade da requeima, estimada por meio das escalas diagramáticas Simplifica, James-modificada e Detalhada, e quanto ao rendimento fotossintético, medido por meio da fluorescência da clorofila <i>a</i> , em três posições de folhas de plantas de tomateiro do grupo cereja, sob condições de casa de vegetação. Seropédica. UFRRJ, 2008.	31
Tabela 4. Comparação entre cultivares de tomate em diferentes dias após a inoculação com esporângios de <i>Phytophthora infestans</i> , quanto à severidade da requeima, estimada por meio das escalas diagramáticas Simplifica, James-modificada e Detalhada, e quanto ao rendimento fotossintético, medido por meio da fluorescência da clorofila <i>a</i> , em três posições de folhas de plantas de tomateiro do grupo cereja, sob condições de casa de vegetação. Seropédica. UFRRJ, 2008.	33
Tabela 5. Rendimento fotossintético (Fv/Fm) de folhas de duas cultivares de tomateiro do grupo cereja em parcelas inoculadas ou não com esporângios de <i>Phytophthora infestans</i> , medido em diferentes dias após a inoculação, sob condições de casa de vegetação. Seropédica. UFRRJ, 2008.	35
Tabela 6. Efeito de cultivar sobre a severidade da requeima do tomateiro, causada por <i>Phytophthora infestans</i> , expressa pelos valores de Área Abaixo da Curva de Progresso da Requeima (AACPD), estimadas com base em avaliações feitas na planta inteira, no terço superior da planta, no terço médio, no terço inferior, nas dez primeiras folhas e na quinta, sexta e sétima folha da planta tendo como base as escalas diagramáticas Simplificada, de James-modificada e Detalhada, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.....	50
Tabela 7. Efeito de interação entre cultivar e data de avaliação (DAT) sobre severidade da requeima do tomateiro, causada por <i>P. infestns</i> , considerando a planta inteira, o terço superior da planta, o terço médio, o terço inferior, as dez primeiras folhas e a quinta, sexta e sétima folha iniciais, avaliada pela escala diagramática Detalhada, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.	52
Tabela 8. Efeito de interação entre cultivar e data de avaliação (DAT) sobre a severidade da requeima do tomateiro, causada por <i>P. infestns</i> , considerando a planta inteira, o terço superior da planta, o terço médio, o terço inferior, as dez primeiras folhas e a quinta, sexta e sétima folha iniciais, avaliada pela escala diagramática James-modificada, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.	53
Tabela 9. Efeito de interação entre cultivar e data de avaliação (DAT) sobre a severidade da requeima do tomateiro, causada por <i>Phytophthora infestans</i> , considerando a planta inteira, o terço superior da planta, o terço médio, o terço inferior, as dez primeiras folhas e a quinta, sexta e sétima folha iniciais, avaliada pela escala diagramática Simplificada, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.	55

Tabela 10. Massa seca de caule, folha, fruto, parte aérea e raiz de quatro cultivares de tomateiro em cinco épocas de avaliação, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.	58
Tabela 11. Massa fresca de frutos de quatro cultivares de tomateiro em cinco épocas de avaliação, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.	59
Tabela 12. Teor de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de quatro cultivares de tomateiro em cinco épocas de avaliação, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.	60
Tabela 13. Conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de quatro cultivares de tomateiro em cinco épocas de avaliação, sob condição de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.	61
Tabela 14. Conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea de quatro cultivares de tomateiro em cinco épocas de avaliação, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.	62
Tabela 15. Coeficientes de correlação (r) entre massa fresca e seca de folhas e dados de severidade obtidos por diferentes metodologias de amostragem e escalas, Simplificada, James-modificada e Detalhada, para as quatro cultivares de tomateiro conduzidos em condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.	63
Tabela 16. Coeficientes de correlação r entre teor de potássio, nitrogênio e fósforo na folha e severidade em avaliados com auxílio de escala Simplificada, James-modificada e Detalhada em diferentes partes da planta de quatro cultivares de tomate, em condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.	65
Tabela 17. Coeficientes de correlação r entre conteúdo de potássio, nitrogênio e fósforo na folha e severidade em avaliados com auxílio de escala Simplificada, James-modificada e Detalhada em diferentes partes da planta de quatro cultivares de tomate. Seropédica. UFRRJ, 2008.	67
Tabela 18. Produtividade total e comercial, número de frutos totais e comerciais e porcentagem de frutos com defeito, atacado por pragas, com anomalias fisiológicas e com queima, para quatro diferentes cultivares de tomate, sob condições de campo. Seropédica, UFRRJ. 2008.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de tomate ilustrando as folhas utilizadas nas avaliações de rendimento fotossintético e avaliações visuais com escalas diagramáticas (ALVARENGA, 2004).	17
Figura 2. Escala diagramática com seis valores de severidade para avaliação da requeima em folhas de tomate (Escala Simplificada) (CORRÊA, 2008).	18
Figura 3. Escala diagramática com seis valores de severidade para avaliação da requeima em folhas de tomate, baseada em James (1971) (James-modificada) (CORRÊA, 2008).	18
Figura 4. Escala diagramática com oito valores de severidade para avaliação da requeima em folhas de tomate (Escala Detalhada) (CORRÊA, 2008).	19
Figura 5. Progresso da requeima do tomateiro, causado por <i>Phytophthora infestans</i> , quantificado pela estimativa de severidade com uso das escalas Simplificada, Detalhada e James-modificada e da medição do potencial fotossintético (Fv/Fm), avaliados na quinta folha em planta do híbrido <i>Super Sweet</i> (A) e da cultivar ‘Perinha água Branca’ (B), inoculada (1) e não inoculada (2) com suspensão de esporângios. Seropédica, UFRRJ, 2008.	22
Figura 6. Progresso da requeima do tomateiro, causado por <i>Phytophthora infestans</i> , quantificado pela estimativa de severidade com uso das escalas Simplificada, Detalhada e James-modificada e da medição do rendimento máximo fotossintético (Fv/Fm), avaliados na oitava folha em planta do híbrido <i>Super Sweet</i> (A) e da cultivar ‘Perinha água Branca’ (B), inoculada (1) e não inoculada (2) com suspensão de esporângios. Seropédica, UFRRJ, 2008.	23
Figura 7. Progresso da requeima do tomateiro, causado por <i>Phytophthora infestans</i> , quantificado pela estimativa de severidade com uso das escalas Simplificada, Detalhada e James-modificada e da medição do rendimento máximo fotossintético (Fv/Fm), avaliados na décima primeira folha em planta do híbrido <i>Super Sweet</i> (A) e da cultivar ‘Perinha água Branca’ (B), inoculada (1) e não inoculada (2) com suspensão de esporângios. Seropédica, UFRRJ, 2008.	24
Figura 8. Progresso da requeima do tomateiro, causado por <i>Phytophthora infestans</i> , quantificado pela estimativa de severidade com uso das escalas Simplificada, Detalhada e James-modificada e da medição do rendimento máximo fotossintético (Fv/Fm), avaliados nas folhas 5, 8 e 11 em planta do híbrido <i>Super Sweet</i> (A) e da cultivar ‘Perinha água Branca’ (B), inoculada (1), e não inoculada (2), com suspensão de esporângios.	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. A Cultura do Tomate.....	2
2.2. Efeito da Nutrição Mineral	2
2.3. Requeima do Tomateiro	3
2.4. Escalas Diagramáticas na Quantificação da Severidade de Doenças de Plantas.....	4
2.5. Potencial Fotossintético.....	4
2.6. Análise de Crescimento.....	6
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
4. CAPÍTULO I - Quantificação da requeima do tomateiro por medições do potencial fotossintético e com escalas diagramáticas.	12
4.1. RESUMO.....	12
4.2. ABSTRACT.....	13
4.3. INTRODUÇÃO	14
4.4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.6. CONCLUSÕES	36
4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
5. CAPÍTULO II - Avaliação da requeima sob infecção natural em condições de campo e correlações com a fitomassa e composição nutricional de tomateiro.	41
5.1. RESUMO.....	42
5.2. ABSTRACT.....	43
5.3. INTRODUÇÃO	44
5.4. MATERIAL E MÉTODOS	45
5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.5.1. Progresso da Requeima	48
5.5.2. Acúmulo de Biomassa, Nitrogênio, Fósforo e Potássio	55
5.5.3. Correlação Entre Massa Fresca, Seca, Teor e Conteúdo de N, P e K de Folha e Severidade, Estimados Por Meio das Três Escalas Diagramáticas	62
5.5.4. Produção de Frutos.....	68
5.6. CONCLUSÕES	71
5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
6. CONCLUSÕES GERAIS	75
7. ANEXOS	76

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é, desde 2007, o oitavo maior produtor mundial de tomate, com uma produção de 3.431.230 toneladas em uma área plantada de 58.404 ha, obtendo uma produtividade média de 54 Mg ha⁻¹ (FAO/ONU, 2009).

O tomateiro é suscetível a várias pragas e doenças causadas por um grande número de agentes, o que torna o controle fitossanitário uma tarefa de grande complexibilidade, com o elevado uso de produtos químicos (LOPES & ÁVILA, 2005). Dentre as principais doenças do tomateiro está a requeima, causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, a mais temida pelos agricultores devido a seu grande poder destrutivo em curto espaço de tempo (MIZUBUTI, 2001). Desta forma, é importante o desenvolvimento de estratégias de controle, especialmente nos sistemas orgânicos de produção, tendo em vista as restrições ao uso de defensivos (MAPA, 2003). Para o desenvolvimento destas estratégias é importante a definição de métodos padronizados de quantificação da severidade da doença. Estes métodos são essenciais para os estudos do progresso da doença, para determinação dos danos ou perdas de rendimento, para comparar a eficiência de fungicidas e épocas de aplicação, para verificar o efeito de práticas de manejo e para avaliar a resistência de genótipos a raças do patógeno (AMORIM, 1995). O critério mais frequentemente utilizado é a estimativa visual com auxílio de escalas diagramáticas (GOMES *et al.*, 2004) que precisam ser previamente testadas ou validadas antes de serem amplamente utilizadas (MARTINS *et al.*, 2004).

A medição dos danos ou estresses causados na planta também é importante para o entendimento do potencial destrutivo da doença. O estresse de planta é um conceito muito amplo e pode ser definido como qualquer condição desfavorável que afeta ou bloqueia o metabolismo, crescimento ou desenvolvimento da planta, como os estresses abióticos, que incluem danos causados por temperaturas baixas ou altas, escassez ou excesso de água, entre outros e, os estresses bióticos, que são causados pelo ataque de pragas e doenças. Ambos os tipos de estresses podem ser discriminados pela variação de emissão de fluorescência (BAKER, 2008).

A presença do patógeno nos tecidos e órgãos colonizados pode alterar as concentrações de nutrientes, porém, sua magnitude é influenciada pela característica da planta hospedeira e do órgão infectado (HUBER & WILHELM, 1988; POZZA & POZZA, 2006). O estudo fenológico de uma espécie é uma ferramenta muito útil para avaliação da resposta as práticas de manejo, uma vez que possibilita identificar, por meio da observação dos caracteres morfológicos da planta, o momento fisiológico ao qual se encontra associado uma série de necessidades por parte do vegetal que, uma vez atendidas, possibilitarão o normal desenvolvimento da cultura, resultando em boa produtividade (CÂMARA, 1998). Esta ferramenta tem sido usada por pesquisadores, na tentativa de explicar se diferenças no crescimento são de ordem genética, resultantes de modificações do ambiente, ou ambas (BRANDELERO *et al.*, 2002).

O presente trabalho objetivou: 1) validar e estabelecer metodologia para avaliação da requeima do tomateiro, causada por *Phytophthora infestans*, utilizando escalas diagramáticas e o potencial máximo fotossintético da folha (Fv/Fm); 2) aferir três escalas diagramáticas para quantificação da severidade da requeima em tomateiro e determinar a metodologia de amostragem que permita melhor representação do progresso da doença e apresente melhor correlação com os danos causados à planta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura do Tomate

Taxonomicamente, o tomateiro pertence à classe Dicotyledoneae, ordem Tubiflorae e família Solanaceae. Originalmente, o tomateiro foi integrado ao gênero *Solanum*, recebendo a denominação *Solanum lycopersicon* L. Entretanto em 1754, Miller, reclassificou os tomates, criando um novo gênero denominado *Lycopersicon*, renomeando o tomate cultivado como *Lycopersicon esculentum* Mill. (ALVARENGA, 2004). Contudo, com base em recentes estudos com técnicas moleculares utilizando DNA mitocondrial, foi proposta a reclassificação do tomate como *Solanum*, retornando para a nomenclatura inicialmente proposta por Linnaeus (*S. lycopersicon*) (PERALTA & SPOONER, 2000).

O tomateiro tem como centro primário de origem a Região Andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até ao norte do Chile (PIMENTEL, 1985) e foi domesticado no sul do México de onde foi difundido pelos espanhóis e portugueses para as demais regiões do mundo (NAIKA, *et al.*, 2006). No Brasil, foi introduzido por imigrantes europeus no final do século XIX, mas a sua difusão e incremento no consumo somente ocorreram depois da Primeira Guerra Mundial (MURAYAMA, 1983).

Atualmente, é a segunda hortaliça em importância econômica e em área cultivada. É cultivada na maioria dos estados, com destaque para São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Pernambuco, Bahia e Rio de Janeiro (FILGUEIRA, 2003). O estado Rio de Janeiro destaca-se pela sua alta produtividade ($77,2 \text{ Mg ha}^{-1}$) inferior apenas à do estado de Goiás (IBGE, 2008).

O tomateiro é uma solanácea herbácea, com caule flexível que apresenta abundante ramificação lateral, e que não suporta o peso da própria planta e dos frutos. As folhas são pecioladas e compostas por número ímpar de folíolos (FILGUEIRA, 2003). Os frutos são bagas carnosas, suculentas, que podem variar em aspecto, tamanho e formato, dependendo da cultivar e do manejo adotado. A maioria das cultivares comerciais produz frutos de coloração vermelha bem viva (FILGUEIRA, 2003).

2.2. Efeito da Nutrição Mineral

Segundo ALVARENGA (2004), os teores e acúmulos de nutrientes pela cultura do tomate variam com o estado de desenvolvimento da planta, cultivar e produção.

GARGANTINI & BLANCO (1963), autores dos primeiros trabalhos para visualizar a marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro, observaram, sob condições de ambiente protegido e utilizando a cultivar Santa Cruz 1639 em vasos, que os nutrientes mais absorvidos são K, N, Ca, S, P e Mg. FAYAD *et al.* (2002), sob condições de campo, utilizando a cultivar Santa Clara, observaram resultados semelhantes na quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea da planta, onde K foi o mais acumulado pela planta seguido pelo N, Ca, S, P, Mg, Cu, Mn, Fe até o Zn.

A nutrição das plantas determina sua qualidade ou vigor e, conseqüentemente, sua produtividade (ALVARENGA 2004). A nutrição mineral pode também influenciar de forma secundária a produção, por causar modificações na forma de crescimento, morfologia, anatomia e na sua composição química da planta (COLHOUM, 1973), e por aumentar ou reduzir a resistência e o desenvolvimento de doenças (POZZA & POZZA, 2006).

A presença de patógeno e de tecidos e órgãos colonizados podem alterar as concentrações dos nutrientes, porém, a magnitude deste efeito pode ser influenciada pela

espécie hospedeira e órgão infectado (HUBER & WILHELM, 1988; POZZA & POZZA, 2006).

2.3. Requeima do Tomateiro

A requeima ou mela, causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, é considerada a doença mais destrutiva para a cultura do tomate. Em condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, perdas totais de produção podem ocorrer se medidas de controle não forem adotadas. No Brasil calcula-se que de 15 a 20% dos custos de produção sejam destinados ao controle da doença (MIZUBUTI, 2001).

O gênero *Phytophthora* é classificado no reino Stramenopila e filo Oomycota (LUZ & MATSUOKA, 2001). Dentro desse gênero esta a espécie *Phytophthora infestans* que difere das demais por critérios morfológicos, bioquímico e genético, bem como em aspectos biológicos importantes como, por exemplo, local de infecção e desenvolvimento e gama de hospedeiros. São diplóides e contém celulose na parede celular, diferentemente dos fungos em geral que apresentam quitina na parede celular (MIZUBUTI, 2001).

O patógeno se reproduz de maneira assexuada formando esporângios e os zoósporos e de maneira sexuada pela formação dos oósporos. É uma espécie heterotálica, e sua reprodução sexuada ocorre quando há cruzamentos de isolados dos grupos de compatibilidade A1 e A2 (GOODWIN, 1997; REIS *et al.*, 2006).

A ocorrência de isolados dos dois grupos em uma mesma região, sobre a mesma cultura, aumenta as chances de reprodução sexuada e o surgimento de recombinantes (FRY *et al.*, 1993; REIS, *et al.*, 2006), os quais podem apresentar características superiores de adaptabilidade, tais como: maior agressividade e virulência (LEE *et al.*, 2002), e tolerância ou resistência a fungicidas (HANSON & SHATTOCK, 1998; FONTEM, *et al.*, 2005) dificultando ainda mais o manejo da doença (GOODWIN, 1997).

A requeima é uma doença típica de condições frias. Dependendo das condições de ambiente os esporângios pode germinar diretamente, formando o tubo germinativo, ou indiretamente, após liberação dos zoósporos. Em geral, temperaturas entre 16-23°C (HARRISON, 1992) e umidade relativa próxima a 98% (ROTEM *et al.*, 1971) e um molhamento foliar por período superior a três horas (ROTEM *et al.*, 1978) favorecem as epidemias de requeima.

O patógeno ataca toda a parte aérea da planta (folha, fruto, pecíolo e ramos), mas os danos mais evidentes são observados nas folhas, que sofrem uma queima progressiva até uma total destruição (LOPES & ÁVILA, 2005; MIRANDA, 2006).

Inicialmente aparecem lesões irregulares de coloração escura. Com a expansão da lesão, ocupam áreas maiores, tendendo a um formato circular e aspecto aquoso. Sob condições de alta umidade, na face inferior das lesões surge um mofo esbranquiçado formado por esporangióforos e esporângios circulando a lesão (DIAS & IAMAUTI, 1997). A esporulação do fitopatógeno é mais freqüente nas bordas das lesões, onde se encontra o tecido afetado, porém ainda vivo (REIS & LOPES, 2002). À medida que o tecido foliar é consumido as áreas com sintomas ficam necrosadas e adquirem consistência seca (MIZUBUTI, 2001).

O período latente da doença pode variar de três a quatro dias, o que pode resultar em vários ciclos de infecção durante o ciclo da cultura. Os esporângios, produzidos abundantemente nas lesões, podem ser dispersos pelo vento (DUARTE *et al.* 2002), com alta eficiência (MIZUBUTI & FRY, 1998; SINGH *et al.* 2004).

Para o controle da requeima, a adoção de medidas que visam prevenir a doença são importantes e, medidas de controle tomadas isoladamente, em geral, não são eficazes. Contudo, quando várias medidas são combinadas de maneira racional, é possível reduzir a intensidade da doença ou aumentar a eficiência do controle químico. A aplicação de

fungicidas para seu controle, em geral, ocorre em intervalos entre quatro e seis dias (DUARTE *et al.* 2002). Outras medidas de controle associadas ao controle químico devem ser adotadas, como por exemplo, o controle cultural, biológico e genético (MIZUBUTI, 2001).

2.4. Escalas Diagramáticas na Quantificação da Severidade de Doenças de Plantas

A quantificação é fundamental para os estudos de progresso de doenças, de sua prevalência e importância na cultura, na determinação dos danos ou perdas de rendimento, para comparar a eficiência de fungicidas e época de aplicação, para verificar o efeito de práticas de manejo no seu controle para avaliar a resistência de genótipos às raças do patógeno e para a elaboração de modelos de previsão (AMORIM, 1995).

Uma das etapas mais importante em pesquisas voltadas para o estabelecimento de um programa de manejo de doenças de plantas é a determinação dos métodos de quantificação. O desenvolvimento e/ou a aferição prévia de métodos de quantificação podem prevenir sérios erros na obtenção dos dados, tanto para o estudo de medidas de controle, como na construção de curvas de progresso de doenças e estimativas de danos por ela causados (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

Várias técnicas podem ser utilizadas para a quantificação da severidade de doenças, como: imagens de vídeo, fotografia infravermelha, e reflectância espectral e o uso de escalas. Como as três primeiras técnicas requerem equipamentos sofisticados e caros, na maioria das vezes, a severidade de doenças foliares é avaliada por meio de escalas (NILSSON, 1995).

A estimativa da severidade da doença apesar de ser um método subjetivo, ainda é a que melhor se relaciona com os danos causados pelos patógenos (NORONHA, 2002). Para a determinação destas estimativas é importante o uso de escalas, como as escalas diagramáticas, que são representações ilustradas de plantas ou partes de plantas, mostrando a área lesionada ou coberta pelos sintomas e sinais do patógeno, em diferentes níveis de severidade. (MORAIS, 2007).

A elaboração de uma escala diagramática exige a adoção de três critérios básicos: a) os limites superior e inferior da escala devem corresponder às severidades máxima e mínima, respectivamente, de doença observadas no campo; b) as imagens da escala devem ser representativas dos sintomas observados sob infecção natural; e c) os níveis da escala devem respeitar as limitações da acuidade visual humana, segundo a Lei de Weber-Fechner, que determina que a acuidade visual é proporcional ao logaritmo da intensidade do estímulo (AMORIM, 1995; BELASQUE JÚNIOR *et al.*, 2005).

As escalas devem ser de fácil uso, aplicáveis a diferentes condições, fornecer resultados reproduzíveis, possuir faixas de severidade que representem todos os estágios de desenvolvimento da doença e, permitir uma rápida avaliação (MAZARO *et al.*, 2006).

Além disto, as escalas diagramáticas devem ser testadas (validadas) antes de serem usadas como método padrão de quantificação da doença (MARTINS *et al.*, 2004).

2.5. Potencial Fotossintético

O processo fotossintético, que ocorre em seres autotróficos, é dividido em duas reações: a) reações luminosas, para a captação de energia luminosa e transformação desta em energia química (ATP) e em poder redutor (NADPH), para a redução do CO₂ atmosférico a carboidrato, mas também para outras reações, que consomem ATP e NADPH; e b) reações ditas escuras, que são as reações enzimáticas de incorporação do CO₂ atmosférico em compostos orgânicos, utilizando o ATP e o NADH produzidos nas reações luminosas (PIMENTEL, 1998).

Nas reações luminosas a luz é absorvida, sobretudo pelo complexo antena, os quais são compostos por clorofilas e pigmentos acessórios e estando localizados nas membranas do tilacóides dos cloroplastos. As reações ocorrem nos fotossistemas associados a esses complexos de pigmentos e macromoléculas especializadas no transporte de elétrons (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A absorção de um fóton por uma molécula de clorofila excita um elétron, levando ele de um estado de baixa energia (não excitado) para um estado excitado. O elétron excitado primeiramente relaxa ao menor nível do estado excitado, emitindo radiação infravermelha, isto é calor. Após ele retorna ao estado fundamental, podendo neste retorno acontecer três processos: a) perda de calor; b) emissão de fluorescência ou c) transferência de energia química a uma molécula adjacente, onde outro elétron é excitado. Este processo é conhecido como transferência por ressonância, e a quantidade de fluorescência emitida é proporcional à quantidade de energia química que é transferida para os fotossistemas (KLUGER, 2009), retornando ao nível basal, onde as moléculas de clorofila *a* estão menos energizadas e novamente aptas a absorver a energia luminosa. Este fenômeno é chamado de dissipação da energia de excitação (MAXWELL & JOHNSON, 2000; CAMPOSTRINE 2008). Neste sentido, a medida da fluorescência emitida pela folha é proporcional à energia química e ao poder redutor produzidos nos fotossistemas, que, por sua vez, é proporcional à quantidade de CO₂ assimilado pela fotossíntese (BAKER, 2008).

Pode-se avaliar a eficiência fotoquímica da fotossíntese por meio das diversas variáveis da fluorescência da clorofila *a* (WEST *et al.*, 2003). O rendimento da fluorescência da clorofila *a* revela o nível de excitação da energia no sistema de pigmentos que dirige a fotossíntese e permite estimar a inibição ou o dano no processo de transferência de elétrons do fotossistema II (PSII) (BOLHÀR- NORDENKAMPF *et al.*, 1989).

As principais variáveis observadas nas medições da fluorescência da clorofila *a* após adaptação ao escuro, são: fluorescência inicial (F₀), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), rendimento quântico máximo do PSII (F_v/F_m). O F₀ representa a fluorescência mínima, com todos os centros de reação "abertos", isto é, quando o acceptor primário quinona A (Q_A) está completamente oxidado, e refere-se à emissão de fluorescência pelas moléculas de clorofila *a* do complexo coletor de luz do PSII (KRAUSE & WEISS, 1991). O F_m indica a completa redução da quinona A (Q_A) a partir da incidência de um pulso de luz no centro de reação Q_A, gerando fluorescência máxima. A diferença entre F_m e F₀ resulta na fluorescência variável (F_v). A F_v representa o fluxo de elétrons do centro de reação do PSII (P680) até a plastoquinona (PQH₂). O rendimento quântico máximo é calculado como: $F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$. Quando uma planta está com seu aparelho fotossintético intacto, a razão F_v/F_m deve variar entre 0,75 e 0,85 (BOLHÀR-NORDENKAMPF *et al.*, 1989), enquanto que uma queda nesta razão reflete a presença de dano fotoinibitório nos centros de reação do PSII (BJÖRKMAN & DEMMING, 1987).

A medição da fluorescência da clorofila *a* já vem sendo muito utilizada para revelar informações sobre os estádios de desenvolvimento de plantas (BACARIN & MOSQUIN 2002), para comparar genótipos (CAMPOSTRINI & MAESTRI, 1998) e para investigar danos causados no aparato fotossintético, por diversas causas de estresses abióticos (PIMENTEL *et al.*, 2005; DEMMIG-ADAMS & ADAMS, 2006). Estresse de planta é um conceito muito amplo e pode ser definido como qualquer condição desfavorável que afeta ou bloqueia o metabolismo, crescimento ou desenvolvimento de planta. Inclui fatores naturais de estresses abióticos, como temperaturas baixas ou altas, a escassez ou excesso de água, e outros fatores bióticos, tais como os ataques de pragas e doenças, que podem ser discriminados pela variação de emissão de fluorescência (BAKER, 2008). Poucos trabalhos relacionam a avaliação da fluorescência da clorofila *a* e dano fotoinibitório nos centros de reação do PSII causados por estresses bióticos em plantas. BUENO *et al* (2007), utilizaram a

fluorescência da clorofila *a* para observar o efeito na fotossíntese do tecido foliar remanescente das minas causadas por moscas-minadoras, *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) em folhas de batata, e observou que as moscas minadoras causaram danos de até 13% na área foliar, mas nenhuma redução na capacidade fotossintética foi afetada na área remanescente dos folíolos.

Poucas considerações podem ser feitas a respeito da forma com que os patógenos afetam a fotossíntese. Na maioria das relações patógeno-hospedeiro, a diminuição da taxa fotossintética bruta e líquida, aumento da taxa respiratória e no tecido a clorofila é perdida com o progresso da infecção (LOPES, 1996).

FALQUETO *et al.* (2003) avaliaram a eficiência fotossintética em plantas de mamoeiro infectadas por oomiceto do gênero *Phytophthora* e observou uma redução da eficiência fotossintética (Fv/Fm) em planta infectadas, em consequência do aumento de Fo e decréscimo de Fm. COSTA PINTO *et al.* (2000) investigaram o impacto de dois patógenos, *Colletotrichum musae* e *Fusarium moniliforme*, sobre a capacidade fotossintética utilizando a fluorescência da clorofila *a* de banana e milho, respectivamente, e observaram uma redução de Fv/Fm de 15% em bananeira infectada e nas plantas milho infectada não houve diminuição do rendimento fotossintético. DURÃES *et al.* (2001) classificaram diferentes genótipos de milho quanto a resistência a duas raças de *Puccinia polysora*, selecionando genótipos resistentes à ferrugem com medidas do rendimento fotossintético (Fv/Fm). Os autores classificaram como resistentes aqueles genótipos que apresentaram valores de Fv/Fm superior a 0,8 como intermediários aqueles com Fv/Fm entre 0,50 e 0,79 e susceptíveis aqueles com valores de Fv/Fm inferiores a 0,49. COSTA *et al.* (2009) avaliaram o uso da emissão de fluorescência da clorofila *a* para caracterização de genótipos de milho quanto a resistência à ferrugem (*Puccinia substriata* var *penicillariae*) e observou boas correlações entre esta variável fisiológica e a resistência dos genótipos à doença.

2.6. Análise de Crescimento

A comunidade vegetal é dinâmica, sofrendo variações constantes, tanto no número como no tamanho, forma, estrutura e composição química dos indivíduos. A análise quantitativa do crescimento é o primeiro passo na análise da produção vegetal (PEREIRA & MACHADO, 1987).

O estudo fenológico de uma espécie pode ser eficaz na avaliação de práticas de manejo, uma vez que, possibilita identificar por meio da observação dos caracteres morfológicos da planta, seu momento fisiológico ao qual se encontram associadas várias necessidades da planta que, uma vez atendidas, possibilitarão o normal desenvolvimento da cultura, resultando em boa produtividade (CÂMARA, 1998). Esta ferramenta tem sido usada por pesquisadores na elucidação das causas de diferenças no crescimento das plantas identificando aquelas de ordem genética, aquelas resultantes de modificações do ambiente ou de ambas (BRANDELERO *et al.*, 2002). A análise das características do crescimento vegetal pode ser usada, conseqüentemente, para se estimar a produtividade biológica ou primária, assim como pode expressar as condições morfofisiológicas da planta em intervalos de tempo (NIEUWHOF *et al.*, 1991).

Os índices fisiológicos envolvidos e determinados na análise de crescimento indicam a capacidade do sistema assimilatório (fonte) das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação aos locais de utilização ou de armazenamento (FONTES *et al.*, 2005). Portanto, as condições fisiológicas da planta expressam a produção líquida derivada do processo fotossintético. Esse desempenho é influenciado pelos fatores bióticos e abióticos (LESSA, 2007).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M.A.R.; Origem, botânica e descrição da planta. In: ALVARENGA, M.A.R. et al. (Eds.) Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, p. 15-18. 2004.
- AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIM, L. (Eds.) Manual de fitopatologia, 3ed. São Paulo. Agronômica Ceres. p.647-671. 1995.
- BACARIN, M.A.; MOSQUIM, P.R. Cinética de emissão de fluorescência das clorofilas de dois genótipos de feijoeiro. Ciência Agrotecnica, Lavras, v.26, n.4, p.705-710. 2002.
- BAKER, N.R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis *in vivo*. The Annual Review of Plant Biology. v. 59, p. 89–113. 2008.
- BELASQUE JÚNIOR, J.; BASSANEZI, R.B.; SPÓSITO, M.B.; RIBEIRO, L.M.; JESUS JUNIOR, W.C.; AMORIM, L. Escalas diagramáticas para avaliação da severidade do cancro cítrico. Fitopatologia Brasileira. v. 30, p. 387-393, 2005.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, p.289, 1996.
- BJÖRKMAN, O.; DEMMING, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 k among vascular plants of diverse origins. Plant, v.170, p.61-66, 1987.
- BOLHAR-NORDENKAMPF, H.R.; LONG, S.P.; BAKER, N.R.; OQUIST, G.; SCHREIBER, U.; LECHNER, E.G.. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. Functional Ecology, v.3, p. 497-514, 1989.
- BRANDELERO E.; PEIXOTO, C.P.M.; SANTOS, J.M.B.; MORAES, J.C.C.; PEIXOTO, M.F.S.P.; SILVA V. Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no Recôncavo Baiano. 2.ed. Bahia : Magistra, vol.14, p. 77-88, 2002.
- BUENO, A. de F.; ZECHMANN, B.; HOBACK, W.W.; BUENO, R.C.O. de F.; FERNANDES, O. A. Serpentine leafminer (*Liriomyza trifolii*) on potato (*Solanum tuberosum*): Field observations and plant photosynthetic responses to injury. Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.6, p.1510-1517, 2007.
- CÂMARA, G.M. de S. Ecofisiologia da soja e rendimento. In: CÂMARA, G.M. de S. (Coord.). Soja - Tecnologia da Produção. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Departamento de Agricultura)-USP. p.256-577. 1998.
- CAMPOSTRINI, E.; MAESTRI, M. Photosynthetic potential of five genotypes of *Coffea canephora* Pierre. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Campinas, v.10, n.1, p.13-18, 1998.
- CAMPOSTRINI, E. Fluorescência da clorofila *a*: considerações teóricas e aplicações praticas. Disponível em <http://www.uenf.br/UENF/Downloads>. Acesso em: 15 de Maio, 2008.
- COLHOUM, J. Effects of environmental factors on plant diseases. Annual Review of Phytopathology, v. 11, p. 343-364, 1973.
- CORRÊA, F.M. Metodologia de avaliação e seleção de genótipos de tomate (*Solanum* sp.), resistentes a requeima, causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Seropédica: UFRRJ (Dissertação de Mestrado). p.66, 2008.
- COSTA PINTO, L.S.R.; Azevedo, J.L.; Pereira, J.O.; Vieira, M.L.C.; Labate, C.A. Symptomless infection of banana and maize by endophytic fungi impairs photosynthetic efficiency. New Phytologist, v. 147, n. 3, p. 609-615. 2000.
- COSTA, A.C.T.; OLIVEIRA, L.B.; CARMO, M.G.F.; PIMENTEL, C. Avaliação visual e do potencial fotossintético para quantificação da ferrugem do milho pérola e correlações com a produção. Tropical Plant Pathology 34: 313-321. 2009.

DEMMIG-ADAMS, B.; ADAMS, W.W. Photoprotection in an ecological context: the remarkable complexity of thermal energy dissipation. *New Phytologist*. v.172, p. 11–21, 2006.

DIAS, J.A.C.S.; IAMAUTI, M.T. Doenças da batateira. *In*: KIMATI, H.; AMORIM, L.; FILHO, B.A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. Manual de fitopatologia - doenças das plantas cultivadas. 3 ed. São Paulo: Ceres. p. 137-164, 1997.

DUARTE, R.; ISMAEL, M.M.; OLIVEIRA, C.G.; BEGLIOMINI, E. Eficácia do fungicida metiram no controle da requeima (*Phytophthora infestans*) do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Fitopatologia Brasileira*, vol. 27, suplemento, 2002.

DURÃES, F. O. M.; GAMA, E. E.; MAGALHÃES, P. C.; MARRIEL, I. E.; CASELA, C. R.; OLIVEIRA, A. C.; LUCHIARI, J. R.; SHANAHAN, J. F. The usefulness of chlorophyll fluorescence in screening for water, N use efficiency, Al toxicity, and disease in maize. *In*: Eastern and Southern Africa maize conference, 7^o Symposium on low nitrogen and drought tolerance in maize. Nairobi. Mexico: CIMMYT, 2002.

FALQUETO, A.R.; ALVES, E.S.S.; SANTOS, M.P; SILVA, D.M. Respostas fotossintéticas de *carica papaya* L. à infecção fúngica. *Papaya Brasil*, p.427-429, 2003.

FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, F.L.; FERREIRA, F.A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, 2002.

FILGUEIRA, J.A. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 412. 2003.

FONTEM, D.A.; OLANYA, O.M.; TSOPMBENG, G.R.; OWONA, M.A.P. Pathogenicity and metalaxyl sensitivity of *Phytophthora infestans* isolates obtained from garden huckleberry, potato and tomato in Cameroon. *Crop Protection* v.24 p.449–456, 2005.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.

FRY, W.E.; GOODWIN, S.B.; DYER, A.T.; MATUSZAK, J.M.; DRENTH, A.; TOOLEY, P.W.; SUJKOWSKI, L.S. KOH, Y.J. COHEN, B.A.; SPIELMAN, L.J.; DEAHL, K.L.; INGLIS, D.A. & SANDLAN, K.P. Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans*: chronology, pathways and implications. *Plant Disease*, v. 77 p.653-660, 1993

GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. *Bragantia*, Campinas, v. 56, p. 693-713, 1963.

GOMES, A.M.A.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R. Elaboração e validação de escala diagramática para cercosporiose da alface. *Summa Phytopathologica*, v.30, p.38-42, 2004.

GOODWIN, S.B. The population genetics of *Phytophthora*. *Phytopatholog*. v.87 p.462-473. 1997.

HANSON, K.; SHATTOCK, R.C. Effect of metalaxyl on formation and germination of oospores of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology*, v.47 p.116-122, 1998.

HARRISON, J.G. Effects of the aerial environment on late blight of potato foliage- a review. *Plant Pathology*. v.41, p.384-416, 1992.

HUBER, D.M.; WILHELM, N.S. The role of manganese in resistance to plant disease. *In*: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C. (Ed.). Manganese in soils and plants. Dordrecht: Kluwer Academic, p.155-173. 1988.

IBGE, Produção Agrícola Municipal 2007; Malha municipal digital do Brasil: situação em 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat>. Acesso em: 20 de julho de 2009.

KLUGE, R.A. Fotosíntese - Fisiologia Vegetal. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/2994673/Fotosintese-Fisiologia-Vegetal>. Acesso em: 28 de julho de 2009.

KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. Annual Review Plant Physiology. Plant Molecular Biology, v.42, p.313-349, 1991.

LEE, T.Y.; SIMKO, I.; FRY, W.E. Genetic control of aggressiveness in *Phytophthora infestans* to tomato. Canadian Journal Plant Pathology. v.24 p.471-480. 2002.

LESSA, L.S. Avaliação agronômica, seleção simultânea de caracteres múltiplos em híbridos diplóides (aa) e desempenho fisiológico de cultivares de bananeira . Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Salvador: Universidade Federal da Bahia (Dissertação Mestrado), p. 92, 2007.

LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C. Doenças do Tomateiro. Brasília, 2º ed: Embrapa Hortaliças, p. 151. 2005.

LOPES, D.B. Photosynthetic competence of bean leaves with rust and anthracnose. University of Florida in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. p.166. 1996.

LUZ E. D.N.; MATSUOKA K. *Phytophthora*: Fungo, protista ou chromista? In: LUZ, E.D. N.; SANTOS, A.F.; MATSUOKA, K.; BEZERRA, J.L. Doenças Causadas por *Phytophthora* no Brasil. Campinas, Brazil: Livraria Editora Rural, 100–74, 2001.

MARTINS, M.C.; GUERZONI, R.A.; CÂMARA, G.M.S.; MATTIAZZI, P.; LOURENÇO, S.A.; AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. Fitopatologia Brasileira, v. 29, p.179-184, 2004.

MAXWELL, K. e JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. Journal of Experimental Botany. v. 51(345), p.659-668, 2000.

MAZARO, S.M.; DE GOUVEA, A.; MAY DE MIO, L.L.; DESCHAMP, C; BIASI, L.A.; CITADINI, I. Escala diagramática para avaliação de severidade da mancha-de-dendrophoma em morangueiro. Ciência Rural. Santa Maria, v 36, n5, p. 1630-1633, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 27 de Agosto de 2009.

MIRANDA, B.E.L.; REIS, A. Caracterização de isolados de *Phytophthora infestans* obtidos de tomateiro. Brasília: EMPRAPA HORTALIÇAS. 2006.

MIZUBUTI, E.S.G.; FRY, W.E. Temperature effects on developmental stages of isolates from three clonal lineages of *Phytophthora infestans*. Phytopathology, v. 88, p.837-843, 1998.

MIZUBUTI, E.S.G. Requeima ou Mela da Batata e do Tomate. In: Luz E. D. N.; SANTOS A. F, MATSUOKA K, BEZERRA JL, eds. Doenças Causadas por *Phytophthora* no Brasil. Campinas, Brazil: Livraria Editora Rural, 100–74. 2001.

MORAIS, S.A. Quantificação de doenças de plantas. 2007. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/doencas/index.htm. Acesso em: 28 de julho de 2009.

MURAYAMA, S. Horticultura. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. p.321 1983.

NAIKA, S.; VAN LIDT de JEUDE J.; GOFFAU, M. de; HILMI, M.; VAN DAM, B. A cultura do tomate. Produção processamento e comercialização. Fundação Agromisa e CTA, Wageningen, 2006.

NIEUWHOF, M.; GARRETSEN, F.; VAN OEVEREN, J.C. Growth analyses of tomato genotypes grown under low energy condiction. Netherlands Journal of Agricultural Science, v. 39, p. 191-196. 1991.

NILSSON, H.E. Remote sensing and image analysis in plant pathology. Canadian Journal of Plant Pathology. v.17 p.154-166, 1995.

NORONHA, M.A. Escala diagramática para avaliação da mancha preta em folhas de citrus e efeito da temperatura e da duração do molhamento na pré-penetração de conídios de

Guignardia citricarpa Kiely [Phyllosticta citricarpa (McAlp.) Van der Aa]. Dissertação de Mestrado USP/Esalq, 67p. 2002.

Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO/ONU). <http://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 20 de junho de 2009.

PERALTA, I.E.; D.M. SPOONER. Classification of wild tomatoes: a review. Kurtziana v.28 p.45-54, 2000.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de vegetais. Campinas: Instituto Agrônomo, 33p. (IAC. Boletim técnico, 114). 1987.

PIMENTEL, A.A.M.P. Olericultura no trópico úmido: Hortaliças na Amazônia, Editora Ceres LTDA, São Paulo, 1985.

PIMENTEL, C, Metabolismo de carbono na agricultura tropical Seropédica: Edur, p.150, 1998.

PIMENTEL, C.; DAVEY, P.A.; JUVIK, J.A.; LONG, S.P. Gene loci maize influencing susceptibility to chilling dependent photoinhibition of photosynthesis. Photosynthesis Research, v.85, p. 319-326, 2005.

POZZA, E.A.; POZZA, A.A.A. A nutrição mineral no controle de doenças de plantas. In: VEZON, M.; PAULA JUNIOR, T.J.; PALLINI, A. Tecnologia alternativas para o controle de pragas e doenças. Viçosa: EPAMIG, p.378, 2006.

REIS, A.; LOPES, C.A. Tomates em chamas. Revista Cultivar de Hortaliças e Frutas, nº 15, agosto/setembro, 2002.

REIS, A.; RIBEIRO, F.H.S.; MIZUBUTI, E.S.G. Caracterização de isolados de *Phytophthora infestans* do Distrito Federal e de Goiás. Fitopatologia Brasileira v.31 p.270-276, 2006.

ROTEM, J.; COHEN, Y. PUTTER, J. Relativity of limiting and optimum inoculum loads, wetting durations, and temperatures for infection by *Phytophthora infestans*. Phytopathology. v. 61. p. 275-278, 1971.

ROTEM, J.; COHEN, Y.; BASHI, E. Host and environmental influences on sporulation *in vivo*. Annual Review of Phytopathology. v. 16. p. 83-101, 1978.

SINGH, B.P.; S ROY, J.G.; RANA, D.K. Production of *Phytophthora infestans* oospores in plant and inoculum potential of in vitro produced oospores under temperate highlands and subtropical plains of India. Annals Applied Biology. v.144 p.363-370, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, p.719, 2004.

WEST, J.J.; BRAVO, C.; OBERTI, R.; LEMAIRE, D.; MOSHOU, D.; MCCARTNEY H. A. The potencial of optical canopy measurement for targeted control of field crop diseases. Annual Review of Phytopathology, 41, p. 593-614, 2003.

4. CAPÍTULO I

QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DA REQUEIMA DO TOMATEIRO POR MEIO DO POTENCIAL FOTOSSINTÉTICO E DE ESCALAS DIAGRAMATICAS

Quantificação da severidade da requeima do tomateiro por meio do potencial fotossintético e de escalas diagramáticas.

4.1. RESUMO

O presente trabalho foi feito com o objetivo de aferir metodologia de avaliação da requeima do tomateiro, causada por *Phytophthora infestans*. O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação no período de junho a setembro de 2008. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com 12 repetições em esquema fatorial 2x2, duas cultivares, *Super Sweet* e 'Perinha Água Branca', suscetível e resistente à requeima, respectivamente, inoculação ou não com suspensão de esporângios, e dez avaliações aos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 17 e 24 dias após a inoculação, como parcelas subdivididas no tempo. As avaliações foram feitas na quinta, oitava e décima primeira folha, contadas de baixo para cima, por meio de estimativas visuais da severidade utilizando-se três escalas diagramáticas, Simplificada, Detalhada e James-modificada, e pela medição da fluorescência da clorofila *a* para determinação do potencial máximo fotossintético (Fv/Fm). Os dados de severidade e de potencial fotossintético em cada uma das três folhas, e considerando a média das três folhas, foram submetidos à análise variância, teste de Tukey e correlação de Pearson ($P < 0,05$). A estimativa da severidade da requeima com as três escalas se mostrou adequada para quantificação da requeima tendo permitido discriminar efeito de inoculação e diferenças entre as cultivares aos quatro e nove dias após a inoculação, respectivamente, que foram confirmadas pelas medidas do potencial fotossintético das folhas. O aumento da severidade da requeima, estimada pelas três escalas, resultou em redução do potencial fotossintético, com coeficientes de correlação significativos e negativos entre as duas medidas. A quinta e oitava folha, associadas ao primeiro e segundo cacho respectivamente, se mostraram mais adequadas para as avaliações da severidade e do potencial fotossintético por permitir melhor discriminação do efeito de cultivar e da inoculação. A medição do potencial fotossintético revelou diferenças entre as cultivares com 48 horas de antecedência em relação aos dados de severidade estimados com o uso das escalas.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, *Phytophthora infestans*, resistência, epidemiologia, fluorescência da clorofila *a*.

Tomato late blight quantification by measuring photosynthetic potential and diagrammatic grading keys.

4.2. ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the methods of quantification of tomato late blight caused by *Phytophthora infestans*. The experiment was conducted from June to September, 2008, in a greenhouse, with twelve repetitions, in a 2x2 factorial experimental design. Two cultivars were studied, Super Sweet and 'Perinha Água Branca', a resistant and a susceptible to late blight genotypes, respectively. The plants were inoculated or not with a sporangia suspension, and submitted to ten evaluations: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 17 and 24 days after inoculation. The evaluations were made in the fifth oldest leaf, and eighth and eleventh leaves, by visual estimation of severity, using three diagrammatic grading keys, Simplified, Broad and James-modified, but also measuring photosynthetic potential (Fv/Fm), by chlorophyll "a" fluorescence emission, to compare the methods. The results of visual evaluation and photosynthetic potential data of the three leaves were submitted to variance analysis, and the means were compared by Tukey's test and Pearson's Correlation ($p < 0,05$). The visual evaluation, using the three diagrammatic grading keys of late blight severity, was adequate for the disease quantification, enabling the discrimination of inoculation effects and differences between cultivars, especially at four and nine days after inoculation. These results were confirmed by the measurements of photosynthetic potential, which discriminated too the intensity of the effects and genotypes. The intensity of late blight severity (estimated by three diagrammatic grading keys) caused a reduction of the photosynthetic potential, with significant and negative correlation coefficients between the two methods. The fifth and the eighth leaves, respectively associated to the first and to the second fruit clusters, were more indicated for evaluations of visual estimation of severity and photosynthetic potential measurements, with a better discrimination of cultivar and inoculation effects. The photosynthetic potential measurements showed differences between the cultivars, 48 hours before the visual evaluations of the disease severity.

Key-words: *Solanum lycopersicum*, *Phytophthora infestans*, epidemiology, resistance, chlorophyll *a* fluorescence.

4.3. INTRODUÇÃO

O tomateiro é a segunda hortaliça em importância econômica, área cultivada, produção e valor da produção, sendo cultivada nos cinco continentes (FILGUEIRA, 2003). Atualmente, é uma das principais culturas no Brasil, com uma produção anual de 3,2 milhões de toneladas e uma área plantada de aproximadamente 63.000 de hectares, obtendo uma produtividade média de 54 Mg ha⁻¹ (AGRIANUAL, 2008). A maior região produtora é a Sudeste, responsável por pouco mais de 50% do total produzido, sendo que o estado do Rio de Janeiro produziu em 2008 cerca de 196.824 toneladas em 2.659 ha. O estado do Rio de Janeiro produz tomate para consumo *in natura* e destaca-se pela alta produtividade, 77,2 Mg ha⁻¹, a segunda maior do país perdendo apenas para o estado de Goiás, cuja produção é voltada para agroindústria (IBGE, 2009).

Apesar de sua importância social e econômica, o cultivo do tomateiro é uma atividade de alto risco, principalmente pela grande variedade de ambientes e sistemas nos quais é cultivado, alta suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças e exigência em insumos e serviços, o que acarreta elevado investimento de recursos financeiros por unidade de área (LOOS *et al.*, 2004). A suscetibilidade a grande número de pragas e doenças torna o controle fitossanitário uma tarefa de grande complexibilidade, em muitas das vezes utilizando um grande número de produtos químicos (LOPES & ÁVILA, 2005). Dentre as principais doenças do tomateiro está a requeima, causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, que ocorre em praticamente todas as regiões onde se cultiva tomate. A requeima é mais severa sob condições de ambiente úmido e de temperaturas amenas (15 a 25 °C) por favorecerem as infecções (LOPES & ÁVILA, 2005; SING *et al.*, 2004; TURKENSTEEN *et al.*, 2000) em hastes, frutos, pecíolos e, principalmente, nas folhas. Ataques severos podem levar à morte das folhas e até da própria planta (ERWIN e RIBEIRO, 1996; MIZUBUTI, 2001).

Os sintomas iniciam-se como lesões aquosas, que ficam necrosadas e com os bordos esverdeados. Sob condições de alta umidade, na parte abaxial das folhas as lesões se caracterizam por apresentarem um mofo esbranquiçado formado por esporangióforos e esporângios. A esporulação do fitopatógeno é mais freqüente nas bordas das lesões, onde se encontra o tecido afetado, porém ainda vivo (REIS & LOPES, 2002).

O controle da doença no campo é bastante difícil, uma vez que, são freqüentes os relatos de ocorrência de isolados resistentes aos princípios ativos utilizados (HANSON & SHATTOCK, 1998; GISI & COHEN, 1996). Ainda, sob condições propícias, para o controle da doença é necessária a aplicação de fungicidas a cada quatro a seis dias (DUARTE *et al.*, 2002).

Para o desenvolvimento das estratégias de controle e seleção de genótipos resistentes torna-se necessário dispor-se de métodos de avaliação ou quantificação da doença que sejam precisos e reproduzíveis. Para a quantificação da severidade de doenças com precisão várias estratégias têm sido propostas e entre estas, destacam-se as escalas diagramáticas, que são representações ilustradas de uma série de plantas, folhas ou partes de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade (KRANZ, 1988; BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

A quantificação da severidade está sujeita a grande subjetividade, pois é estimada visualmente e pode variar entre os avaliadores. A utilização de escalas diagramáticas pode reduzir a subjetividade das estimativas de severidade entre os avaliadores, melhorando os níveis de acurácia e precisão das mesmas (GOMES *et al.*, 2004). A avaliação da severidade da requeima em tomateiro tem sido realizada com escala diagramática de James (JAMES, 1971; JAIME-GARCIA *et al.* 2001; DUARTE *et al.* 2007a; DUARTE *et al.* 2007b), proposta

para a requeima da batateira. CORRÊA (2008) propôs e avaliou três diferentes escalas diagramáticas para avaliação da requeima em folhas de tomateiro, chamadas de escala Simplificada, escala Detalhada e de James- modificado. Em todos estes casos a quantificação da doença é feita com base na porcentagem de área foliar doente. Alguns autores propõem a quantificação do tecido sadio ou da área foliar sadia, embora seja menos frequentemente utilizada em estudos de epidemiologia e controle de doenças. Para produção vegetal o tecido sadio, ou fotossinteticamente ativo, podem ser mais relevantes do que a porcentagem de área foliar lesionada (ZADOKS & SCHEIN, 1979).

Em alguns patossistemas, a redução da área foliar pela lesão é o único mecanismo pelo qual os patógenos reduzem a taxa fotossintética do hospedeiro (SPITTERS *et al.*, 1990; VAN OIJEN, 1990). Em outros, a taxa fotossintética é reduzida também no tecido verde, aparentemente sadio, ao redor das lesões (RABBINGE *et al.*, 1985; GOODWIN, 1992; SHTIENBERG, 1992; BASSANEZI *et al.*, 1997). Uma vez instalado o processo infeccioso, a atividade fotossintética diminui, devido ao surgimento de áreas necróticas e destruição das moléculas de clorofila (BASTIAANS, 1991).

Em estudos fisiológicos de organismos fotossintetizantes, algumas técnicas disponíveis permitem avaliar o processo fotossintético e a resposta do organismo que se relaciona com seu estado de sanidade, através da fluorescência emitida durante tal processo (GOVINDJEE & FORK, 1986; NOBEL 1991; WEST *et al.*, 2003).

Avanços na tecnologia de medição da fluorescência da clorofila *a* permitem acessar rapidamente a máxima performance fotossintética do fotossistema II (Fv/Fm), que tem sido utilizada como um indicador do estado fisiológico de organismos fotossintetizantes (WARING *et al.*, 2006; RENNENBERG *et al.*, 2006; MARCHAND *et al.*, 2006; SLAMA *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2009). Segundo CAMPOSTRINE (2008) o declínio da relação Fv/Fm é um bom indicador do dano fotoinibitório quando plantas estão sujeitas a estresses do ambiente incluindo frio e seca, deficiência de nutrientes e ataque de pragas e doenças, estresse luminoso e ozônio exemplos de agentes estressores capazes de reduzir a capacidade de utilização da luz pelas plantas (DEMMIG-ADAMS & ADAMS, 2006).

A utilização do rendimento quântico fotossintético para observar a diminuição da taxa fotossintética, influenciada pelo patógeno, não apenas aos danos causados aos cloroplastos, com o processo de envelhecimento dos tecidos afetados, mas também como uma propriedade específica do patógeno, vem sendo preconizada por alguns pesquisadores (LOPES, 1999; BASSANEZI, 1997; BASTIAANS, 1991; COSTA *et al.*, 2009).

O presente trabalho teve como objetivo estabelecer metodologia para avaliação da requeima do tomateiro, causada por *P. infestans*, utilizando-se as escalas diagramáticas propostas por CORRÊA (2008) e o potencial máximo fotossintético da folha (Fv/Fm).

4.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de junho a setembro de 2008, no Setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, (UFRRJ) localizada a uma latitude de 22° 41'S e longitude 43°41'W, com altitude de 24 m.s.n.m (Google Earth™, 2009).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com duas cultivares, dois tratamentos, inoculação ou não com *P. infestans*, em parcelas subdivididas no tempo (dez avaliações). Para cada cultivar foram utilizadas 24 plantas, das quais 12 foram inoculadas e 12 não inoculadas, totalizando 48 plantas.

As cultivares utilizadas foram 'Perinha Água Branca' e o híbrido comercial *Super Sweet*, ambas do grupo cereja, caracterizada como resistente e suscetível à requeima, respectivamente (AZEVEDO, 2006; ROCHA, 2008).

As mudas foram produzidas em bandejas de polipropileno, com 128 células, preenchidas com substrato comercial e mantidas em casa de vegetação. No semeio, foram colocadas duas a três sementes por célula, seguida de desbaste totalizando uma muda por célula. Aos 34 dias após a semeadura, quando todas as mudas apresentavam-se com dois pares de folhas definitivas, foi realizado o transplante para os vasos, seguido de irrigação.

Utilizaram-se vasos de 8 L, preenchidos com terra previamente adubada com um litro de esterco e seis gramas da formulação 04-14-08 (NPK), seguindo a recomendação da análise de solo.

O solo de onde foi retirado a terra para preenchimento dos vasos, classificado como planossolo, apresentava as seguintes características: pH (água)=5,6; P= 71 mg kg; K= 37 mg kg; Ca= 2,0 C_{molc} dm³ de TFSA; Mg= 1,0 C_{molc} dm³ de TFSA; Al= 0 C_{molc} dm³ de TFSA; H+Al= 2,6 C_{molc} dm³ de TFSA; Na= 0,121 C_{molc} dm³ de TFSA; C= 1,04%.

Aos 34 dias após o transplante (DAT) realizou-se uma adubação de cobertura com uréia (2 g balde⁻¹) e cloreto de potássio (2 g vaso⁻¹).

A irrigação foi feita com auxílio de mangueira com aplicação de água no vaso e o molhamento total da planta, a fim de propiciar aumento de umidade no ambiente

A inoculação foi realizada aos 66 DAT utilizando uma suspensão de esporângios. Para preparação da suspensão, foram coletadas folhas de plantas de tomateiros que apresentavam lesões esporulantes. Foram escolhidas 20 folhas com intensa esporulação, as quais foram levadas para o Laboratório de Epidemiologia e Patologia de Sementes, para o preparo da suspensão. Para tanto, as folhas foram colocadas em um becker contendo 1000 mL de água destilada e submetidas à agitação por 15 minutos. Em seguida, com auxílio de microscópio óptico e hemacitômetro ajustou a concentração da suspensão para cerca de 1,5x10⁴ esporângios mL⁻¹.

A inoculação foi realizada por meio de atomização nas duas faces das folhas até o ponto de escorrimento. Como a umidade relativa do ar estava próxima a 100%, as plantas inoculadas não foram mantidas em câmara úmida, e durante três dias seguidos houve monitoramento da temperatura média, que se manteve em torno de 25°C durante o dia e 20°C à noite. As plantas não inoculadas foram mantidas separadas das inoculadas.

Iniciaram-se as avaliações no dia seguinte à inoculação por meio da observação sistemática para a presença de sintomas e medição do rendimento fotossintético. Este foi, avaliado através de medições da emissão de fluorescência da clorofila *a* nas folhas (pela variável Fv/Fm), chamado potencial fotossintético, após adaptação do tecido fotossintetizante ao escuro (GENTY *et al.*, 1989; MAXWELL & JOHNSON, 2000; CAMPOSTRINI, 2008;). Estas medições foram realizadas uma hora após o anoitecer (PIMENTEL *et al.*, 2005), com auxílio de presilhas plásticas aplicadas sobre as folhas, para direcionar a fibra ótica do

aparelho. Após a adaptação ao escuro aplicou-se um pulso luminoso saturante de $3000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ durante 2 segundos, por meio do fluorímetro modulado [OS-30 da ADC Ltd. (Inglaterra)] (CAMPOSTRINI, 2008). As medidas foram realizadas tomando entre cinco a vinte pontos por folha, dependendo da porcentagem da área lesionada (MAXWELL & JOHNSON, 2000; KRAUSE & WEISS, 1991). As medições foram feitas em três folhas por planta assim distribuídas: na quinta folha, contada de baixo para cima e adjacente ao primeiro cacho, na oitava folha, adjacente ao segundo cacho, e na décima folha, adjacente ao terceiro cacho, sem destacá-las da planta (Figura 1).

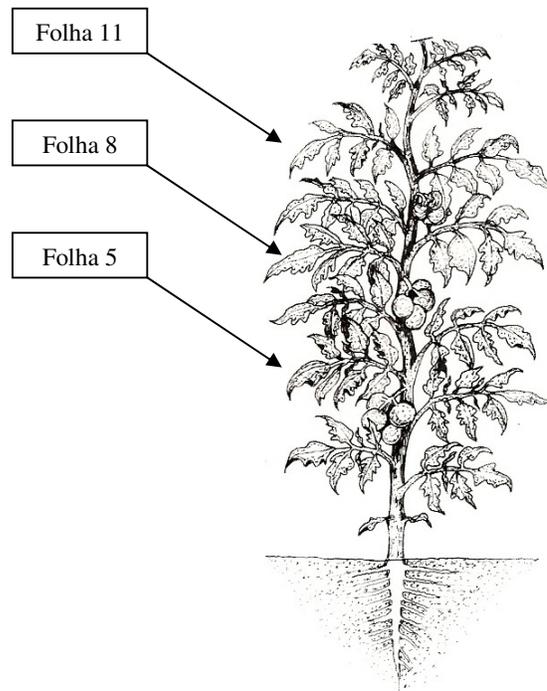


Figura 1. Planta de tomate ilustrando as folhas utilizadas nas avaliações de rendimento fotossintético e avaliações visuais com escalas diagramáticas (ALVARENGA, 2004).

Com o aparecimento dos primeiros sintomas da doença, aos 68 DAT e dois dias após a inoculação, iniciou-se a quantificação da severidade da requeima por meio de avaliações visuais, utilizando-se três diferentes escalas diagramáticas, ‘Escala Simplificada’ (Figura 2), ‘Escala James-modificada’ (Figura 3) e ‘Escala Detalhada’ (Figura 4) propostas por CORRÊA (2008). As avaliações foram realizadas aos zero, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 17, e 24 DAI. Avaliaram-se as mesmas folhas, nas mesmas datas, tanto para quantificação da severidade da doença quanto para o rendimento fotossintético.

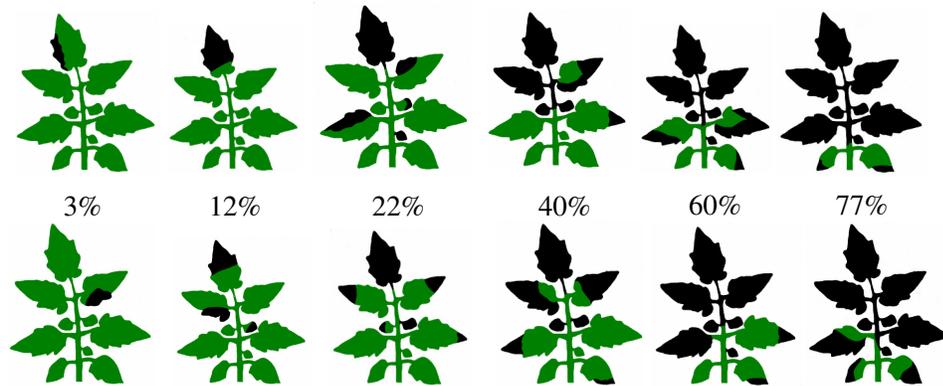


Figura 2. Escala diagramática com seis valores de severidade para avaliação da queimeira em folhas de tomate (Escala Simplificada) (CORRÊA, 2008).

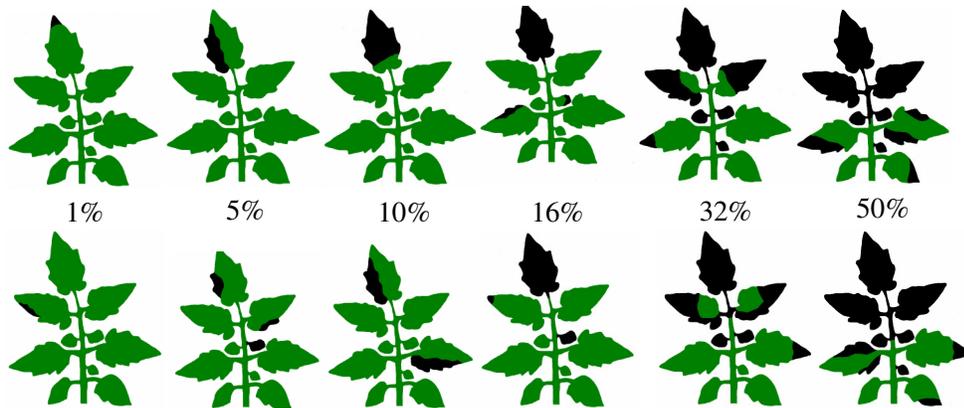


Figura 3. Escala diagramática com seis valores de severidade para avaliação da queimeira em folhas de tomate, baseada em James (1971) (James-modificada) (CORRÊA, 2008).

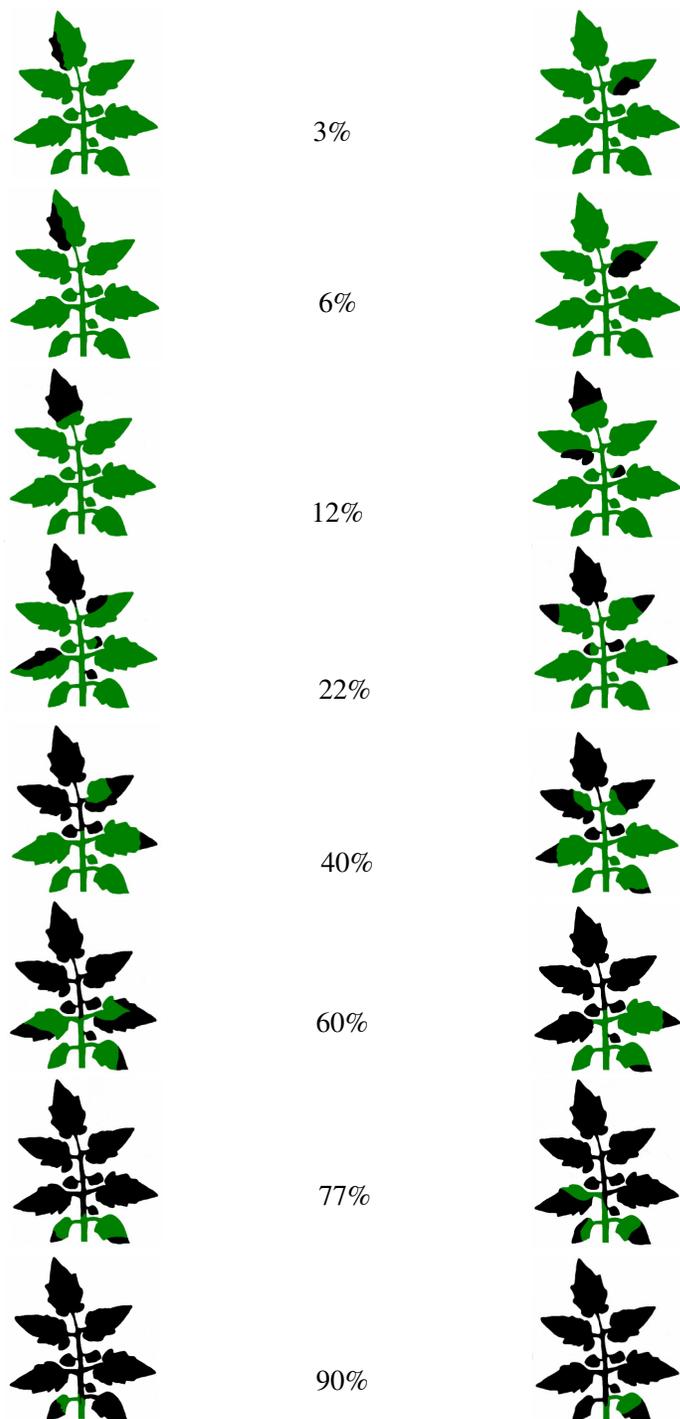


Figura 4. Escala diagramática com oito valores de severidade para avaliação da queimeira em folhas de tomate (Escala Detalhada) (CORRÊA, 2008).

Os dados de severidade, obtidos com as três escalas e os de potencial fotossintético, em cada uma das três folhas e com a média das três folhas, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls, a 5,0% de probabilidade. Realizou-se, ainda, a análise de correlação de Pearson entre a medição do

rendimento fotossintético e da severidade da planta avaliada com as três diferentes escalas. Nas análises utilizou-se o programa estatístico SAEG (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros sintomas da requeima foram observados aos dois e sete dias nas plantas da cultivar *Super Sweet* nas parcelas inoculadas e não inoculadas, respectivamente, enquanto na cultivar 'Perinha Água Branca', os sintomas foram observados aos dois e nove dias nas parcelas inoculadas e não inoculadas, respectivamente. De forma geral, os níveis de severidade foram mais elevados na folha 5, seguido da folha 8 e da folha 11, tendo atingido valores máximos próximos a 70, 50 e 30 %, respectivamente, quando a avaliação foi feita com a escala Detalhada, e próximos de 45, 35 e 20%, respectivamente, quando a avaliação foi feita com a escala James-modificada, na cultivar *Super Sweet* (Figuras 5, 6 e 7). Esta diferença deve-se aos limites superiores das respectivas escalas. Paralelo ao aumento da porcentagem da área lesionada, observou-se redução dos valores de Fv/Fm, isto é, uma redução do potencial fotossintético, pelas infecções (Figuras 5, 6 e 7). Esta redução do potencial fotossintético pela requeima pode ser confirmada pelos coeficientes de correlação altamente significativos e negativos entre os valores de Fv/Fm e os valores de severidade medidos pelas três escalas, em cada uma das três folhas e considerando a média das três folhas. Os coeficientes foram mais elevados nas avaliações feitas na folha 5 utilizando-se as escalas Simplificada e Detalhada (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficientes de correlação (r) entre os valores de severidade estimados por meio das escalas Simplificada, de James-modificada e Detalhada e o rendimento máximo fotossintético (Fv/Fm) em três folhas da planta separadamente e considerando a média das três folhas. Seropédica, UFRRJ, 2008.

Escala	Fv/Fm			
	Folha 5	Folha 8	Folha 11	Média
Simplificada	-0,50***	-0,44***	-0,48***	-0,49***
James-modificada	-0,48***	-0,43***	-0,47***	-0,47***
Detalhada	-0,51***	-0,45***	-0,47***	-0,50***

*** Significativos a 0,01% pelo teste t.

Nas parcelas não inoculadas, as infecções iniciaram-se a partir de dispersão natural do inóculo e os sintomas somente ocorreram a partir do sétimo e nono dia após a inoculação nas plantas do cultivar *Super Sweet* e 'Perinha Água Branca', respectivamente. Nestas parcelas, os valores máximos de severidades foram inferiores aos observados nas parcelas inoculadas, principalmente para a cultivar 'Perinha Água Branca' (Figura 5, 6 e 7). Esta diferença entre as duas cultivares quanto ao aparecimento dos primeiros sintomas deve-se, provavelmente, à diferença entre as mesmas quanto a Resistência ao patógeno, já relatada em ensaios de campo por AZEVEDO (2006), CORRÊA (2008) e ROCHA (2008).

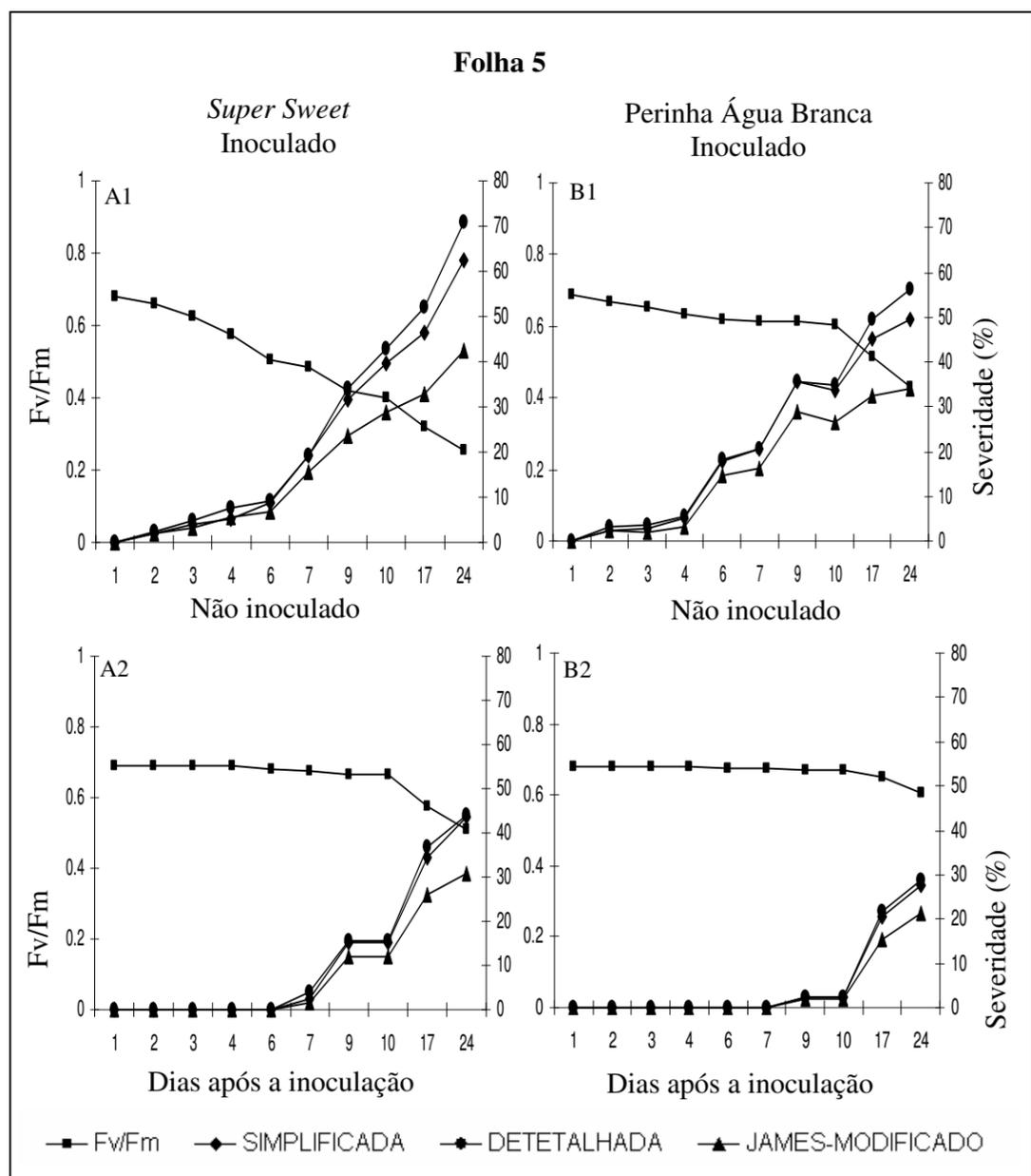


Figura 5. Progresso da requeima do tomateiro, causado por *Phytophthora infestans*, quantificado pela estimativa de severidade com uso das escalas Simplificada, Detalhada e James-modificada e da medição do potencial fotossintético (Fv/Fm), avaliados na quinta folha em planta do híbrido *Super Sweet* (A) e da cultivar 'Perinha água Branca' (B), inoculada (1) e não inoculada (2) com suspensão de esporângios. Seropédica, UFRRJ, 2008.

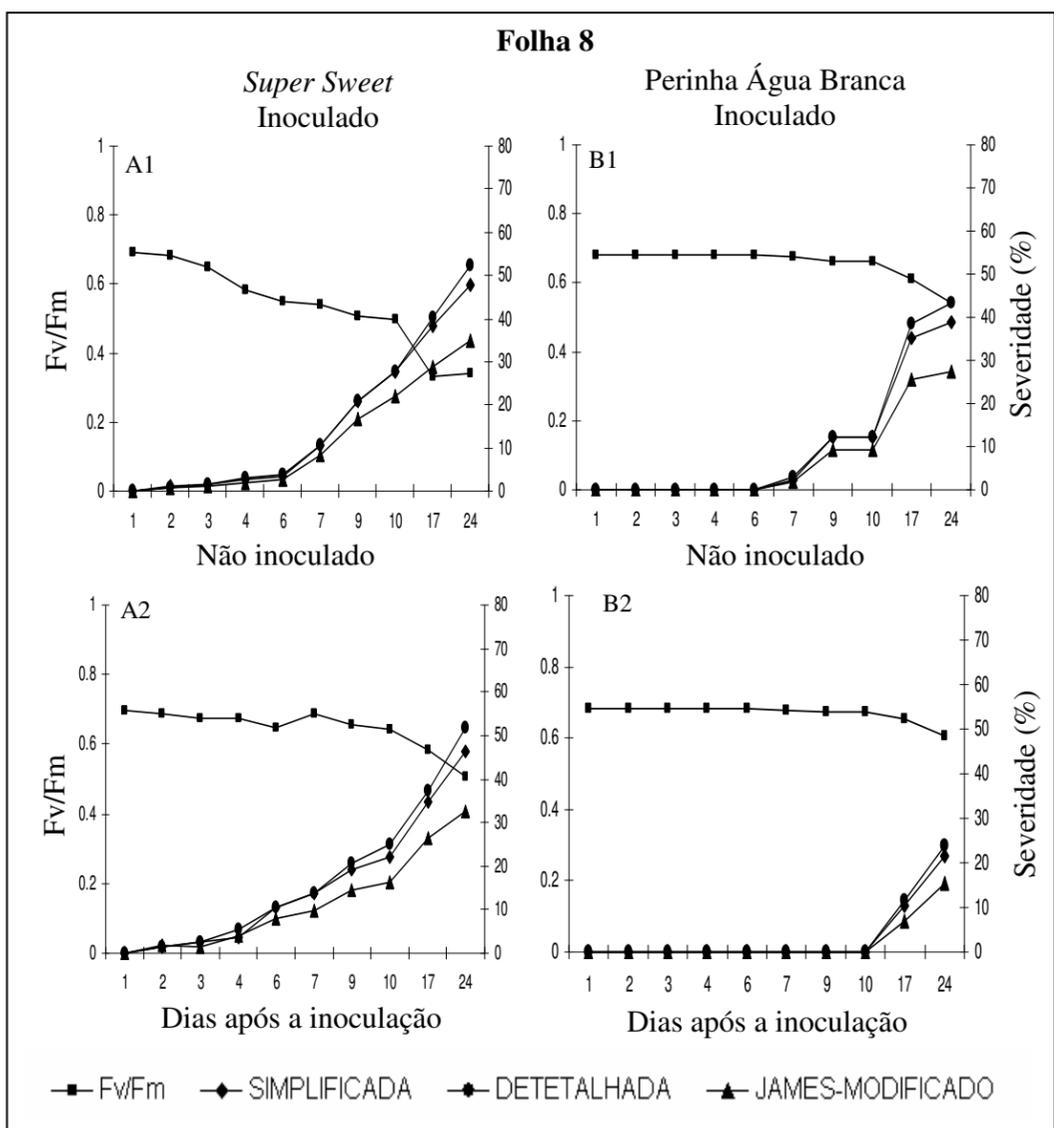


Figura 6. Progresso da requeima do tomateiro, causado por *Phytophthora infestans*, quantificado pela estimativa de severidade com uso das escalas Simplificada, Detalhada e James-modificada e da medição do rendimento máximo fotossintético (Fv/Fm), avaliados na oitava folha em planta do híbrido *Super Sweet* (A) e da cultivar 'Perinha água Branca' (B), inoculada (1) e não inoculada (2) com suspensão de esporângios. Seropédica, UFRRJ, 2008.

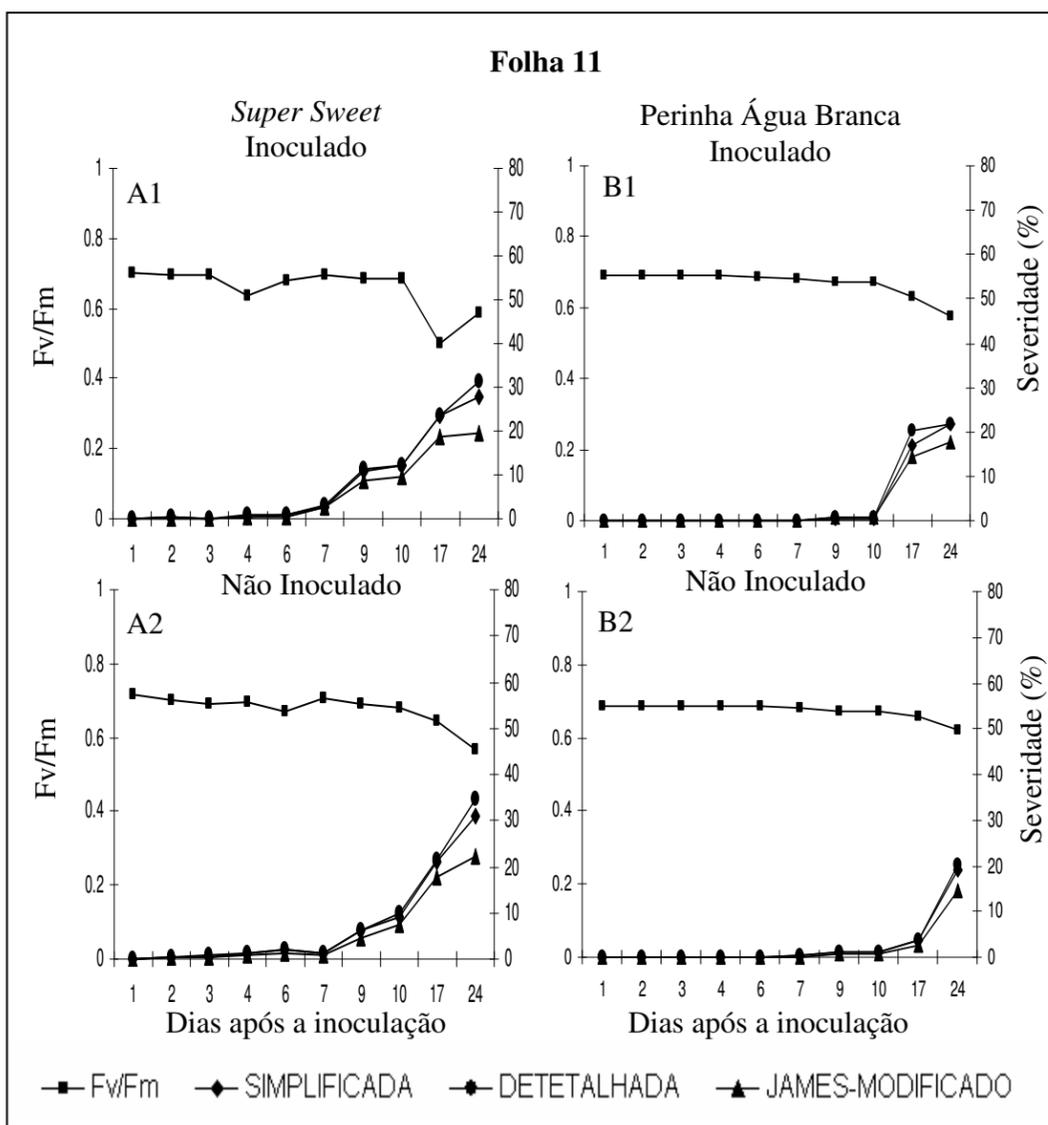


Figura 7. Progresso da requeima do tomateiro, causado por *Phytophthora infestans*, quantificado pela estimativa de severidade com uso das escalas Simplificada, Detalhada e James-modificada e da medição do rendimento máximo fotossintético (Fv/Fm), avaliados na décima primeira folha em planta do híbrido *Super Sweet* (A) e da cultivar 'Perinha água Branca' (B), inoculada (1) e não inoculada (2) com suspensão de esporângios. Seropédica, UFRRJ, 2008.

É evidente, nas plantas não inoculadas, a menor severidade na cultivar 'Perinha Água Branca', com o menor efeito sobre o potencial máximo fotossintético nestas plantas (Figura 8).

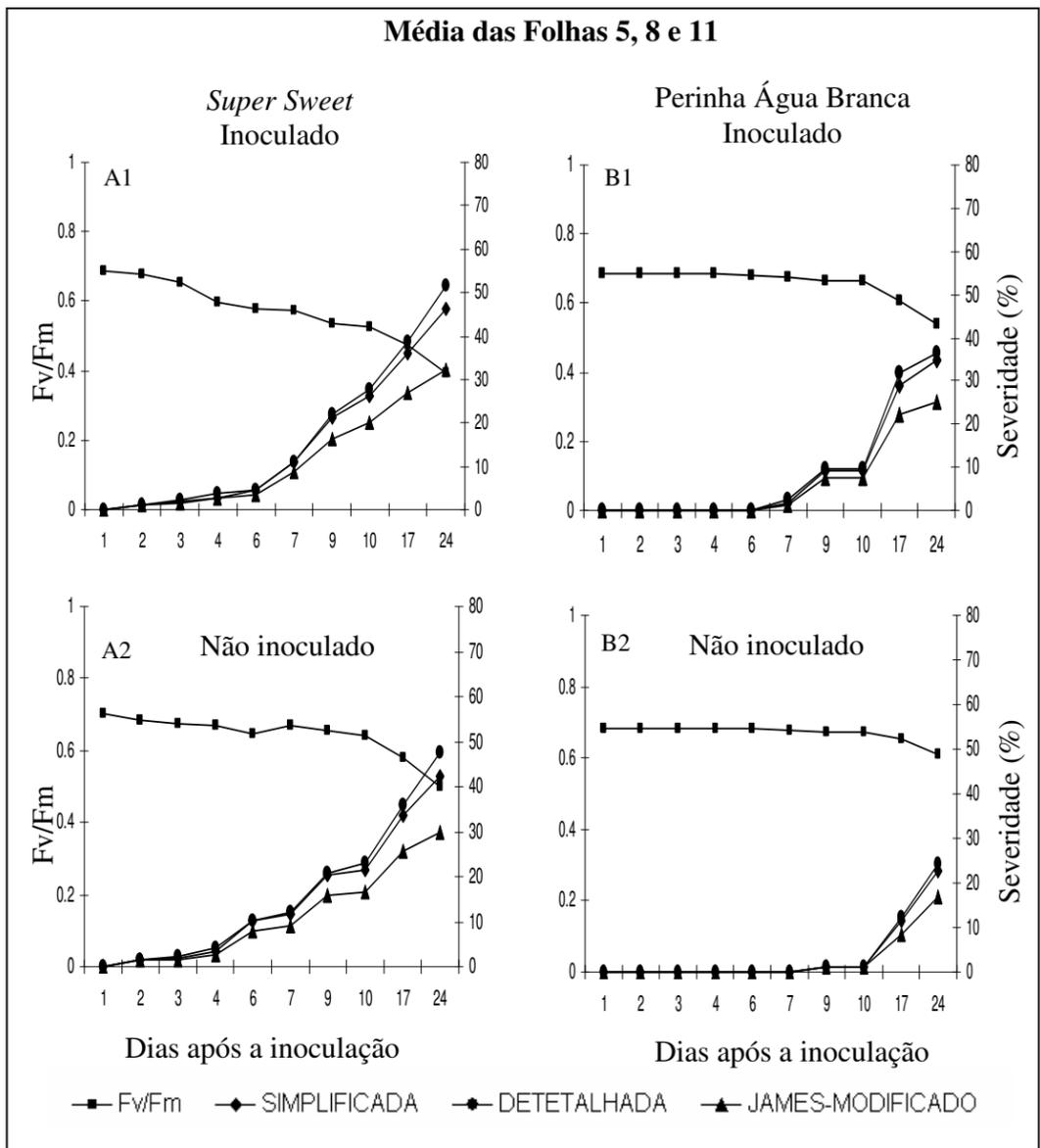


Figura 8. Progresso da requeima do tomateiro, causado por *Phytophthora infestans*, quantificado pela estimativa de severidade com uso das escalas Simplificada, Detalhada e James-modificada e da medição do rendimento máximo fotossintético (Fv/Fm), avaliados nas folhas 5, 8 e 11 em planta do híbrido *Super Sweet* (A) e da cultivar ‘Perinha água Branca’ (B), inoculada (1), e não inoculada (2), com suspensão de esporângios.

Considerando as avaliações por meio de escalas, foi possível detectar efeito simples significativo de inoculação e de tempo após a inoculação por meio das três escalas utilizadas, Simplificada, James-modificada e Detalhada, nas três folhas, cinco, oito e onze e efeito da interação entre o número de dias após a inoculação e cultivar e inoculação, quando as avaliações foram feitas nas folhas cinco e oito. Na folha onze somente foi observado efeito da interação entre o número de dias e a inoculação (Tabela 2). Ou seja, as avaliações feitas nas folhas cinco e oito permitiram a detecção de efeitos dos tratamentos e de suas interações com mais facilidade que as avaliações na folha onze. Este resultado deve-se à maior variabilidade

nos dados de severidade na folha onze, expressa pelos maiores coeficientes de variação comparados aos registrados nos dados obtidos nas folhas oito e cinco. Esta variabilidade decorre do fato de a inoculação ter sido feita quando a folha 11 ainda não estava totalmente desenvolvida. Os sintomas nesta folha apareceram cerca de cinco dias após o surgimento dos sintomas das demais folhas.

Estes resultados, em sua maioria, foram confirmados pelo máximo potencial fotossintético das folhas, medido por meio da fluorescência da clorofila *a*. Este, no entanto, mostrou-se mais sensível, especialmente nas medidas feitas nas folhas cinco e oito, tendo detectado efeito significativo de cultivar e da interação tripla entre dias após a inoculação, cultivar e inoculação. As maiores diferenças entre as estimativas de severidade e medidas do máximo potencial fotossintético foram registrados na folha onze, confirmando as dificuldades anteriormente comentadas para as avaliações nesta folha (Tabela 2). Este resultado difere dos de COSTA *et al.* (2009) que observaram melhor discriminação de diferentes genótipos de milho quanto a resistência à ferrugem (*P. substriata* var *penicillariae*) quando utilizaram folhas jovens e fisiologicamente ativas comparado a uso de folhas mais baixas ou a própria planta inteira devido ao predomínio de folhas mais velhas ou senescentes na composição da média final da severidade.

De forma geral, as folhas 5 e 8 foram as que permitiram detectar com maior frequência efeito dos tratamentos e de suas interações sobre a severidade da requeima, medidos por meio de escalas e por meio da fluorescência da clorofila *a*. Comparando as duas metodologias, a medição da intensidade de doença por meio da fluorescência destacou-se por apresentar menor coeficiente de variação que as medidas com auxílio de escalas e maior frequência de efeitos significativos (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância para efeito de cultivar de tomate, inoculação ou não com *Phytophthora infestans*, dias após a inoculação e posição da folha sobre o rendimento fotossintético medido por meio da fluorescência da clorofila *a* e expresso pela relação Fv/Fm e severidade da requeima, estimada por meio de três escalas diagramáticas, Simplificada, James-modificada e Detalhada, em condições de casa de vegetação. Seropédica. UFRRJ, 2008.

FV	GL	Quadrado Médio			
		Simplificada	James Modificada	Detalhada	Fv/Fm
Folha Cinco					
Cultivar	1	14,602 ^{ns}	10,028 ^{ns}	17,330 ^{ns}	0,295 ^{***}
Bloco	11	34,726 [*]	27,200 [*]	37,716 ^{ns}	0,055 ^{ns}
Erro (A)	11	18,734	13,701	20,570	0,045
Inoculação	1	476,395 ^{***}	345,830 ^{***}	520,710 ^{***}	1,160 ^{***}
Inoc x Cult	1	43,171 ^{ns}	31,878 ^{ns}	41,085 ^{ns}	0,159 ^{ns}
Erro (B)	11	13,219	10,469	14,858	0,052
Dias	9	201,329 ^{***}	147,020 ^{***}	213,97 ^{***}	0,216 ^{***}
Erro (C)	99	4,245	3,125	4,668	0,007
Cult x Dias	9	7,375 ^{***}	4,838 ^{***}	7,616 ^{***}	0,029 ^{***}
Erro (D)	99	2,842	2,010	3,294	0,006
Inoc x Dias	9	15,568 ^{***}	11,919 ^{***}	14,791 ^{***}	0,055 ^{***}
Inoc x Cult x Dias	9	2,888 ^{ns}	2,780 ^{ns}	2,819 ^{ns}	0,029 ^{***}
Resíduo	209	2,686	2,090	2,831	0,008
CV%		49,4	48,0	49,4	15,4
Folha Oito					
Cultivar	1	28,859 ^{ns}	21,342 ^{ns}	26,548 ^{ns}	0,453 ^{***}
Bloco	11	27,337 [*]	20,099 [*]	29,788 [*]	0,086 ^{ns}
Erro (A)	11	14,283	9,268	14,663	0,064
Inoculação	1	299,602 ^{***}	232,556 ^{***}	320,156 ^{***}	0,613 ^{***}
Inoc x Cult	1	37,407 ^{ns}	28,430 ^{ns}	44,992 ^{ns}	0,267 ^{ns}
Erro (B)	11	10,968	8,086	11,966	0,079
Dias	9	158,337 ^{***}	117,845 ^{***}	170,991 ^{***}	0,180 ^{***}
Erro (C)	99	2,973	2,116	3,158	0,007
Cult x Dias	9	6,859 ^{***}	5,329 ^{***}	6,727 [*]	0,027 ^{***}
Erro (D)	99	3,012	2,111	3,355	0,008
Inoc x Dias	9	11,888 ^{***}	9,458 ^{***}	12,659 ^{***}	0,043 ^{***}
Inoc x Cult x Dias	9	3,561 ^{ns}	2,663 ^{ns}	3,869 ^{ns}	0,013 ^{ns}
Resíduo	209	2,813	2,141	3,038	0,009
CV%		60,1	57,4	61,1	15,5
Folha Onze					
Cultivar	1	9,253 ^{ns}	8,700 ^{ns}	10,161 ^{ns}	0,024 ^{ns}
Bloco	11	14,034 ^{ns}	11,464 ^{ns}	15,427 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Erro (A)	11	9,065	7,099	9,392	0,007
Inoculação	1	86,802 ^{***}	65,928 ^{***}	93,983 ^{***}	0,004 ^{ns}
Inoc x Cult	1	0,045 ^{ns}	0,370 ^{ns}	0,308 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Erro (B)	11	6,589	4,714	6,443	0,009
Dias	9	79,533 ^{***}	63,835 ^{***}	86,169 ^{***}	0,069 ^{***}
Erro (C)	99	2,735	2,046	2,965	0,004
Cult x Dias	9	2,810 ^{ns}	2,085 ^{ns}	3,158 ^{ns}	0,008 ^{***}
Erro (D)	99	1,718	1,364	1,768	0,003
Inoc x Dias	9	6,972 ^{***}	5,394 ^{***}	7,029 ^{***}	0,009 ^{***}
Inoc x Cult x Dias	9	1,771 ^{ns}	1,872 ^{ns}	2,239 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Resíduo	209	2,111	1,561	2,203	0,003
CV%		73,2	66,2	73,1	8,9

*, **, *** significativos a 5, 1 e 0,1%; ns não significativo

Os sintomas da requeima foram observados no segundo dia após a inoculação, na folha cinco e, aos sete dias na folha oito, quando diferenças significativas entre as parcelas

inoculadas e não inoculadas puderam ser detectadas com as estimativas de severidade obtidas com as três escalas. Na folha onze, os primeiros sintomas também foram observados aos sete dias, mas em baixa intensidade, e não permitiram a discriminação do efeito de inoculação (Tabela 3). As diferenças entre o tratamento inoculado e não inoculado, detectadas pelas três escalas nas três folhas avaliadas, foram confirmadas pelas medidas do rendimento fotossintético. No entanto, as diferenças expressas pela redução do rendimento fotossintético (F_v/F_m) foram detectadas um dia após, no mesmo dia e oito dias após à detecção de diferenças pelas estimativas de severidade feitas com auxílio das três escalas nas folhas cinco, oito e onze, respectivamente (Tabela 3). De modo geral, a detecção de diferenças significativas entre as plantas inoculadas e não inoculadas pelo rendimento fotossintético somente ocorreram simultaneamente ou após o aparecimento de sintomas e valores de severidade superiores a 3 a 4%, dependendo da escala utilizada (Tabela 3).

O aparecimento tardio dos sintomas na folha onze e, conseqüentemente, da discriminação do efeito da inoculação sobre a severidade da requeima e o rendimento fotossintético deve-se aos dois fatores principais: 1) a menor área foliar exposta a inoculação, por ainda não estar completamente expandida e 2) a folha onze estava associada ao terceiro cacho, a cerca de 140 cm do colo da planta e 160 cm do solo e, conseqüentemente, exposta a uma maior circulação de ar e menor acúmulo de umidade, desfavoráveis ao processo de infecção e colonização por *P. infestans*. A requeima é favorecida por alta umidade relativa (neblina, chuva fina, orvalho e ou irrigação freqüente) e temperatura variando de 12 a 20°C (FOHNER *et al.*, 1984).

Após a decomposição das médias de severidade da requeima nas duas cultivares dentro de cada data de avaliação, pode-se observar resultado similar quando as avaliações foram feitas com as três escalas nas folhas cinco e oito. Nestas folhas, independentes da escala utilizada detectaram-se diferenças significativas entre as cultivares no décimo dia após a inoculação, enquanto na folha onze somente no 17º dia (Tabela 3). Diferenças entre as duas cultivares, no entanto, puderam ser detectadas aos seis dias após a inoculação quando as avaliações foram feitas pela medição do potencial fotossintético e expressa pela razão F_v/F_m , tanto na folha cinco como na folha oito. Na folha onze, a exemplo do observado com os dados de severidade, somente foram observadas diferenças entre as cultivares quanto ao rendimento fotossintético a partir do 17º dias da inoculação (Tabela 3).

As discriminações das duas cultivares por meio das avaliações com as três escalas diagramáticas e da fluorescência da clorofila *a* (Tabela 4) confirmam os resultados, obtidos em ensaios de campo, encontrados por AZEVEDO (2006) e CORRÊA (2008), que apontaram a cultivar 'Perinha Água Branca' como portadora de R quantitativa à requeima. Segundo VAN DER PLANK (1975), a resistência horizontal é uniforme, condicionada por vários genes (poligênica) de pequeno efeito, raça não-específica, geralmente durável, não existindo interação diferencial entre as raças do patógeno e as variedades do hospedeiro. A resistência quantitativa ou horizontal é resultado de diferentes componentes que contribuem para a redução das infecções ou da taxa de progresso da doença como, prolongamento do período latente, redução da freqüência de infecção, redução do período infeccioso e da produção de inóculo secundário e da própria expansão das lesões (PARLEVLIET, 1979). Embora, ainda não determinado para a cultivar 'Perinha Água Branca,' a resistência parcial pode ser em grande parte decorrente do prolongamento do período latente, conforme observado nas figuras 5, 6 e 7.

Quando uma planta está com seu aparelho fotossintético intacto, a razão F_v/F_m deve variar entre 0,75 e 0,85 (BOLHÀR-NORDENKAMPF *et al.*, 1989), enquanto a queda nesta razão reflete a presença de dano fotoinibitório nos centros de reação do PSII (BJÖRKMAN & DEMMING, 1987). No presente trabalho, observou-se razão menor que 0,703 (Tabela 3 e 4), que indicam situação de estresse e, portanto, menor potencial fotossintético das folhas

(MAXWELL & JOHNSON, 2000; ARAÚJO *et al.*, 2004). Assim, pode-se dizer que independente da relação patógeno-hospedeiro, a planta apresentava algum tipo de estresse, que pode estar associado a problemas nutricionais, com umidade do solo ou de temperatura. Embora não mensurado, ocorreram elevadas temperatura no interior da casa de vegetação durante o dia, em algumas fases de avaliação do experimento, que pode ser a causa de estresse abiótico, antes mesmo da infecção pelo patógeno. No entanto, independente desta condição inicial, os resultados confirmam a redução do rendimento fotossintético devido ao processo de infecção e colonização pelo patógeno cerca de três dias após a inoculação na folha cinco e, quatro dias após a inoculação na folha oito (Tabela 3). A redução do rendimento fotossintético devido à infecção foi de cerca de 17 a 26% entre os dias seis e sete após a inoculação na folha cinco e de 9 a 12% na folha onze. Com a evolução da doença nas parcelas inoculadas, os valores de Fv/Fm chegaram a 0,344, 0,423, 0,580 nas folhas cinco, oito e onze, respectivamente, aos 24 dias após a inoculação (Tabela 3). A infecção das plantas das parcelas testemunhas pela dispersão de inóculo a partir das parcelas inoculadas, no entanto, impediu a avaliação do efeito da doença sobre o rendimento fotossintético da planta até o final do experimento.

A redução do rendimento fotossintético com o passar dos dias após a inoculação registrada nas três folhas das duas cultivares das parcelas inoculadas deve-se, provavelmente, à baixa taxa de extinção da fluorescência ou devido a danos nos centros de reações do fotossistema II, ambos causando redução da eficiência quântica máxima (BAKER, 2008).

Diferentemente das medidas de severidade feita com as três escalas nas três folhas, a medição do potencial fotossintético na folha cinco permitiu detectar efeito da interação tripla entre cultivar x inoculação x número de dias após a inoculação (Tabela 2). A decomposição das médias permitiu visualizar efeito do patógeno na redução do potencial fotossintético aos quatro dias após a inoculação na cultivar suscetível, o híbrido *Super Sweet*, e somente aos 17 dias na cultivar resistente, Perinha Água Branca. A discriminação das duas cultivares pode ser feita aos seis dias após a inoculação nas parcelas inoculadas e somente aos 24 dias nas parcelas não inoculadas (Tabela 5) com significativamente menor potencial fotossintético nas folhas do híbrido *Super Sweet* que nas da 'Perinha Água Branca'. A dificuldade em se discriminar o efeito dos tratamentos com as medidas de severidade devem-se, provavelmente, aos elevados valores registrados em algumas amostras, principalmente nas últimas avaliações, e à variação elevada entre os valores observados ao longo do experimento resultando em coeficientes de variação elevados. Os altos valores de severidade registradas em algumas amostras pesaram muito na composição da média final e dificultaram a detecção de efeitos dos tratamentos avaliados.

Embora as três escalas tenham permitido ao final a obtenção de resultados semelhantes e a detecção dos mesmos efeitos de cultivar e de inoculação, e nas mesmas datas de avaliação, observa-se uma falha na Escala de James-modificada. Como esta escala apresenta limite máximo igual a 50% pode haver limitações para a construção e descrição de curvas de progresso da doença em situações em que a severidade atinja valores superiores a 50%, levando ao achatamento das curvas em valores médios de severidade igual a 20 a 30% (Figura 9), conforme já discutido por CORRÊA 2008. Este achatamento também foi observado para as curvas construídas pelas duas demais escalas, porém com valores bem maiores de severidade, superior a 35%. A obtenção de estimativas de severidade mais acuradas e precisas com as escalas Simplificada e Detalhada que com a de James-modificada são previstas por CORRÊA *et al.* (2009) devido ao fato de esta escala não cobrir todos níveis de severidade observados no campo, especialmente aqueles superiores a 50%. Por outro lado, os maiores valores de severidade sempre registrados quando se utilizou a escala Detalhada pode dever-se não só ao maior limite superior desta escala, 90%, como também a possíveis super-estimativas dos valores reais de severidade. CORRÊA *et al.* (2009), observaram leve

tendência dos avaliadores em super-estimar os valores de severidade quando utilizaram esta escala, o mesmo não ocorrendo com a escala Simplificada.

Tendo como base os resultados obtidos com as escalas e com as medições do potencial fotossintético pode-se também afirmar que o uso das escalas, mesmo com maior número de classes de severidade, pode não discriminar adequadamente a diferença entre genótipos portadores de resistência quantitativa, caso as diferenças entre estes genótipos não sejam acentuadas. A correção ou atenuação destes problemas com o uso das escalas, possivelmente, possam ser feitas com o aumento do número de plantas por parcela ou de amostras a serem avaliadas, e correta escolha da posição e número de folhas a serem utilizadas nas avaliações. Pelos resultados observados e pela maior facilidade de uso durante as avaliações pode-se indicar a escala simplificada para quantificação da requeima em folhas de tomate, assim como o uso de medições do potencial fotossintético, ambas na folha associada ao 1^a ou ao 2^a cacho.

Tabela 3. Comparação do efeito da inoculação ou não com esporângios de *Phytophthora infestans*, em diferentes dias após a inoculação, quanto à severidade da requeima, estimada por meio das escalas diagramáticas Simplificada, James-modificada e Detalhada, e quanto ao rendimento fotossintético, medido por meio da fluorescência da clorofila *a*, em três posições de folhas de plantas de tomateiro do grupo cereja, sob condições de casa de vegetação. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Dias após a inoculação	Parcelas inoculadas				Parcelas não inoculadas			
	Simplificada	James	Detalhada	Fv/Fm	Simplificada	James	Detalhada	Fv/Fm
Folha 5								
1	0A	0A	0A	0,683A	0A	0A	0A	0,684A
2	2,291A	2,208A	2,625A	0,665A	0,000B	0,000B	0,000B	0,684A
3	3,416A	2,625A	4,166A	0,639B	0,000B	0,000B	0,000B	0,684A
4	5,208A	4,541A	6,48A	0,604B	0,000B	0,000B	0,000B	0,684A
6	13,500A	10,750A	13,750A	0,562B	0,000B	0,000B	0,000B	0,679A
7	19,958A	15,791A	19,958A	0,501B	1,125B	0,875B	1,958B	0,676A
9	33,666A	26,250A	34,750A	0,517B	8,708B	7,041B	8,958B	0,668A
10	36,500A	27,583A	38,666A	0,500B	8,708B	7,041B	8,958B	0,668A
17	45,791A	32,583A	5,666A	0,509B	27,416B	20,791B	29,291B	0,549A
24	56,000A	38,250A	63,583A	0,344B	35,541B	26,083B	36,250B	0,557A
Folha 8								
1	0A	0A	0A	0,693A	0A	0A	0A	0,683A
2	1,291A	1,250A	1,125A	0,684A	0A	0A	0A	0,683A
3	2,041A	1,291A	2,041A	0,662A	0A	0A	0A	0,683A
4	3,208A	3,041A	4,291A	0,628B	0B	0B	0B	0,683A
6	7,000A	5,333A	7,125A	0,599B	0B	0B	0B	0,681A
7	12,041A	9,000A	12,291A	0,612B	1,125B	0,875B	1,541B	0,676A
9	20,125A	15,583A	20,791A	0,580B	6,083B	4,666B	6,083B	0,666A
10	24,875A	19,125A	26,208A	0,572B	6,083B	4,666B	6,083B	0,666A
17	36,458A	27,625A	38,750A	0,458B	22,791B	16,208B	24,958B	0,633A
24	47,041A	33,750A	52,166A	0,423B	30,166B	21,333B	33,416B	0,572A

continua

Continuação da Tabela 3.

Dias após a inoculação	Parcelas inoculadas				Parcelas não inoculadas			
	Simplificada	James	Detalhada	Fv/Fm	Simplificada	James	Detalhada	Fv/Fm
Folha 11								
1	0A	0A	0A	0,709 ^a	0A	0A	0A	0,689A
2	0,250A	0,250A	0,350A	0,697 ^a	0A	0A	0A	0,689A
3	0,250A	0,250A	0,375A	0,690 ^a	0A	0A	0A	0,689A
4	0,850A	0,708A	1,000A	0,664 ^a	0A	0A	0A	0,689A
6	1,416A	1,000A	1,541A	0,674 ^a	0A	0A	0A	0,686A
7	2,000A	1,750A	2,125A	0,702 ^a	0,125A	0,041A	0,125A	0,681A
9	8,541A	6,625A	8,791A	0,688 ^a	0,750B	0,833B	0,875B	0,673A
10	10,666A	8,583A	11,041A	0,682 ^a	0,750B	0,833B	0,875B	0,673A
17	22,125A	18,291A	22,375A	0,573B	10,250B	8,583B	11,875B	0,646A
24	29,458A	20,875A	33,083A	0,577 ^a	20,416B	16,125B	21,083B	0,599A

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Comparação entre cultivares de tomate em diferentes dias após a inoculação com esporângios de *Phytophthora infestans*, quanto à severidade da requeima, estimada por meio das escalas diagramáticas Simplificada, James-modificada e Detalhada, e quanto ao rendimento fotossintético, medido por meio da fluorescência da clorofila a, em três posições de folhas de plantas de tomateiro do grupo cereja, sob condições de casa de vegetação. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Dias após a inoculação	<i>Super Sweet</i>				Perinha Água Branca			
	Simplificada	James	Detalhada	Fv/Fm	Simplificada	James	Detalhada	Fv/Fm
Folha 5								
1	0A	0A	0A	0,683A	0A	0A	0A	0,683A
2	1,041A	1,041A	1,125A	0,674A	1,250A	1,166A	1,500A	0,674A
3	2,041A	1,583A	2,458A	0,656A	1,375A	1,041A	1,708A	0,667A
4	2,666A	2,875A	3,708A	0,632A	2,541A	1,666A	2,750A	0,656A
6	9,000A	7,333A	9,125A	0,594B	4,500A	3,416A	4,625A	0,647A
7	10,750A	8,583A	11,583A	0,581B	10,333A	8,083A	10,333A	0,644A
9	23,416A	17,750A	24,625A	0,543B	18,958A	15,541A	19,083A	0,642A
10	27,291A	20,333A	29,041A	0,532B	17,916B	14,291B	18,583B	0,636A
17	40,416A	29,375A	44,333A	0,479B	32,791B	24,000B	35,625B	0,583A
24	53,000A	36,666A	57,416A	0,383B	38,541B	27,666A	42,416B	0,519A
Folha 8								
1	0A	0A	0A	0,686A	0A	0A	0A	0,691A
2	0,625A	0,416A	0,375A	0,681A	0,666A	0,833A	0,750A	0,685A
3	1,291A	0,727A	1,291A	0,666A	0,750A	0,500A	0,750A	0,679A
4	1,791A	2,041A	2,750A	1,541A	1,416A	1,000A	0,632A	0,680A
6	5,208A	3,958A	5,208A	0,616B	1,791A	1,575A	1,916A	0,664A
7	6,791A	5,041A	6,916A	0,607B	6,375A	4,833A	6,916A	0,682A
9	16,541A	12,958A	16,541A	0,583B	9,666B	7,291B	10,333B	0,663A
10	19,833A	15,666A	19,833A	0,580B	11,125B	8,125B	12,458B	0,657A
17	36,708A	27,166A	39,416A	0,471B	22,541B	16,666B	24,291B	0,620A
24	43,375A	31,125A	47,833A	0,440B	33,833B	23,958B	37,750B	0,554A

continua

Continuação da Tabela 4.

Dias após a inoculação	<i>Super Sweet</i>				Perinha Água Branca			
	Simplificada	James	Detalhada	Fv/Fm	Simplificada	James	Detalhada	Fv/Fm
Folha 11								
1	0A	0A	0A	0,695A	0A	0A	0A	0,703A
2	0,125A	0,208A	0,250A	0,693A	0,125A	0,041A	0,125A	0,693A
3	0,250A	0,250A	0,375A	0,692A	0,125A	0,041A	0,125A	0,688A
4	0,625A	0,458A	0,625A	0,662A	0,250A	0,250A	0,375A	0,691A
6	1,041A	0,708A	1,041A	0,682A	0,375A	0,291A	0,500A	0,679A
7	1,375A	1,291A	1,500A	0,688A	0,750A	0,500A	0,750A	0,695A
9	5,791A	4,791A	6,041A	0,679A	3,500A	2,666A	3,625A	0,683A
10	6,291A	5,208A	6,541A	0,677A	5,125A	4,208A	5,375A	0,679A
17	20,125A	16,625A	21,750A	0,567B	12,250B	10,250B	12,500B	0,651A
24	25,083A	18,500A	27,500A	0,580A	24,791A	18,050A	26,666A	0,596A

*Médias seguidas pela mesma letras maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Rendimento fotossintético (Fv/Fm) de folhas de duas cultivares de tomateiro do grupo cereja em parcelas inoculadas ou não com esporângios de *Phytophthora infestans*, medido em diferentes dias após a inoculação, sob condições de casa de vegetação. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Dias após a inoculação	Cultivar	Fv/Fm	
		Parcelas inoculadas	Parcelas não inoculadas
1	<i>Super Sweet</i>	0,677Aa	0,689Aa
	Perinha Água Branca	0,688Aa	0,679Aa
2	<i>Super Sweet</i>	0,669Aa	0,689Aa
	Perinha Água Branca	0,660Aa	0,679Aa
3	<i>Super Sweet</i>	0,623Aa	0,689Aa
	Perinha Água Branca	0,655Aa	0,679Aa
4	Super Swett	0,575Ba	0,689Aa
	Perinha Água Branca	0,633Aa	0,679Aa
6	<i>Super Sweet</i>	0,506Bb	0,681Aa
	Perinha Água Branca	0,618Aa	0,676Aa
7	<i>Super Sweet</i>	0,487Bb	0,676Aa
	Perinha Água Branca	0,613Aa	0,675Aa
9	<i>Super Sweet</i>	0,419Bb	0,667Aa
	Perinha Água Branca	0,616Aa	0,669Aa
10	<i>Super Sweet</i>	0,397Bb	0,667Aa
	Perinha Água Branca	0,603Aa	0,669Aa
17	<i>Super Sweet</i>	0,320Bb	0,577Aa
	Perinha Água Branca	0,516Ba	0,651Aa
24	<i>Super Sweet</i>	0,257Bb	0,509Ab
	Perinha Água Branca	0,431Ba	0,606Aa
CV%		15,4	

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada dia após a inoculação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

4.6. CONCLUSÕES

A quinta e oitava folha, associadas ao primeiro e segundo cacho, respectivamente, foram as mais adequadas para se proceder a avaliação da severidade da requeima e do rendimento fotossintético em plantas de tomateiro;

As três escalas propostas permitiram a discriminação do efeito da inoculação e de cultivar sobre a severidade da requeima, porém, com resultados mais consistentes em todas as análises pela escala Simplificada;

A avaliação da emissão de fluorescência da clorofila *a*, para determinação do potencial fotossintético, permitiu a discriminação de efeitos de inoculação e de cultivar, e mostrou-se ser uma variável fisiológica útil para avaliação de danos causados por *P. infestans*; com a vantagem de ser uma medida que independente da percepção do avaliador;

Plantas da Perinha Água Branca inoculadas com *P. infestans* apresentaram menor redução de seu potencial fotossintético comparada à plantas do híbrido *Super Sweet* ao longo de 24 dias.

4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2008. FNP. Consultoria e comercio. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, p.502, 2007.
- ALVARENGA, M.A.R. Origem, botânica e descrição da planta. *In*: ALVARENGA, M.A.R. Tomate produção em campo, em casa de vegetação e em hidropônia. Lavras: Editora UFLA. p.15-23, 2004.
- ARAÚJO, R.A.; SIQUEIRA, D.L.; MARTINEZ, C.A.; FERNANDES, A.R. Características Biométricas, índice SPAD-502 e emissão da fluorescência em porta-enxertos de citros. *Revista Ceres*, Viçosa, v.51, n.294, p.189-199, 2004.
- AZEVEDO, V.F. Produção orgânica de tomateiro tipo cereja: comparação entre cultivares, espaçamentos e sistema de condução da cultura. Seropédica, RJ: UFRRJ, (Dissertação Mestrado). p.79, 2006.
- BAKER, N.R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis *in vivo*. *The Annual Review of Plant Biology*. v. 59, p. 89–113, 2008.
- BASSANEZI, R.B., MARTINS, M.C., GODOY, C., AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Efeito da antracnose na eficiência fotossintética do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*. v.22, p.520-524, 1997.
- BASTIAANS, L. Ratio between virtual and visual lesion size as a measure to describe reduction in leaf photosynthesis of rice due to leaf blast. *Phytopathology*, v.81, p.611-615, 1991.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, p.289, 1996.
- BJÖRKMAN, O.; DEMMING, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 k among vascular plants of diverse origins. *Plant Molecular Biology*, v.170, p.61-66, 1987.
- BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; LONG, S.P.; BAKER, N.R.; OQUIST, G.; SCHREIBER, U.; LECHNER, E.G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. *Functional Ecology*, v.3, p.497-514, 1989.
- CAMPOSTRINI, E. Fluorescência da clorofila *a*: considerações teóricas e aplicações práticas. Disponível em <http://www.uenf.br/UENF/Downloads>. Acesso em: 15 de Maio, 2008.
- CORRÊA, F.M. Metodologia de avaliação e seleção de genótipos de tomate (*Solanum* sp.), resistentes a requeima, causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Seropédica: UFRRJ. (Dissertação de Mestrado). p.66, 2008.
- CORRÊA, F.M.; BUENO FILHO, J.S.S.; CARMO, M.G.F. Comparison of three diagrammatic keys for the quantification of late blight in tomato leaves. *Plant Pathology* Doi: 10.1111/j.1365-3059. 2009.
- COSTA, A.C.T.; OLIVEIRA, L.B.; CARMO, M.G.F.; PIMENTEL, C. Avaliação visual e do potencial fotossintético para quantificação da ferrugem do milho pérola e correlações com a produção. *Tropical Plant Pathology* 34: 313-321. 2009.
- DEMMIG-ADAMS, B.; ADAMS, W.W. Photoprotection in an ecological context: the remarkable complexity of thermal energy dissipation. *New Phytologist*, v.172, p.11–21, 2006.
- DUARTE, H.S.S.; ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W.C. de. Manejo da requeima do tomateiro industrial empregando sistema de previsão. *Summa Phytopathologica*, v.33 p.328-334, 2007a.

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

DUARTE, R.; ISMAEL, M.M.; OLIVEIRA, C.G.; BEGLIOMINI, E. Eficácia do fungicida metiram no controle da requeima (*Phytophthora infestans*) do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Fitopatologia Brasileira*, v. 27, suplemento, 2002.

ERWIN, D.C.; RIBEIRO, O.K. *Phytophthora* Diseases Worldwide. St. Paul, Minnesota. APS Press.1996.

FILGUEIRA, F.A.R. Solanáceas: Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, p.333, 2003.

FOHNER, G.R., FRY, W.E.; WHITE, G.B. Computer simulation raises question about timing protecting fungicide application frequency according to potato late blight forecast. *Phytopathology*. v.74, p.1145-1147. 1984.

GENTY. B.; BRIANTAIS, M.B. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta*, v.990, p. 87-92, 1989.

GISI, U; COHEN, Y. Resistance to phenilamide fungicides: A case study with *Phytophthora infestans* involving mating type and race structure. *Annual Review of Phytopathology*, v.34, p.549-572, 1996.

GOMES, A.M.A.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R. Elaboração e validação de escala diagramática para cercosporiose da alface. *Summa Phytopathologica*, v.30, p.38-42, 2004.

GOODWIN, P.H. Effect of common bacterial blight on leaf photosynthesis of bean. *Canadian Journal of Plant Pathology*. v.14, p.203-206, 1992.

GOOGLE EARTH. Google Maps. Disponível em <http://earth.google.com.br/>. Acesso em: 27 de Junho de 2009.

GOVINDJEE, A.J.; FORK, K. Light emission by plants and bacteria. Academic Press. New York. 1986.

HANSON, K.; SHATTOCK, R.C. Effect of metalaxyl on formation and germination of oospores of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology*, v. 47, p. 116-122, 1998.

IBGE, Produção Agrícola Municipal 2007; Malha municipal digital do Brasil: situação em 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat>. Acesso em: 20 de julho de 2009.

JAIME-GARCIA, R.; ORUM, T.V.; FELIX-GASTELUM, R.; TRINIDAD-CORREA, R.; VANETTEN, H.D.; NELSON, M.R.. Spatial analysis of *Phytophthora infestans* genotypes and late blight severity on tomato and potato in the Del Fuerte Valley using geostatistics and geographic information systems. *Phytopathology*, v.91 p.1156-1165, 2001.

JAMES, W.C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. *Canadian Plant Disease Survive*, v.51, p.39-65, 1971.

KRANZ, J. Measuring plant disease. In: KRANS, J.; ROTEM, J. (Ed.) *Experimental techniques in plant disease epidemiology*. p. 35-50. Springer-Verlag, Heidelberg. p. 299, 1988.

KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. *Annual Review Plant Physiology. Plant Molecular Biology*, v.42, p.313-349, 1991.

LOOS, R.A.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; PICANÇO, M.C.; GONTIJO, L.M.; SILVA, E.M.; SEMEÃO, A.A. Identificação e quantificação dos componentes de perdas de produção do tomateiro. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.2, p.238-242, 2004.

LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C. Doenças do tomateiro. Brasília: EMPRABA/CNPH, 2005.

LOPES, D.B. Photosynthetic competence of bean leaves with rust and anthracnose. University of Florida in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. p.166. 1999.

MARCHAND, F.L.; KOCKELBERGH, F.; VAN DER VIJVER, B.; BEYENS, L.; NIJS, I. Are heat and cold resistance of arctic species affected by successive extreme temperature events? *New Phytologist*. v. 170(2), p.291-300, 2006.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. *Journal of Experimental Botany*. v. 51(345), p.659-668, 2000.

MIZUBUTI, E.S.G. Requeima ou Mela da Batata e do Tomate. *In: Luz E. D. N.; SANTOS A. F, MATSUOKA K, BEZERRA JL, eds. Doenças Causadas por *Phytophthora* no Brasil. Campinas, Brazil: Livraria Editora Rural, 100–74. 2001.*

NOBEL, P.S. Physicochemical and environmental plant physiology. Academic Press. New York. 1991.

PARLEVLIET, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. *Annual Review of Phytopathology*. v. 17, p.203-222. 1979.

PIMENTEL, C.; DAVEY, P.A.; JUVIK, J.A.; LONG, S.P. Gene loci maize influencing susceptibility to chilling dependent photoinhibition of photosynthesis. *Photosynthesis Research*. v.85, p.319-326. 2005.

RABBINGE, R., JORRITSMA, I.T.M.; SCHANS, J. Damage components of powdery mildew in winter wheat. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 91:235-247. 1985.

REIS, A.; LOPES, C.A. Tomates em chamas. *Revista Cultivar de Hortaliças e Frutas*, nº 15, 2002.

RENNENBERG, H.; LORETO, F.; POLLE, A.; BRILLI, F.; FARES, S.; BENIWAL, R.S.; GESSLER, A. Physiological responses of forest trees to heat and drought. *Plant Biology*. v.8(5), p.556-71, 2006.

RIBEIRO JUNIOR, J.I. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa: UFV, p.301, 2001.

ROCHA, M.C. Variabilidade fenotípica de acessos de tomate cereja sob manejo orgânico: características agronômicas, físico-químicas e sensoriais. Tese UFRRJ (Doutorado em Fitotecnia). p.191, 2008.

SANTOS, M.G.; RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C; PIMENTEL, C. Photosynthetic parameters and leaf water potential of five common bean genotypes under mild water deficit. *Biologia Plantarum*. v.53 (2), p.229-236, 2009.

SHTIENBERG, D. Effects of foliar disease on gas exchange process: a comparative study. *Phytopathology*, v.82, p.760-765. 1992.

SINGH, B.P.; S ROY, J.G.; RANA, D.K. Production of *Phytophthora infestans* oospores *in plant* and inoculum potential of *in vitro* produced oospores under temperate highlands and subtropical plains of India. *Annals Applied Biology*, v.144 p.363-370, 2004.

SLAMA, I.; GHNAYA, T.; MESSEDI, D.; HESSINI, K.; LABIDI, N.; SAVOURE A.; ABDELLY, C. Effect of sodium chloride on the response of the halophyte species *Sesuvium portulacastrum* grown in mannitol-induced water stress. *Journal of Plant Research*. 2007.

SPITTERS, C.J.T.; VAN ROERMUND, H.J. W.; VAN NASSAU, H.G.M.G.; SCHEPERS, J.; MESDAG, J. Genetic variation in partial resistance to leaf rust in wheat: disease progress, foliage senescence and yield reduction Netherlands. *Journal of Plant Pathology*. v. 96, p.3-15. 1990.

TURKENSTEEN, L.J.; FLIER, W.G.; WANNINGEN, R; MULDER, A. Production, survival and infectivity of oospores of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology* v.49 p.688-696, 2000.

VAN DER PLANK, J.E. Principles of plant infection. New York: Academic, p.216, 1975.

VAN OIJEN, M. Photosynthesis is not impaired in healthy tissue of blighted potato plants. *Netherlands. Journal of Plant Pathology*. v. 96, p.55-63. 1990.

WARING, J.; UNDERWOOD, G.J.; BAKER, N.R. Impact of elevated UV-B radiation on photosynthetic electron transport, primary productivity and carbon allocation in estuarine epipellic diatoms. *Plant Cell & Environment*. v. 4, p.521-34. 2006.

WEST, J.J.; BRAVO, C.; OBERTI, R.; LEMAIRE, D.; MOSHOU, D.; MCCARTNEY H.A.
The potencial of optical canopy measurement for targeted control of field crop diseases.
Annual Review of Phytopathology, v.41, p. 593-614. 2003.
ZADOKS, J.C.; SCHEIN, R.D. Epidemiology and Plant Disease Management. New York.
Oxford University Press. 1979.

5. CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DA REQUEIMA SOB INFECÇÃO NATURAL EM CONDIÇÕES DE CAMPO E CORRELAÇÕES COM A FITOMASSA E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE TOMATEIRO

Avaliação da requeima sob infecção natural em condições de campo e correlações com a fitomassa e composição nutricional de tomateiro

5.1. RESUMO

A requeima, causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, é uma das mais importantes doenças do tomateiro (*Solanum lycopersicum*). Para o desenvolvimento de estratégias de controle é essencial o estabelecimento de métodos de quantificação da doença. Com o objetivo de determinar a melhor escala e posição das folhas na planta para quantificação da doença e determinar as correlações entre a severidade e o desenvolvimento da planta, realizou-se um experimento, em condições de campo, entre junho e outubro de 2008 em Seropédica, RJ. Utilizaram-se quatro cultivares, Perinha Água Branca, Santa Clara UF5600, *Super Sweet* e Carmen F1, em delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições, em parcelas com 16 plantas no espaçamento de 1,20 por 0,40 m. As avaliações foram feitas com três escalas diagramáticas - Simplificada, James-modificada e Detalhada – em folhas de diferentes partes da planta, aos 51, 62, 74, 94 e 102 dias após transplante (DAT). No dia seguinte a cada avaliação de severidade, foi coletada uma planta por parcela para mensurar o acúmulo de biomassa e de macronutrientes nos diferentes órgãos da planta. A produção de frutos foi determinada pelo somatório das colheitas realizadas entre 68 e 114 DAT. As escalas Simplificada e Detalhada foram mais adequadas para a quantificação da requeima do tomateiro. Quantificações feitas nas folhas mais jovens, no terço médio e superior da planta, foram as que melhor representaram o progresso da doença e discriminaram as cultivares quanto a resistência à doença. Observaram-se correlações negativas entre a severidade, estimada com as três escalas considerando a planta inteira e o terço médio, e a massa seca de folhas e os teores foliares de K e P nas quatro cultivares. A cultivar ‘Perinha Água Branca’ apresentou menor massa seca de caule e de folha no início das avaliações e produção de frutos mais tardia, porém ao final do ciclo destacou-se pela maior massa seca de caule e de folha. A cultivar ‘Perinha Água Branca’ e o híbrido Carmen F1 apresentaram maior produção de frutos comerciais.

Palavras chave: *Solanum lycopersicum*, *Phytophthora infestans*, epidemiologia, nutrição, análise de crescimento de plantas.

Evaluation of late blight at natural infection in field conditions and correlation with biomass and nutritional composition of tomato plants

5.2. ABSTRACT

The late blight, caused by *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, is one of the most important diseases of tomato (*Solanum lycopersicum*) crop. The establishment of quantification methods of the disease is essential for development of control strategies. One experiment was carried out in field conditions from June to October 2008 in Seropédica - RJ aiming to determine the best diagrammatic grading keys and position of leaves in the plant to quantify the disease and to determine the correlation of the severity with plant development. Four tomato cultivars (Perinha Água Branca, Santa Clara UF5600, *Super Sweet* and Carmen F1) were evaluated in randomized block design with five replicates, in plots with 16 plants in 1.20 x 0.40 m spacing. Evaluations were performed with three diagrammatic grading keys – Simplified, James modified and Detailed – in leaves of different plant parts, at 51, 51, 62, 74, 94 and 102 days after transplant (DAT). At the day following each severity disease evaluation, one plant was harvested per plot to measure the accumulation of biomass and macronutrients of different plant organs. Fruit yield was determined by summing fruits harvested between 68 and 114 DAT. The Simplified and Detailed diagrammatic grading keys were the most adequate to quantify the late blight of tomato plant. Quantifications in the youngest leaves, in the medium and superior third part of the plant, were the most representative of the disease progress and also discriminated the cultivars regarding disease resistance. Negative correlations were observed between the severity estimated by the three diagrammatic grading keys, considering the whole plant and the medium third part, and leaf dry mass and leaf concentrations of K and P. The cultivar ‘Perinha Água Branca’ showed the lowest stem and leaf dry mass at the beginning of plant evaluations, and also late fruit yield, but had the higher stem and leaf mass and at the end of the experiment. The cultivar Perinha Água Branca and the hybrid Carmen F1 had higher commercial fruit yield.

Key-words: *Solanum lycopersicum*, *Phytophthora infestans*, epidemiology, plant nutrition, plant growth analysis.

5.3. INTRODUÇÃO

Dentre as doenças do tomateiro destaca-se a requeima, causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, por ser altamente destrutiva. Sob condições de ambiente favorável, o patógeno infecta toda a parte aérea das plantas, podendo comprometer todo o campo de produção em poucos dias (KUROZAWA & PAVAN, 1997; LOPES & SANTOS, 2004).

Uma forma prática e objetiva de se avaliar o efeito da requeima sobre a cultura do tomate é por meio da utilização de escalas diagramáticas (CORRÊA, 2008), que são as principais ferramentas de avaliação da severidade de muitas doenças. Uma escala diagramática bem estruturada deve representar todos os estágios de desenvolvimento da doença deve apresentar fácil uso e gerar dados reproduzíveis (NUTTER *et al*, 2006). CORRÊA (2008) verificou a necessidade de se estabelecer uma escala que oriente de maneira correta a avaliação da severidade da requeima em folhas de tomateiro, de modo a padronizar as avaliações e facilitar as comparações entre resultados de diferentes autores. Para isso, desenvolveu e avaliou três diferentes escalas diagramáticas para a avaliação da requeima em folhas de tomateiro, Simplificada, Detalhada e James-modificada e sugeriu a primeira como a mais adequada. O autor porem não as testou em condições de campo.

O tomateiro é uma planta bastante exigente em nutrientes, sendo os nutrientes mais absorvidos, em ordem decrescente: potássio, nitrogênio, cálcio, enxofre, fósforo, magnésio, cobre, manganês, ferro e zinco (GARGANTINI & BLANCO, 1963; FERNANDES *et al.*, 1975; FAYAD *et al.*, 2002). Tanto a quantidade quanto a presença ou ausência de determinado elemento podem resultar em alterações na arquitetura, anatomia e na composição químicas das plantas, podendo aumentar ou reduzir a sua resistência aos patógenos e interferir no processo de doença (POZZA & POZZA, 2006). Os elementos minerais estão envolvidos em todos os mecanismos de defesa do vegetal, seja como componentes de estruturas ou como ativadores, inibidores ou reguladores do metabolismo secundário. Portanto, o conhecimento da fonte e da função dos elementos minerais nas plantas é necessário para a avaliação do seu papel na resistência aos patógenos (ZAMBOLIM & VENTURA, 1996). A presença de patógeno nos tecidos e órgãos colonizados pode alterar as concentrações dos nutrientes (HUBER & WILHELM, 1996) assim como a nutrição das plantas podem afetar a resposta das plantas a patógenos (GRAHAM & WEBB, 1991). Embora a resistência de plantas a doenças seja controlada geneticamente, o equilíbrio entre o ambiente e, particularmente, o estado de nutrição da planta, pode potencializar este efeito (POZZA & POZZA, 2006).

A análise de crescimento vegetal consiste em avaliar o acúmulo de biomassa, assim como os conteúdos e taxas de assimilação de nutrientes na planta (GENUNCIO, 2009). É aplicada nos estudos de adaptabilidade ecológica das plantas como, por exemplo, a adequação de uma determinada cultura a um determinado local, a avaliação de práticas agrônômicas como manejo e tratos culturais e a seleção de genótipos por meio da capacidade produtiva (LOPES *et al.*, 1986; REBOUÇAS *et al.*, 1989). A análise das características de crescimento vegetal pode ser utilizada, conseqüentemente, para estimar a produção biológica, ou primária, assim como pode expressar as condições morfológicas da planta em intervalos de tempo (NIEUWHOF *et al.*, 1991).

O presente trabalho teve como objetivo comparar e validar três escalas diagramáticas para quantificação de severidade da requeima em tomateiro, e estabelecer a posição da planta mais indicado para as avaliações tendo como base os dados de progresso da doença e o desenvolvimento da planta.

5.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ, localizada a latitude 22° 45' 50''S, longitude 43°41'55''W e altitude de 22 m (Google EarthTM, 2009), no período de junho a outubro de 2008.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro cultivares e cinco repetições. A área experimental foi dividida em 20 parcelas de 7,68 m². Cada parcela foi composta por uma linha contendo 16 plantas no espaçamento de 1,20 por 0,40 m, totalizando uma área útil de 215,04 m² com 320 plantas. Como bordaduras da área experimental utilizaram-se 128 plantas, com o mesmo espaçamento utilizado no interior das parcelas. Foram utilizadas as seguintes cultivares: 'Perinha Água Branca', proveniente da Feira do Parque da Água Branca localizada no Bairro de Perdizes no Estado de São Paulo, plantada há anos na Fazendinha Agroecológica (Sistema Integrado de Produção Agroecológico-SIPA), que produz frutos do grupo cereja; 'Santa Clara UF5600', que produz frutos graúdos do grupo oblongo; e os híbridos comerciais *Super Sweet*, que produz frutos do grupo cereja, e Carmen F1, que produz frutos graúdos do grupo redondo.

Para determinação da fertilidade do solo, foram coletadas vinte amostras simples, nas camadas de 0-15 cm e 15-30 cm, que foram homogeneizadas e separadas em duas amostras compostas, para cada bloco do experimento. As amostras foram analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFRRJ, seguindo os procedimentos descritos pela EMBRAPA (1997). De acordo com os dados de fertilidade do solo, não houve a necessidade de calagem.

A área foi previamente preparada, por aração e gradagem e, em seguida foram confeccionados canteiros, que foram adubados com 3 L de esterco bovino e 150 gramas de cinza por cova. Antes do transplante das mudas, os canteiros foram cobertos com lona plástica de 50 µm, perfuradas a cada 0,40 m entre plantas, com intuito de diminuir a incidência de plantas espontâneas, bem como para conservar a umidade do solo.

As mudas foram produzidas em bandejas de polipropileno, com 128 células, preenchidas com substrato comercial e mantidas em casa de vegetação fechada. No semeio, foram colocadas duas a três sementes por célula, seguida de desbaste totalizando uma muda por célula. Aos 32 dias após a semeadura, quando todas as mudas apresentavam-se com mais de dois pares de folhas definitivas, foi realizado o transplante para o campo, seguido de irrigação.

Após 15 dias do transplante foi realizado o tutoramento das plantas, em condução vertical com fitilhos, utilizando uma haste por planta (LOPES & STRIPARI, 1998) e seguiu-se o manejo usual da cultura com desbrotas semanais e irrigação por gotejamento.

Ao longo do ensaio foram feitas avaliações da produção de frutos, da severidade da requeima, do desenvolvimento da planta e composição nutricional por meio da determinação do acúmulo de biomassa e nutrientes.

A quantificação da requeima iniciou-se a partir da constatação dos primeiros sintomas e sinais da doença, aos 41 dias após o transplante. Após a confirmação do diagnóstico da doença, foram efetuadas cinco avaliações da severidade da doença, aos 51, 62, 74, 94 e 102 DAT, utilizando-se três escalas visuais propostas por CORRÊA (2008), "Escala Simplificada", "Escala Detalhada" e "Escala James-modificada".

As avaliações foram realizadas pela mesma pessoa, considerando todas as folhas da planta, contadas da parte superior até a parte inferior. Em cada avaliação, foram atribuídas nota, para cada uma das folhas, utilizando as três escalas propostas.

A severidade média da requeima por planta foi determinada de seis formas diferentes: considerando-se os valores de severidade estimados em todas as folhas avaliadas; considerando-se apenas as folhas posicionadas no terço superior; considerando-se apenas as folhas posicionadas no terço médio; considerando-se apenas as folhas posicionadas no terço inferior; considerando-se apenas as 10 primeiras folhas; e considerando-se apenas as 5^a, 6^a e 7^a folha, contadas de cima para baixo (Figura 9). Com estes dados de severidade médios por planta, foram calculados os valores da área abaixo da curva do progresso da doença (Área Abaixo da Curva de Progresso da Requeima - AACPD) conforme SHANER & FINNEY (1977).

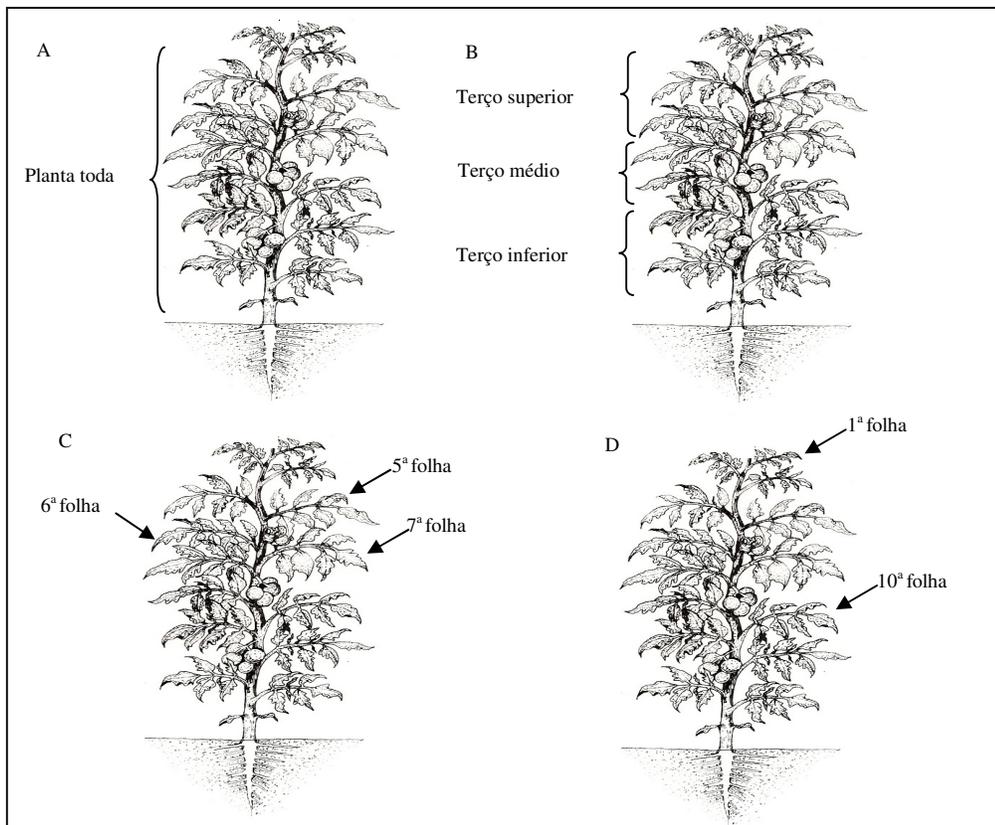


Figura 9. Metodologias aplicadas para o cálculo da severidade: a) utilizando todas as folhas da planta; b) utilizando o terço inferior, médio ou superior; c) utilizando a quinta, sexta e sétima folha a partir do ápice da planta; d) utilizando as dez primeiras folhas a partir do ápice da planta. Seropédica, UFRRJ, 2008.

Paralelamente foram feitas avaliações, em coletas destrutivas, do desenvolvimento das plantas, aos 52, 63, 75, 95 e 103 DAT, sempre um dia após a avaliação da severidade. Em cada uma das coletas, procedeu-se o arranquio de uma planta por parcela com auxílio de uma pá reta, em seguida a separação das diferentes partes da planta (folha, caule, fruto e raiz). As diferentes partes foram lavadas com água deionizada e acondicionadas em sacos de papel identificado e secas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 75°C por 72h. Depois de secas, cada amostra foi pesada para determinação da massa seca e em seguida triturada.

O teor de nitrogênio total foi analisado por mineralização em solução sulfúrica com peróxido de hidrogênio, adicionada de catalisadores (Na₂SO₄ + CuSO₄ + Selênio), e

determinado por titulometria com ácido bórico semi-automática em destilador Kjeltex, pela técnica de Kjeldahl (TEDESCO *et al.*, 1995). Nos mesmos extratos mineralizados foram determinados os teores de P e de K, pelo método colorimétrico vanadato-molibdato e por fotometria de chama (TEDESCO *et al.*, 1995), respectivamente. Foi calculado o conteúdo de nutrientes para cada parte da planta (folha, fruto, raiz e caule), através do produto entre o teor de nutriente e a massa seca. O conteúdo de nutrientes na parte aérea correspondeu à soma dos conteúdos nas folhas, caules e frutos.

A produção foi determinada ao longo de 7 colheitas aos 68, 75, 78, 86, 95, 103, 114 DAT, quando os frutos estavam em maturação fisiológica ou maduros. Para cada colheita, foi determinada a massa total dos frutos frescos, a massa de frutos com padrão comercial, o número de frutos, total, comercial e com defeitos. Os frutos com defeitos foram separados e classificados quanto à natureza dos danos, em anomalias fisiológicas, ataque de pragas, danos mecânicos e com sintomas de requeima. A produção final, em massa e número, foi feita com base no somatório das sete colheitas. A incidência de frutos defeituosos foi feita pelo cálculo da porcentagem em relação ao número total de frutos defeituosos.

A análise dos dados de progresso, obtidos com cada uma das três escalas para os seis métodos de amostragem, foi feita de duas formas distintas: considerando apenas o efeito de cultivar, a partir dos valores de AACPD, e considerando-se o efeito de cultivar e das datas de avaliação, utilizando esquema fatorial 4 x 5. Em ambos os casos, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A análise dos dados de acúmulo de biomassa e de nutrientes foi feita considerando-se o esquema fatorial 4x5 (cultivar x época de coleta), com cinco repetições, sendo as coletas consideradas subparcelas, conforme ARAÚJO (2003). As variâncias dos dados primários de acumulação de biomassa e de nutrientes não mostraram heterogeneidade entre as coletas; desta forma, os dados foram transformados em logaritmo natural previamente à análise (ARAÚJO, 2003). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Da mesma forma, os dados de produção e incidência de defeitos e anomalias, resultantes dos somatórios de todas as colheitas foram submetidos à análise de variância e as médias também comparadas pelo teste de Duncan a 5%.

Os dados de severidade, obtidos com cada uma das três escalas e seis métodos de amostragem para cada parcela e data de avaliação, foram submetidos à análise de correlação de Pearson com os dados de massa fresca e seca da folha obtidos ao longo das coletas, e a significância dos coeficientes de correlação “r” determinadas pelo teste t.

As análises estatísticas foram feitas com auxílio do programa estatístico SAEG (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

Para auxiliar nos estudos epidemiológicos, paralelamente, foram coletados os dados meteorológicos (temperatura, umidade relativa) na Estação Experimental da PESAGRO (EES), situada a 1000 m da área experimental.

5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1. Progresso da Requeima

Durante o período de realização do ensaio ocorreram períodos favoráveis à requeima com temperaturas na faixa de 16 a 27°C e alta umidade relativa resultante de precipitações.

As três escalas permitiram uma fácil e rápida avaliação da severidade da requeima e construção das curvas de progresso da doença. Os níveis máximos de severidade registrados foram inferiores quando se utilizou a escala de James-modificada (Figura 10). Observou-se, porém, grande variação quanto à intensidade da doença e formato das curvas em função do local ou posição das folhas utilizadas na amostragem (Figura 10). De modo geral, a quantificação da intensidade da requeima na planta inteira, no terço médio, no terço inferior e considerando as folhas 1 à 10, contadas do ápice para a base da planta, independente da escala utilizada, registraram altos níveis de severidade nas primeiras avaliações e pouca variação nestes níveis ao longo dos 52 dias de avaliação, exceto na cultivar 'Perinha Água Branca'. Este resultado deve-se ao início das avaliações 11 dias após o início dos primeiros sintomas, ao rápido processo de infecção e colonização pelo patógeno em resposta às condições favoráveis registradas no período, especialmente nas folhas mais baixas da planta, evidentes nas avaliações feitas na parte inferior da planta (Figura 10J, 10L e 10M), comparadas às avaliações feitas no terço médio (Figura 10G, 10H e 10I) e no terço superior (Figura 10D, 10E e 10F), onde foram sempre registrados menores valores de severidade e curva padrão com aumento contínuo na porcentagem de área foliar lesionada. Esta tendência afetou os resultados obtidos quando se utilizou a planta inteira nas amostragens (Figura 10A, 10B e 10C) e as folhas de 1 a 10 (Figura 10Q, 10R e 10S). Neste último caso deve-se considerar que as primeiras avaliações foram feitas quando as plantas estavam com cerca de 10 a 14 folhas, conseqüentemente, com efeito acentuado das folhas posicionadas no terço médio e inferior da planta na média da severidade. As avaliações feitas nas folhas 5, 6 e 7 (Figura 10N, 10O, 10P), por sua vez, resultaram em curvas de progresso ascendentes, similar ao observado com a utilização das folhas posicionadas em todo o terço superior da planta, porém com oscilações mais acentuadas nos níveis de severidade, decorrentes do contínuo crescimento da planta e, provavelmente, do menor número de folhas utilizadas na amostragem.

Estes resultados e tendências são confirmados pela análise dos valores das Áreas Abaixo das Curvas de Progresso (Tabela 6). Independente da escala utilizada e das folhas utilizadas na amostragem observou-se efeito altamente significativo de cultivar, com destaque para 'Perinha Água Branca' que apresentou, sempre, valores de AACPD significativamente inferiores à das três demais cultivares (Tabela 6), confirmando os resultados observados no Capítulo 1 e os relatos de ROCHA (2008), CORRÊA (2008) e AZEVEDO (2006). No entanto, dependendo da escala e do critério de amostragem utilizado, houve variações quanto ao comportamento das cultivares, em geral, com maiores valores de AACPD quando foram calculadas com base nas avaliações feitas com a escala Detalhada, seguido da escala Simplificada comparado à escala de James-modificada. Este efeito deve-se aos limites das respectivas escalas, restrito a 50% e 77% nas escalas de James-modificada e Simplificada, respectivamente, enquanto na Detalhada este valor chega a 90%. Comparando o critério de amostragem, observa-se que os maiores valores de AACPD foram obtidos com os valores de severidade de amostragens na parte inferior da planta, seguidos, em ordem, pelas amostragens feitas no terço médio, na planta inteira, nas folhas 5,6 e 7, nas folhas 1 a 10 e no terço superior.

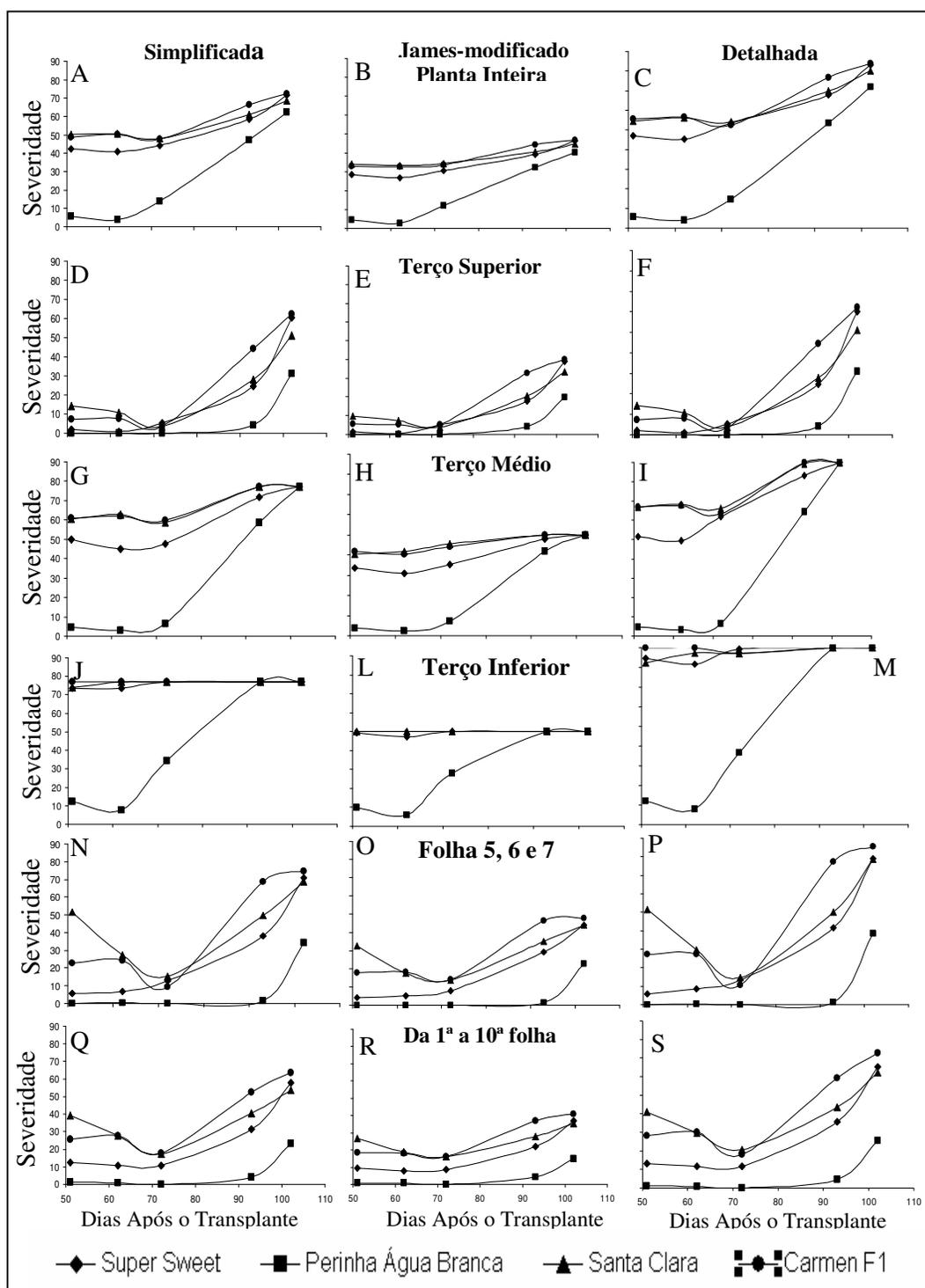


Figura 10. Progresso da requeima do tomateiro, causada por *Phytophthora infestans*, considerando a planta inteira, o terço superior da planta, o terço médio, o terço inferior, a quinta, sexta e sétima folha iniciais e as dez primeiras folhas, avaliada pela escala diagramática Simplificada, James-modificada e Detalhada, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Tabela 6. Efeito de cultivar sobre a severidade da requeima do tomateiro, causada por *Phytophthora infestans*, expressa pelos valores de Área Abaixo da Curva de Progresso da Requeima (AACPD), estimadas com base em avaliações feitas na planta inteira, no terço superior da planta, no terço médio, no terço inferior, nas dez primeiras folhas e na quinta, sexta e sétima folha da planta tendo como base as escalas diagramáticas Simplificada, de James-modificada e Detalhada, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Cultivar	Planta inteira	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Folhas 1 a 10	Folhas 5, 6 e 7
Escala Simplificada						
Carmen F1	2826,54 A	1053,46 A	3391,57 A	3927,00 A	1728,30 A	1813,83 A
Santa Clara UF 5600	2761,94 A	854,40 AB	3382,66 A	3910,16 A	1594,89 A	1810,20 A
<i>Super Sweet</i>	2518,91 B	693,59 B	2862,14 B	3867,36 A	1036,47 B	1126,99 B
'Perinha Água Branca'	1204,25 C	183,75 C	1292,47 C	2089,30 B	166,90 C	161,80 C
CV %	7,2	26,4	8,7	6,3	22,53	30,50
Escala James-modificada						
Carmen F1	1901,92 A	793,81 A	2334,06 A	2550,00 A	1250,21 A	1376,70 A
Santa Clara UF 5600	1864,82 A	621,41 AB	2298,30 A	2550,00 A	1154,23 A	1266,80 A
<i>Super Sweet</i>	1687,45 B	494,10 B	1973,10 B	2514,50 A	732,77 B	794,03 B
'Perinha Água Branca'	862,81 C	137,34 C	945,94 C	1468,63 B	129,69 C	110,46 C
CV%	7,44	33,45	7,22	7,03	25,44	32,38
Escala Detalhada						
Carmen F1	3207,10 A	1167,29 A	3822,56 A	4548,39 A	1905,63 A	2052,13 A
Santa Clara UF 5600	3117,12 A	894,89 AB	3776,86 A	4469,98 A	1753,10 A	1873,23 A
<i>Super Sweet</i>	2918,55 A	773,64 B	3366,95 A	4452,55 A	1149,71 B	1240,36 B
'Perinha Água Branca'	1345,95 B	198,89 C	1421,96 B	2364,02 B	181,49 C	178,06 C
CV%	8,00	29,49	11,74	6,47	24,31	30,41

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan 5%

Nota-se a existência de diferenças significativas entre as cultivares, com valores de AACPD em ‘Perinha Água Branca’ sempre inferiores aos observados nas demais. Dependendo da metodologia de avaliação utilizada, porém, pode-se também discriminar o híbrido *Super Sweet* por ter apresentado valores de AACPD significativamente inferiores aos registrados para Carmen e Santa Clara, em 10 das 18 comparações feitas, utilizando as três escalas e seis critérios de amostragem (Tabela 6). As cultivares de frutos graúdos, Carmen F1 e Santa Clara, em geral não diferiram entre si. No entanto, de forma geral, houve maiores variações entre os resultados devido à amostragem que à escala utilizada, ou seja, uma vez fixadas às folhas a serem avaliadas o uso da escala Simplificada, de James-modificada e Detalhada tendem a resultar na mesma classificação ou ordenação das cultivares avaliadas. Outro aspecto importante é que, na maioria das vezes, uma melhor discriminação entre os quatro genótipos foi obtida com as avaliações que fornecem menores valores de severidade e, conseqüentemente de AACPD, como as avaliações no terço superior. Por outro lado, as avaliações no terço inferior não permitiram a separação do híbrido *Super Sweet* dos demais, o mesmo não ocorrendo, em geral, quando se utilizou a escala Detalhada (Tabela 6).

Para as três escalas diagramáticas, foi possível detectar efeito simples significativo de cultivar e data de avaliação em todas as metodologias de amostragem. Detectou-se efeito significativo da interação entre cultivar x data de coleta sobre a severidade para as amostragens feitas na planta inteira, terço superior, médio e inferior e considerando a 5^a 6^a e 7^a folhas, para as escalas Simplificada e Detalhada. Para a escala James-modificada, observou-se efeito significativo da interação entre cultivar x data de coleta sobre a severidade para as avaliações feitas na planta inteira e no terço médio e inferior.

Estes resultados também podem ser confirmados por uma análise mais Detalhada, considerando o valor de severidade estimado para as quatro cultivares em cada data de avaliação pelas três escalas e seis métodos de amostragem. Neste caso também foi observado efeito significativo de cultivar, além de efeito de data de avaliação e, para a maioria dos casos, efeito significativo da interação cultivar e data de avaliação. Este efeito significativo da interação deve-se às diferenças entre as quatro cultivares quanto à resistência à requeima e, conseqüentemente, à evolução do progresso da doença, conforme confirmado na Tabela 7 e representado na Figura 10.

Tabela 7. Efeito de interação entre cultivar e data de avaliação (DAT) sobre severidade da requeima do tomateiro, causada por *P. infestans*, considerando a planta inteira, o terço superior da planta, o terço médio, o terço inferior, as dez primeiras folhas e a quinta, sexta e sétima folha iniciais, avaliada pela escala diagramática Detalhada, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Metodologia	DAT	¹ Severidade(%)			
		<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	Santa Clara	Carmen F1
Planta Inteira	51	46,9 A	5,7 B	54,6 A	55,5 A
	62	45,3 B	3,9 C	56,3 A	56,7 A
	74	53,4 A	14,5 B	54,3 A	52,4 A
	94	67,9 A	53,4 B	69,9 A	76,7 A
	102	83,1 A	72,0 A	79,9 A	83,8 A
	CV%			7,8	
Terço superior	51	2,0 B	0 C	13,5 A	8,5 A
	62	0,9 B	0,1 B	11,3 A	8,3 A
	74	5,7 A	0 B	3,8 A	3,3 A
	94	27,4 B	4,3 C	28,1 B	49,0 A
	102	68,6 A	34,0 B	58,8 A	70,8 A
	CV%			23,9	
Terço Médio	51	51,6 A	4,5 B	66,8 A	66,8 A
	62	49,3 B	3,1 C	68,1 A	67,7 A
	74	61,8 A	6,2 B	66,3 A	63,1 A
	94	83,2 A	64,2 B	89,3 A	90,0 A
	102	90,0 A	90,0 A	90,0 A	90,0 A
	CV%			10,5	
Terço inferior	51	84,5 A	12,0 B	82,2 A	90,0 A
	62	81,6 A	7,9 B	87,4 A	90,0 A
	74	89,2 A	36,6 B	87,0 A	87,4 A
	94	90,0 A	90,0 A	90,0 A	90,0 A
	102	90,0 A	90,0 A	90,0 A	90,0 A
	CV%			7,5	
Folha 5,6 e 7	51	5,8 B	0 C	27,2 A	51,5 A
	62	8,4 B	0,4 B	29,7 A	27,2 A
	74	13,4 A	0 B	14,5 A	10,4 A
	94	41,5 B	1,4 C	50,0 AB	77,2 AB
	102	79,0 A	38,4 B	78,6 A	85,4 A
	CV%			30,1	

Letras maiúscula linha não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

¹Dados transformados para raiz (x+1).

Considerando-se as avaliações pontuais de severidade feitas com as escalas Simplificada e Detalhada pode-se discriminar os quatro genótipos apenas nas três primeiras avaliações, aos 51, 62 e 74 DAT, quando se considerou as avaliações no terço inferior e médio, nas quatro primeiras avaliações, aos 51, 62, 74 e 94 DAT, quando se considerou as avaliações feitas na planta inteira, e em todas as cinco avaliações, até os 102 dias após o transplante, quando se consideraram as avaliações feitas no terço superior e nas folhas 5, 6 e 7 e nas folhas 1 a 10 (Tabela 7 e 10). Quando as comparações são feitas com base na escala de James-modificada, observa-se efeito significativo da interação cultivar x data de avaliação apenas nas amostragens feitas na planta inteira e no terço médio e inferior (Tabela 8) e visível

limitação pelo extremo da escala, com valores de severidade igual ou próximo a 50% em todas as avaliações em todas as cultivares, exceto ‘Perinha Água Branca’, nas amostragens feitas no terço médio e inferior da planta (Tabela 8). O resultado da comparação entre as quatro cultivares, porém, é similar à observada com a escala Simplificada e Detalhada.

Tabela 8. Efeito de interação entre cultivar e data de avaliação (DAT) sobre a severidade da requeima do tomateiro, causada por *P. infestans*, considerando a planta inteira, o terço superior da planta, o terço médio, o terço inferior, as dez primeiras folhas e a quinta, sexta e sétima folha iniciais, avaliada pela escala diagramática James-modificada, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Metodologia	DAT	¹ Severidade (%)			
		<i>Super Sweet</i>	‘Perinha Água Branca’	Santa clara	Carmen F1
Planta Toda	51	28,5 A	4,6 B	33,8A	32,8 A
	62	26,8 A	2,8 B	33,3A	32,6 A
	74	30,5 A	12,0 B	34,2A	33,5 A
	94	39,0 AB	32,2 B	40,5A	44,3 AB
	102	46,4 A	40,2 AB	44,6AB	46,8 AB
	CV%			7,5	
Terço médio	51	33,7 A	3,6 B	40,5 A	41,9 A
	62	30,7 B	2,3 C	41,8 A	40,3 A
	74	35,1 A	7,2 B	45,5 A	44,0 A
	94	47,9 A	41,6 A	50,0 A	50,0 A
	102	50,0 A	50,0 A	50,0 A	50,0 A
	CV%			9,9	
Terço inferior	51	49,4 A	9,6 B	50,0 A	50,0 A
	62	47,2 A	5,8 B	50,0 A	50,0 A
	74	50,0 A	28,0 B	50,0 A	50,0 A
	94	50,0 A	50,0 A	50,0 A	50,0 A
	102	50,0 A	50,0 A	50,0 A	50,0 A
	CV%			7,3	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

¹Dados transformados para raiz (x+1).

De forma geral, pode-se dizer que as avaliações feitas no terço médio e superior, com as escalas Simplificada e Detalhada, foram as que melhor discriminaram as cultivares. No terço médio, tanto com a escala Simplificada como com a escala Detalhada, registraram-se aos 74 DAT severidade média próxima a 6,0% em ‘Perinha Água Branca’ e igual ou superior a 50% nas três demais cultivares. No terço superior, tanto com a escala Simplificada como com a escala Detalhada, registraram-se aos 94 DAT severidade média próxima a 4,0% em ‘Perinha Água Branca’ e igual ou superior a 25% nas três demais cultivares (Tabelas 7 e 9). Variações mais discrepantes puderam ser observadas nas avaliações feitas nas folhas 5, 6 e 7, com severidade média igual 1,4 % aos 94 DAT em ‘Perinha Água Branca’ e maior que 38% nas três demais cultivares (Tabela 7 e 9).

Nas folhas baixas, ou seja, no terço inferior, observaram maiores porcentagens de severidade, demonstrando pouca variação entre as médias, e que a severidade desde a primeira coleta esteve próxima ao máximo detectável pelas respectivas escalas. Este resultado pode estar relacionado com o microclima favorável ao desenvolvimento do patógeno, uma

vez que a umidade relativa na parte inferior manteve-se alta por mais tempo devido às plantas apresentarem máximo desenvolvimento vegetativo nesta área basal e menor ventilação. Essa condição de alta umidade relativa do ar favorece a germinação direta dos esporângios ou zoósporos, que com longo período de molhamento foliar podem se locomover na superfície da folha, encistar, germinar e penetrar, iniciando novos ciclos de infecção (DIAS & IAMAUTI, 1997). Este efeito pode também estar associado ao maior sombreamento, e, conseqüentemente maior proteção às estruturas do patógeno que é sensível à luz solar (SUNSERI *et al.*, 2002). Plantios mais densos resultam em menor ventilação e menor exposição ao sol, prolongando o período de molhamento foliar essencial para a ocorrência das infecções, e facilitando a sobrevivência do patógeno (MIZUBUTI *et al.*, 2000). Doses de radiação solar acima de 600 W m^{-2} , ou seja, três horas de exposição a luz, reduzem em 95% a sobrevivência dos esporângios de *P. infestans* (MIZUBUTI *et al.*, 2000). BATISTA (2006) verificou que quanto menor o espaçamento em plantas de batata, maiores foram as intensidade de requeima, e que as epidemias de requeima iniciaram nas parcelas mais adensadas e nas folhas baixas que estavam em contato com o solo úmido.

Nas avaliações realizadas nas folhas 5, 6 e 7, foram observadas quedas nos níveis de severidade, especialmente em ‘Santa Clara’ e Carmen F1, aos 62 e 74 DAT (Tabelas 7 e 9 e Figura 10). Este fato deve-se, provavelmente, ao contínuo desenvolvimento das plantas, associado a condições menos favoráveis à doença neste período, e presença de novas folhas com baixo índice de infecção, nestas duas avaliações. O aumento acentuado da severidade em ‘Perinha Água Branca’, registrado a partir dos 94 DAT, na maioria das avaliações, deve estar relacionada à queda da temperatura no período, de 25°C para 17°C, e ao aumento da umidade relativa do ar, de 50% para aproximadamente 100%, condições propícias ao desenvolvimento da doença (Tabela 7, 8 e 9) e à alta quantidade de inóculo decorrente dos altos níveis de severidade nas três demais cultivares.

Tabela 9. Efeito de interação entre cultivar e data de avaliação (DAT) sobre a severidade da requeima do tomateiro, causada por *Phytophthora infestans*, considerando a planta inteira, o terço superior da planta, o terço médio, o terço inferior, as dez primeiras folhas e a quinta, sexta e sétima folha iniciais, avaliada pela escala diagramática Simplificada, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Metodologia	DAT	¹ Severidade (%)			
		<i>Super Sweet</i>	<i>Perinha Água Branca</i>	<i>Santa Clara</i>	<i>Carmen F1</i>
Planta Toda	51	42,4 A	5,8 B	50,1 A	48,8 A
	62	41,0 A	3,8 B	50,7 A	50,0 A
	74	44,1 A	13,4 B	48,1 A	47,6 A
	94	58,6 A	47,0 B	61,2 A	66,4 A
	102	71,1 A	62,2 A	68,7 A	72,2 A
	CV%	7,6			
Terço Superior	51	1,9 B	0 C	14,2 A	7,3 AB
	62	0,9 B	0,1 B	10,6 A	7,8 A
	74	5,2 A	0 B	3,6 AB	3,3 AB
	94	24,7 B	4,1 C	27,9 B	44,3 A
	102	60,2 A	31,0 B	51,2 A	62,1 A
	CV%	23,3			
Terço Médio	51	49,9 A	4,4 B	60,5 A	61,0 A
	62	44,8 B	3,1 C	62,9 A	61,9 A
	74	47,5 A	6,3 B	58,7 A	59,8 A
	94	71,6 A	58,7 A	77,0 A	77,0 A
	102	77,0 A	77,0 A	77,0 A	77,0 A
	CV%	10,5			
Terço Inferior	51	73,6 A	12,3 B	73,9 A	77,0 A
	62	73,4 A	7,7 B	77,0 A	77,0 A
	74	77,0 A	34,1 B	77,0 A	77,0 A
	94	77,0 A	77,0 A	77,0 A	77,0 A
	102	77,0 A	77,0 A	77,0 A	77,0 A
	CV%	7,2			
Folha 567	51	5,6 C	0 D	51,6 A	22,9 B
	62	6,8 B	0,4 B	27,3 A	24,1 A
	74	12,5 A	0 B	15,4 A	9,2 A
	94	38,0 B	1,4 C	49,5 AB	68,6 A
	102	71,1 A	34,4 B	68,6 A	74,4 A
	CV%	31,0			

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

¹Dados transformados para raiz (x+1).

5.5.2. Acúmulo de Biomassa, Nitrogênio, Fósforo e Potássio

Ao se analisar a massa seca das diferentes partes da planta (folha, caule, fruto e raiz) e do somatório da parte aérea (folha, caule e fruto), observou-se efeito significativo para interação entre cultivar x data de coleta, para a massa seca de caule, folha, fruto e parte aérea. Houve efeito significativo de cultivar e data para a massa seca da raiz.

O híbrido *Super Sweet* e a cultivar ‘Perinha Água Branca’, ambos com frutos do grupo cereja, apresentaram as maiores massas secas de caule, não diferindo estatisticamente entre si, seguido da cultivar ‘Santa Clara’ e do híbrido Carmen F1. O maior valor médio de acúmulo de matéria seca pelas plantas aconteceu aos 75 DAT (Tabela 10). Na primeira coleta, aos 52 DAT, a cultivar ‘Perinha Água Branca’ apresentou menor massa seca de caule (Tabela 10). Aos 75 DAT a cultivar ‘Perinha Água Branca’ junto com o híbrido *Super Sweet*, apresentaram o maior acúmulo, diferenciando estatisticamente das demais cultivares (Tabela 10). Os dados obtidos pela cultivar ‘Santa Clara’ aos 63 DAT (22,6 g planta⁻¹) foram inferiores ao encontrado por FAYAD *et al.* (2001) de 55 g planta⁻¹ aos 60 DAT em condições de campo.

Para acúmulo de massa seca de folha, verificou-se através dos valores médios das cultivares, um aumento da primeira coleta para a segunda (63 DAT). Da segunda para a terceira coleta, verificou-se uma diminuição desse acúmulo, exceto em ‘Perinha Água Branca’, que persistiu nas coletas seguintes, fato este que pode ser explicado pelo aumento da severidade da requeima nas plantas destas três cultivares, inclusive no terço superior da planta (Figura 10 e Tabelas 7, 8 e 9). Esta redução no acúmulo de massa seca nas folhas de ‘Perinha Água Branca’ somente foi observada da terceira para a quarta coleta, ou seja, aos 95 DAT.

Na última coleta, aos 103 DAT, a cultivar ‘Perinha Água Branca’ manteve massa seca de folha superior à das demais cultivares decorrente, provavelmente, dos menores valores de severidade no terço superior da planta, explicado pela característica de resistência parcial à requeima. Ou seja, mesmo com a alta densidade de inóculo na área experimental e alta severidade principalmente no terço baixeiro e médio, as plantas desta cultivar continuaram emitindo novas folhas e frutos (Tabela 10, Figura 8, Tabelas 7, 8 e 9).

O maior acúmulo de matéria seca da folha foi observado aos 63 DAT no híbrido *Super Sweet*, superior a ‘Perinha Água Branca’ e a ‘Santa Clara’; o híbrido Carmen F1 foi o que apresentou menor acúmulo (Tabela 10). Os dados obtidos são inferiores ao encontrados por FAYAD *et al.* (2001), que na mesma data obteve 95 g planta⁻¹, sob condições de campo.

Para o acúmulo de massa seca nos frutos, observou-se que os híbridos *Super Sweet* e Carmen F1 foram superiores às cultivares ‘Perinha Água Branca’ e ‘Santa Clara’ (Tabela 10). Aos 103 DAT, os híbridos *Super Sweet*, Carmen F1 e a cultivar ‘Perinha Água Branca’, apresentaram os maiores acúmulos de massa seca de frutos, seguido da cultivar ‘Santa Clara’, que apresentou a menor média (Tabela 10). O híbrido *Super Sweet*, apesar de produzir frutos do grupo cereja, destacou-se pelo maior acúmulo de massa seca neste órgão, ou seja, o menor tamanho dos frutos foi compensado pelo maior número destes, corroborando os resultados de ROCHA (2008) que em cultivo orgânico, sob condições de campo no período de maio a outubro de 2006, observou uma produção de 334 frutos por planta. Pode-se observar também aumento no acúmulo de massa seca nos frutos com as coletas, principalmente da segunda para a terceira, em todas as cultivares, e em geral menores valores em ‘Perinha Água Branca’ nas duas primeiras coletas. A partir desta não diferiu estatisticamente das três demais cultivares tendo se destacado na quinta e última coleta (103 DAT) pelo maior valor de massa média de frutos (110,8 g planta⁻¹). Estes resultados permitem afirmar que esta cultivar apresenta produção mais tardia comparada as demais ou, que o seu maior incremento no acúmulo de massa seca da quarta para a quinta coleta em relação as três demais se deve à manutenção de maior área fotossinteticamente ativa, especialmente no terço superior, decorrente da menor área foliar lesionada pela requeima, ao longo do ciclo da planta (Figura 10, Tabelas 7, 8 e 9).

O maior acúmulo de massa seca da parte aérea ocorreu na cultivar ‘Perinha Água Branca’ aos 103 DAT (194,6 g planta⁻¹), diferindo estatisticamente das demais cultivares (Tabela 11). Para o híbrido *Super Sweet* o máximo acumulado foi de 159,6 g planta⁻¹, aos 63 DAT. Já para os acessos ‘Santa Clara’ e Carmen F1 o máximo acumulado foi de 144,8 g planta⁻¹ aos 103 DAT e 132,8 g planta⁻¹ aos 75 DAT, respectivamente (Tabela 10). Os dados obtidos neste trabalho foram inferiores ao encontrado por FAYAD *et al.* (2001) que em

condições de campo obteve para a cultivar Santa Clara 406,3 g planta⁻¹ aos 90 DAT e por GENUNCIO (2009) que aos 90 DAT obteve um acúmulo de aproximadamente 250 g planta⁻¹ para a cultivar Saladinha

A cultivar 'Perinha Água Branca' apresentou maior valor médio de matéria seca na raiz (14,1 g planta⁻¹) e o híbrido Carmem F1 o menor (11,3 g planta⁻¹). Os maiores valores para todas as cultivares foram obtidos na terceira coleta (75 DAT), quando não houve diferença significativa entre as cultivares (Tabela 10). Esses dados são superiores aos encontrados por MONTES (2007), que registrou valor máximo de matéria seca em raiz igual a 9,2 g planta⁻¹ para o híbrido Débora em condições de campo.

Tabela 10. Massa seca de caule, folha, fruto, parte aérea e raiz de quatro cultivares de tomateiro em cinco épocas de avaliação, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Dias após transplante	¹ Massa seca de caule (g planta ⁻¹)				Média
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	'Santa Clara'	'Carmen F1'	
52	24,2 A	14,6 C	21,0 AB	18,0 BC	19,5 d
63	40,2 A	23,6 B	22,6 B	22,6 B	7,3 c
75	44,4 A	50,0 A	33,8 B	32,0 A	40,1 a
95	25,6 A	32,2 A	32,0 A	20,6 B	27,6 c
103	34,8 B	45,6 A	25,0 C	27,2 BC	33,2 b
Média	33,8 A	33,2 A	26,9 B	24,1 C	
Dias após transplante	¹ Massa seca de folha (g planta ⁻¹)				Média
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	'Santa Clara'	'Carmen F1'	
52	52,2 A	29,8 B	53,8 A	47,8 A	45,9 b
63	71,6 A	50,0 AB	61,2 AB	47,4 B	57,6 a
75	44,6 B	66,4 A	41,8 B	38,4 B	47,8 b
95	23,8 A	24,0 A	25,8 A	22,8 A	24,1 c
103	24,6 B	38,2 A	22,8 B	22,6 B	27,1 c
Média	43,4 A	41,7 A	41,1 A	35,8 A	
Dias após transplante	¹ Massa seca de fruto (g planta ⁻¹)				Média
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	'Santa Clara'	'Carmen F1'	
52	13,4 A	7,2 C	10,0 B	16,8 A	11,9 d
63	27,4 A	17,0 B	24,4 A	29,2 A	24,5 c
75	70,6 A	54,4 A	57,2 A	62,2 A	61,1 b
95	70,4 A	55,8 A	68,6 A	74,0 A	67,2 b
103	98,0 A	110,8 A	70,4 B	95,0 A	93,6 a
Média	56,0 A	49,0 B	46,1 B	55,4 A	
Dias após transplante	¹ Massa seca de parte aérea (g planta ⁻¹)				Média
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	'Santa Clara'	'Carmen F1'	
52	89,8 A	51,6 B	84,8 A	82,6 A	77,2 c
63	139,2 A	90,6 B	108,2 B	99,2 B	109,3 b
75	159,6 AB	170,8 A	132,8 B	132,6 B	149,0 a
95	119,8 A	112,0 A	126,4 A	117,4 A	118,9 b
103	157,4 AB	194,6 A	118,2 C	144,8 BC	153,8 a
Média	133,2 A	123,9 B	114,1 B	115,3 B	
Dias após transplante	¹ Massa seca de raiz (g planta ⁻¹)				Média
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	'Santa Clara'	'Carmen F1'	
52	12,0 A	12,4 A	12,4 A	12,4 A	12,3 b
63	14,6 AB	18,0 A	14,4 AB	11,4 B	14,6 b
75	18,2 A	19,4 A	18,2 A	20,4 A	19,1 a
95	7,6 AB	9,0 AB	10,4 A	6,6 B	8,4 c
103	5,6 B	11,8 A	6,6 B	5,6 B	7,4 d
Média	11,6 B	14,1 A	12,4 AB	11,3 B	

*Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

¹Dados transformados em logaritmo natural.

Observou-se efeito altamente significativo da interação cultivar x data de coleta para massa fresca de fruto. Em geral os acessos do tipo salada apresentaram valores superiores de massa fresca de frutos aos do tipo cereja, nas quatro primeiras coletas, sendo que na última coleta, a cultivar 'Perinha Água Branca' não se diferenciou estatisticamente da cultivar 'Santa Clara' (Tabela 11). Esta diferença está associada às características genéticas dos genótipos

utilizados, pois as cultivares ‘Santa Clara’ e Carmen F1 são do grupo salada, e a cultivar ‘Perinha Água Branca’ e o híbrido *Super Sweet* são do grupo cereja

O maior valor de massa de frutos nas diferentes coletas foi registrado no híbrido Carmen, aos 95 DAT, com produção igual 1,79 kg planta⁻¹, superior ao encontrado por FERNANDES *et al.* (2002), de 0,92 kg planta⁻¹ aos 96 DAT, em cultivo hidropônico sob diferentes fontes de nitrogênio.

Tabela 11. Massa fresca de frutos de quatro cultivares de tomateiro em cinco épocas de avaliação, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Dias após transplante	¹ Massa fresca de frutos (kg planta ⁻¹)				
	<i>Super Sweet</i>	‘Perinha Água Branca’	Santa Clara	Carmen F1	Média
52	0,12 B	0,04 C	0,12 B	0,17 A	0,11 d
63	0,34 B	0,23 C	0,72 A	0,80 A	0,52 c
75	0,62 B	0,65 B	1,07 A	1,22 A	0,89 b
95	1,00 B	1,16 B	1,36 AB	1,79 A	1,33 a
103	0,94 B	1,32 AB	1,29 AB	1,64 A	1,30 a
Média	0,60 C	0,68 C	0,91 B	1,12 A	

*Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

¹Dados transformados em logaritmo natural.

AZEVEDO (2006) relata uma produtividade total aos 109 DAT sob cultivo em campo, de 1,04 e 0,84 kg planta⁻¹ para o híbrido *Super Sweet* e para a cultivar ‘Perinha Água Branca’, respectivamente, superior ao apresentado nesse trabalho para o híbrido e inferior para a variedade, na quinta coleta (103 DAT).

Nas folhas houve efeito significativo da interação cultivar x data de coleta sobre o teor de potássio, e efeito significativo da data de coleta sobre o teor de fósforo; já para teor de nitrogênio não se observou nenhum efeito significativo. O teor médio de K nas folhas decresceu com as coletas, exceto em ‘Perinha Água Branca’ onde esta queda foi bem menos acentuada. Esta cultivar apresentou sempre teor de potássio nas folhas maior ou igual ao das demais cultivares, notadamente na última coleta, aos 103 DAT (Tabela 12). Esses resultados podem estar ligados com a severidade da requeima visto que os maiores teores de potássio nesta cultivar foi mais acentuada na última coleta, aos 103 DAT. Diferentemente do potássio, o teor de nitrogênio nas folhas não variou ao longo das coletas nem em função das cultivares. O fósforo, por sua vez, apesar de não ter variado de forma significativa em função das cultivares e das coletas, apresentou pequenas variações, com maior valor na média das três coletas para o híbrido Carmen F1 (Tabela 12).

Tabela 12. Teor de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de quatro cultivares de tomateiro em cinco épocas de avaliação, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Dias após transplante	¹ Teor de K nas folhas (mg g ⁻¹)				
	<i>Super Sweet</i>	Perinha Água Branca	Santa Clara	Carmen F1	Média
52	30,5 A	26,4 A	26,7 A	23,8 A	26,9 a
63	28,2 A	28,1 A	17,3 B	25,5 A	24,8 a
75	19,6 AB	22,8 A	13,0 B	13,9 B	17,4 b
95	10,0 A	10,1 A	10,0 A	8,7 A	9,7 c
103	6,5 B	19,3 A	7,8 B	7,9 B	10,4 c
Média	19,0 AB	21,3 A	15,0 C	16,0 BC	
	Teor de N nas folhas (mg g ⁻¹)				
52	29,0 A	31,9 A	30,9 A	32,8 A	31,1 a
63	26,1 A	30,9 A	25,1 A	27,1 A	27,3 b
75	34,8 A	29,0 A	32,5 A	33,2 A	32,4 a
95	30,9 A	30,3 A	28,6 A	32,5 A	30,6 a
103	31,9 A	34,8 A	30,6 A	30,9 A	32,0 a
Média	30,5 A	31,4 A	29,6 A	31,3 A	
	Teor de P nas folhas (mg g ⁻¹)				
52	2,71 A	2,60 A	2,44 A	3,49 A	2,81 bc
63	3,15 A	3,14 A	3,40 A	4,14 A	3,46 a
75	3,23 A	2,77 A	3,03 A	4,08 A	3,28 ab
95	2,44 A	1,56 A	1,95 A	3,21 A	2,29 c
103	1,58 A	1,71 A	2,77 A	3,06 A	2,28 c
Média	2,62 B	2,35 B	2,72 B	3,60 A	

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

¹Dados transformados em logaritmo natural.

Para conteúdo de macronutrientes na folha, detectou-se efeito significativo da interação entre cultivar e data de coleta para o conteúdo de K e N e efeito de data de coleta sobre o conteúdo de fósforo. Pode-se observar que as cultivares com maiores níveis de severidade, *Super Sweet*, ‘Santa Clara’ e Carmen, apresentaram o máximo de acúmulo de N aos 63 dias após o transplante enquanto ‘Perinha Água Branca’, que apresentou significativamente menores níveis de severidade da requeima, máximo acúmulo aos 75 DAT. Ainda, ‘Perinha Água Branca’, aos 103 DAT, continha 1,308 g planta⁻¹ de N, enquanto que as demais cultivares, *Super Sweet*, ‘Santa Clara’ e Carmen, apresentaram conteúdos de 0,786, 0,702 e 0,701, respectivamente (Tabela 13).

O K, nutriente mais acumulado em plantas de tomate (GARGANTINI & BLANCO, 1963), foi o que apresentou maiores decréscimos nas folhas, principalmente nas cultivares suscetíveis, *Super Sweet*, ‘Santa Clara’ e Carmen. Pode-se observar que, na primeira coleta, a cultivar ‘Perinha Água Branca’ continha o menor conteúdo de K em relação às demais cultivares e por fim, na última coleta, apresentou conteúdo mais de três vezes superior às três demais cultivares (Tabela 13).

Tabela 13. Conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de quatro cultivares de tomateiro em cinco épocas de avaliação, sob condição de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Dias após transplante	¹ Conteúdo de K nas folhas (g planta ⁻¹)				
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	Santa Clara	Carmen F1	Média
52	1,671 A	0,788 B	1,436 A	1,151 AB	1,261 a
63	2,102 A	1,369 AB	1,115 B	1,184 AB	1,442 a
75	0,891 B	1,504 A	0,520 B	0,528 B	0,861 b
95	0,246 A	0,245 A	0,262 A	0,196 A	0,237 c
103	0,179 B	0,757 A	0,180 B	0,175 B	0,323 c
Média	0,933 B	1,018 A	0,703 B	0,647 B	
Dias após transplante	¹ Conteúdo de N nas folhas (g planta ⁻¹)				
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	Santa Clara	Carmen F1	Média
52	1,603 A	0,956 B	1,661 A	1,568 A	1,447 a
63	1,883 A	1,572 A	1,523 A	1,280 A	1,565 a
75	1,525 A	1,897 A	1,278 A	1,283 A	1,496 a
95	0,735 A	0,729 A	0,717 A	0,719 A	0,725 b
103	0,786 B	1,308 A	0,702 B	0,701 B	0,874 b
Média	1,306 A	1,293 A	1,176 A	1,110 A	
Dias após transplante	¹ Conteúdo de P nas folhas (g planta ⁻¹)				
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	Santa Clara	Carmen F1	Média
52	0,148 A	0,048 B	0,133 AB	0,167 A	0,203 b
63	0,231 A	0,154 A	0,221 A	0,204 A	0,149 a
75	0,140 A	0,180 A	0,117 A	0,157 A	0,132 ab
95	0,061 AB	0,037 B	0,047 AB	0,069 A	0,053 c
103	0,042 B	0,065 AB	0,065 AB	0,065 A	0,060 c
Média	0,125 B	0,103 B	0,116 B	0,134 A	

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

¹Dados transformados em logaritmo natural.

Observou-se um aumento do conteúdo de K e N com o desenvolvimento da planta, principalmente com o início da floração, onde intensificou a quantidade absorvida (Tabela 14). Os dados apresentados nesse trabalho esta de acordo com o descrito na literatura para a cultura como em FAYAD *et al.* (2002) e FERNADES *et al.* (1975), onde o K foi o nutriente de maior acúmulo na planta, seguido pelo N e P.

Observou-se aos 103 DAT que o conteúdo de potássio para a cultivar 'Perinha Água Branca' foi significativamente superior ao observado na cultivar Santa Clara, atingindo o maior conteúdo de todas as datas de coleta (Tabela 14). Para o conteúdo de nitrogênio observou-se que as cultivares do tipo cereja apresentaram os maiores conteúdos que os das cultivares de frutos graúdos (Tabela 15).

O conteúdo de P na parte aérea foi estatisticamente maior ao 75 DAT, e menor ao 52 DAT, com 0,55 e 0,26 g de P g⁻¹ de MS, respectivamente (Tabela 15). Aos 103 DAT a cultivar Santa Clara apresentou o menor conteúdo, diferindo das demais (Tabela 14).

Tabela 14. Conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea de quatro cultivares de tomateiro em cinco épocas de avaliação, sob condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Dias após transplante	¹ Conteúdo de K na parte aérea (g planta ⁻¹)				
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	Santa Clara	Carmen F1	Média
52	2,90 A	1,59 B	2,60 A	2,46 A	2,39 d
63	4,51 A	2,80 B	2,99 B	3,56 AB	3,47 c
75	4,16 A	4,64 A	3,31 A	3,45 A	3,89 ab
95	3,40 AB	3,12 AB	3,94 A	2,76 B	3,30 c
103	4,43 AB	5,41 A	3,83 B	4,72 AB	4,60 a
Média	3,88 A	3,51 A	3,33 A	3,39 A	
Dias após transplante	¹ Conteúdo de N na parte aérea (g planta ⁻¹)				
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	Santa Clara	Carmen F1	Média
52	2,58 A	1,49 B	2,31 A	2,45 A	2,21 c
63	3,22 A	2,45 B	2,69 AB	2,47 AB	2,71 b
75	4,53 A	4,28 A	3,59 A	3,55 A	3,99 a
95	3,22 A	2,76 A	2,96 A	3,04 A	2,99 b
103	4,24 A	4,94 A	3,10 B	3,91 AB	4,05 a
Média	3,56 A	3,18 A	2,93 A	3,08 A	
Dias após transplante	¹ Conteúdo de P na parte aérea (g planta ⁻¹)				
	<i>Super Sweet</i>	'Perinha Água Branca'	Santa Clara	Carmen F1	Média
52	0,31 A	0,17 B	0,25 AB	0,32 A	0,26 d
63	0,51 A	0,32 B	0,44 AB	0,49 A	0,44 b
75	0,54 A	0,60 A	0,51 A	0,56 A	0,55 a
95	0,28 A	0,26 A	0,32 A	0,34 A	0,30 c
103	0,36 A	0,36 A	0,25 B	0,40 A	0,34 c
Média	0,40 A	0,34 A	0,35 A	0,43 A	

*Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

¹Dados transformados em logaritmo natural.

5.5.3. Correlação Entre Massa Fresca, Seca, Teor e Conteúdo de N, P e K de Folha e Severidade, Estimados Por Meio das Três Escalas Diagramáticas

A relação entre a severidade da requeima e o desenvolvimento da planta pôde ser confirmada pelos resultados da análise de correlação. Pôde-se, ainda, observar maiores diferenças entre os resultados obtidos devido ao local de amostragem que à escala utilizada (Tabela 15). Para todas as quatro cultivares, foram observados coeficientes de correlação significativos e negativos entre os valores de severidade, estimados com as três escalas, e a massa fresca e seca das plantas quando as avaliações foram feitas considerando-se a planta inteira e o terço médio. Quando foram consideradas as avaliações no terço superior e inferior observaram-se diferenças nos resultados em função da resistência da cultivar. Avaliações no terço inferior somente permitiram detectar efeito negativo da severidade da requeima sobre o acúmulo de massa fresca e seca nas folhas na cultivar resistente, 'Perinha Água Branca', enquanto no terço superior somente foi detectada esta relação para as cultivares mais suscetíveis, Carmen, *Super Sweet* e 'Santa Clara' (Tabela 15).

A diminuição, tanto da massa fresca como da massa seca nas folhas, está diretamente relacionada com a extensão das lesões causada pelo patógeno, lesões estas que provocam a redução da área fotossintética das folhas da planta e culminam com o ressecamento e morte das mesmas, dando às folhas a aparência de terem sido "queimadas" e a textura quebradiça (DIAS & IAMAUTI, 1997).

As avaliações feitas nas folhas 5, 6 e 7 e nas folhas 1 a 10 resultaram, em geral, em menores valores de 'r' e menor número de correlações significativas, provavelmente, devido às maiores oscilações nos resultados das avaliações ao longo do desenvolvimento da planta pela contínua emissão de novas folhas e substituição das folhas amostradas (Tabela 15).

De modo geral, as avaliações da severidade dos sintomas da requeima feitas considerando-se a planta inteira, seguido das que consideraram o terço médio e o terço superior da planta foram os que resultaram em maior número de correlações significativas e com valores superiores ao obtido nas demais formas de amostragem. Ou seja, as amostragens feitas considerando estes três conjuntos de folhas, foram os que melhor permitiram detectar a relação entre a severidade da requeima e o desenvolvimento da planta (Tabela 15).

Tabela 15. Coeficientes de correlação (r) entre massa fresca e seca de folhas e dados de severidade obtidos por diferentes metodologias de amostragem e escalas, Simplificada, James-modificada e Detalhada, para as quatro cultivares de tomateiro conduzidos em condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Método de avaliação	Escalas	<i>Super Sweet</i>		'Perinha Água Branca'		Santa Clara		Carmen	
		Massa fresca	Massa seca	Massa fresca	Massa seca	Massa fresca	Massa seca	Massa fresca	Massa seca
Planta inteira	Simplificada	-0,53	-0,44	-0,59	-0,40	-0,49	-0,60	-0,64	-0,68
	James-modificada	-0,57	-0,48	-0,60	-0,36	-0,64	-0,76	-0,68	-0,69
	Detalhada	-0,58	-0,48	-0,58	-0,38	-0,58	-0,65	-0,61	-0,66
Terço superior	Simplificada	-0,60	-0,53	-	-	-0,46	-0,60	-0,62	-0,65
	James-modificada	-0,60	-0,52	-	-	-0,52	-0,67	-0,65	-0,65
	Detalhada	-0,60	-0,52	-	-	-0,48	-0,60	-0,61	-0,63
Terço médio	Simplificada	-0,40	-0,33	-0,56	-0,44	-0,34	-0,43	-0,61	-0,74
	James-modificada	-0,45	-0,39	-0,59	-0,44	-0,56	-0,60	-0,67	-0,76
	Detalhada	-0,55	-0,46	-0,55	-0,42	-0,50	-0,59	-0,60	-0,73
Terço inferior	Simplificada	-	-	-0,65	-0,34	-0,36	-	-	-
	James-modificada	-	-	-0,63	-	-	-	-	-
	Detalhada	-	-	-0,65	-0,35	-0,36	-	-	-
Folha 1 a 10	Simplificada	-0,48	-0,40	-	-	-	-0,41	-0,55	-0,56
	James-modificada	-0,47	-0,38	-	-	-	-0,54	-0,58	-0,57
	Detalhada	-0,49	-0,40	-	-	-	-0,47	-0,54	-0,55
Folha 5, 6 e 7	Simplificada	-0,56	-0,44	-	-	-	-0,38	-0,54	-0,64
	James-modificada	-0,56	-0,44	-	-	-	-0,51	-0,58	-0,66
	Detalhada	-0,55	-0,41	-	-	-	-0,42	-0,53	-0,63

- não significativo e *** Significativo a 1% pelo teste F.

Ao se analisar as correlações entre a severidade, estimadas com as três escalas, e os teores de N, P e K das folhas observou-se que, em geral, não houve correlação entre os níveis de severidade e o teor de Nitrogênio, e correlações significativas e negativas entre os níveis de severidade e os teores de potássio e fósforo (Tabela 16).

Os teores de K, o nutriente de maior teor na planta de tomate (FAYAD *et al.*, 2002), foram os que melhor se correlacionaram com os níveis de severidade, com redução destes com a elevação dos níveis de severidade, detectado principalmente nas cultivares suscetíveis, *Super Sweet*, ‘Santa Clara’ e Carmen, independente da escala utilizada e do método de amostragem das folhas. Para a cultivar ‘Perinha Água Branca’, somente foram detectadas coeficientes significativos quando as avaliações da severidade foram feitas nas partes da planta mais atacadas, como no terço médio e, principalmente inferior. Por lado, as correlações entre os teores de P e os níveis de severidade, também negativas, foram mais expressivas em ‘Perinha Água Branca’, que apresentou sempre menores valores de severidade (Tabela 16).

Avaliações no terço inferior somente permitiram detectar efeito negativo da severidade dos sintomas sobre os teores de K e F nas folhas na cultivar resistente, ‘Perinha Água Branca’, enquanto no terço superior foi detectada esta relação para as cultivares mais suscetíveis, Carmen, *Super Sweet* e ‘Santa Clara’ (Tabela 16).

De modo geral, as avaliações da severidade da requeima feitas considerando-se a planta inteira, seguido das que consideraram o terço superior e o terço médio da planta foram os que resultaram em maior número de correlações significativas e com valores superiores ao obtido nas demais formas de amostragens, ou seja, as amostragens feitas considerando estes três conjuntos de folhas, foram os que melhor permitiram detectar a relação entre a severidade da requeima e o teor de nutrientes a exemplo dos observados com a massa fresca e seca (Tabela 16).

Tabela 16. Coeficientes de correlação r entre teor de potássio, nitrogênio e fósforo na folha e severidade em avaliados com auxílio de escala Simplificada, James-modificada e Detalhada em diferentes partes da planta de quatro cultivares de tomate, em condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Método de avaliação	Escala	<i>Super Sweet</i>			'Perinha Água Branca'			Santa Clara			Carmen		
		K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P
Planta inteira	Simplificada	-0,61	-	-0,33	-0,57	-	-0,64	-0,54	-	-	-0,71	-	-0,42
	James-modificada	-0,65	-	-0,33	-0,58	-	-0,62	-0,55	-	-	-0,75	-	-0,42
	Detalhada	-0,61	-	-0,36	-0,57	-	-0,65	-0,48	-	-	-0,70	-	-0,36
Terço superior	Simplificada	-0,59	-	-	-	-	-0,43	-0,48	-	-	-0,71	-	-0,40
	James-modificada	-0,58	-	-0,40	-	-	-0,46	-0,46	-	-	-0,73	-	-0,41
	Detalhada	-0,59	-	-0,40	-	-	-0,43	-0,46	-	-	-0,71	-	-0,38
Terço médio	Simplificada	-0,53	-	-0,40	-0,58	-	-0,68	-0,44	-	-	-0,60	-	-0,41
	James-modificada	-0,64	-	-	-0,59	-	-0,66	-0,49	-	-	-0,67	-	-0,42
	Detalhada	-0,54	-0,34	-0,35	-0,56	-	-0,69	-0,36	-	-	-0,64	-	-
Terço inferior	Simplificada	-	-0,43	-	-0,60	-	-0,58	-0,37	-	-	-	-	-0,43
	James-modificada	-	-	-	-0,59	-	-0,54	-	-	-	-	-	-
	Detalhada	-	-0,36	-	-0,61	-	-0,60	-	-	-	-	-	-
Folha 1 a 10	Simplificada	-0,52	-	-0,38	-	-	-0,38	-	-	-	-0,64	-	-0,36
	James-modificada	-0,52	-	-0,38	-	-	-0,40	-	-	-	-0,66	-	-0,30
	Detalhada	-0,51	-	-0,37	-	-	-0,39	-	-	-	-0,64	-	-0,37
Folha 5, 6, 7	Simplificada	-0,55	-	-0,37	-	-	-	-	-	-	-0,65	-	-0,44
	James-modificada	-0,55	-	-0,35	-	-	-	-	-	-	-0,65	-	-0,33
	Detalhada	-0,54	-	-0,35	-	-	-	-	-	-	-0,66	-	-0,44

- não significativo e *** Significativo a 1% pelo teste F.

Para as correlações entre os conteúdos de macronutrientes nas folhas e os valores de severidade, estimados com as três escalas, detectou-se maior número de correlações significativas do que os apresentados com teores, isso porque, nesta variável são considerados não só os teores de N, P e K como também a massa seca das folhas. E, como já discutido anteriormente o aumento da severidade implicou em redução significativa da massa seca das folhas (Tabela 15 e Tabela 17).

Desta forma pode-se dizer que, nas cultivares mais suscetíveis, Carmen, *Super Sweet* e Santa Clara, foram observados coeficientes de correlação significativos e negativos entre os valores de severidade, estimados com as três escalas, e o conteúdo de N das plantas em todas as metodologias exceto para o terço inferior. Para a cultivar 'Perinha Água Branca' que teve menor perda de matéria seca por apresentar maior resistência a requeima não ocorreu relação significativa entre os valores de severidade e conteúdo de N (Tabela 17).

De modo geral, as avaliações da severidade da requeima feitas considerando-se a planta inteira, seguido das que consideraram o terço superior e o terço médio da planta foram também as que resultaram em maior número de correlações significativas entre conteúdo K e P e severidade. Ou seja, as amostragens feitas considerando estes três conjuntos de folhas, foram os que melhor permitiram detectar a relação entre o aumento da severidade da requeima e a diminuição do conteúdo de K e P em folha das plantas (Tabela 17).

Existem vários trabalhos que abordam o efeito da nutrição da planta sobre o desenvolvimento de doenças, o mesmo não ocorrendo com o inverso, efeito de doenças sobre a nutrição. No caso da requeima, são mais comum relatos com a cultura da batata apontando redução da severidade com aumentos das doses de fósforo e potássio e o contrário, aumento da severidade com o aumento as doses de nitrogênio (FORBES *et al.*, 2006). No entanto, no presente caso como não houve variações nas doses de fertilizantes contento estes nutrientes nem variações entre as parcelas quanto à fertilidade original acredita-se que o efeito seja o inverso, redução dos teores de P e K e redução do de N com o aumento da severidade da requeima. Embora se saiba que a nutrição mineral das plantas afeta a sua resposta a doenças, é necessário conhecer melhor como os nutrientes minerais aumentam ou diminuem a sua resistência e as alterações metabólicas, histológicas ou citológicas envolvidas (MARSCHNER, 1995).

Tabela 17. Coeficientes de correlação r entre conteúdo de potássio, nitrogênio e fósforo na folha e severidade em avaliados com auxílio de escala Simplificada, James-modificada e Detalhada em diferentes partes da planta de quatro cultivares de tomate. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Método de avaliação	Escala	<i>Super Sweet</i>			'Perinha Água Branca'			Santa Clara			Carmen		
		K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P
Planta inteira	Simplificada	-0,46	-0,37	-0,38	-0,52	-	-0,57	-0,53	-0,63	-0,38	-0,70	-0,70	-0,63
	James-modificada	-0,46	-0,37	-0,43	-0,50	-	-0,54	-0,64	-0,70	-0,48	-0,73	-0,69	-0,62
	Detalhada	-0,52	-0,39	-0,38	-0,52	-	-0,58	-0,51	-0,62	-	-0,68	-0,67	-0,60
Terço superior	Simplificada	-0,48	-0,37	-0,47	-	-	-0,35	-0,49	-0,62	-0,41	-0,68	-0,66	-0,61
	James-modificada	-0,49	-0,46	-0,47	-	-	-0,40	-0,53	-0,66	-0,45	-0,70	-0,65	-0,60
	Detalhada	-0,49	-0,46	-0,47	-	-	-0,36	-0,49	-0,61	-0,37	-0,67	-0,64	-0,60
Terço médio	Simplificada	-0,49	-	-	-0,56	-	-0,63	-0,37	-0,48	-	-0,66	-0,77	-0,67
	James-modificada	-0,39	-	-0,40	-0,56	-	-0,61	-0,54	-0,50	-	-0,74	-0,73	-0,63
	Detalhada	-0,50	-0,35	-0,37	-0,54	-	-0,62	-0,41	-0,53	-	-0,66	-0,76	-0,67
Terço inferior	Simplificada	-0,44	-	-	-0,50	-	-0,50	-	-	-	-	-	-
	James-modificada	-	-	-	-0,44	-	-0,43	-	-	-	-	-	-
	Detalhada	-	-	-	-0,51	-	-0,52	-	-	-	-	-	-
Folha 1 a 10	Simplificada	-0,40	-0,36	-0,40	-	-	0,35	-	-0,39	-	-0,59	-0,60	-0,52
	James-modificada	-0,41	-0,34	-0,41	-	-	0,39	-	-0,42	-	-0,62	-0,59	-0,50
	Detalhada	-0,39	-0,35	-0,40	-	-	0,35	-	-0,41	-	-0,59	-0,59	-0,52
Folha 5, 6, 7	Simplificada	-0,44	-0,40	-0,42	-	-	-	-	-0,37	-	-0,62	-0,68	-0,60
	James-modificada	-0,44	-0,40	-0,42	-	-	-	-	-0,43	-0,39	-0,64	-0,68	-0,57
	Detalhada	-0,42	-0,37	-0,40	-	-	-	-	-0,40	-	-0,62	-0,66	-0,59

- não significativo e *** Significativo a 1% pelo teste F.

5.5.4. Produção de Frutos

Detectou-se efeito altamente significativo de cultivar sobre a produtividade total e de frutos comerciais, número de frutos totais e comerciais e porcentagem de frutos com defeitos devido ao ataque de pragas, incidência de anomalias fisiológicas e sintomas de requeima.

Para a produtividade total de frutos observou-se diferença significativa entre as cultivares, sendo o híbrido Carmen F1, pertencentes ao grupo de tomates salada, com maior produtividade em toneladas por hectare ($30,14 \text{ Mg ha}^{-1}$) diferindo-se do ‘Perinha Água Branca’, seguido pelo ‘Santa Clara’ e *Super Sweet*, com $20,37$, $19,02$ e $14,25 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente. Ao analisar a produtividade comercial, observou-se que os genótipos Carmen e ‘Perinha Água Branca’ não diferenciaram entre si, ressaltando que a cultivar ‘Perinha Água Branca’ pertence ao grupo cereja, que possui frutos de largura média de $2,62 \text{ cm}$ e comprimento $3,74 \text{ cm}$, com peso médio de frutos de $15,37 \text{ gramas}$, (ROCHA, 2008). No entanto, diferenciaram-se das demais *Super Sweet* e ‘Santa Clara’, essa ultima mesmo não diferenciando do *Super Sweet* apresentou menor produtividade que os demais genótipos. Ou seja, nas condições de desenvolvimento do ensaio e com alta intensidade de requeima, a variedade ‘Perinha Água Branca’, selecionada para cultivo em sistemas orgânicos e produtividade média de $9,77$ a $31,1 \text{ Mg.ha}^{-1}$ relatada por diferentes autores, apresentou produtividade igual à do híbrido Longa Vida Carmen F1, altamente produtivo e para o qual são relatados médias de $120,2$ a $142,7 \text{ Mg.ha}^{-1}$ (Tabela 18). Este resultado demonstra o efeito da resistência genética à requeima, mesmo que parcial, e a sua eficiência em reduzir as perdas devido à doença.

Para a variável número de frutos totais e comerciais, houve a formação de dois grupos distintos, o primeiro pelas cultivares de frutos do grupo cereja, *Super Sweet* e ‘Perinha Água Branca’, e o segundo pelos frutos graúdos, Santa Clara e Carmen (Tabela 18). As cultivares do primeiro grupo caracterizam-se pela produção de maior número de frutos, porém pequenos, enquanto as do segundo pela produção de menor número de frutos, porém graúdos (ALVARENGA, 2004; FIGUEIRA, 2003).

Para porcentagens de frutos defeituosos, observou diferenças entre as cultivares, onde a cultivar ‘Santa Clara’ destacou-se por apresentar maior porcentagem de frutos defeituosos quando comparados com os demais, em seguida, o híbrido Carmen F1 diferenciou do *Super Sweet*, que por sua vez diferiu do ‘Perinha Água Branca’, que apresentou menor porcentagem de frutos defeituosos que os demais genótipos.

Detectou-se diferença entre as cultivares quando analisado a porcentagem de frutos com anomalia fisiológicas, onde o híbrido *Super Sweet* diferenciou dos demais com $79,2 \%$ de frutos com anomalia fisiológicos, sendo estes valores influenciados pela grande quantidade de frutos rachados. Os genótipos Carmen, ‘Perinha Água Branca’, por sua vez, apresentaram $58,5 \%$, $52,6 \%$ e $49,1 \%$, respectivamente, de frutos defeituosos, sem diferirem significativamente entre si (Tabela 18). Esses dados estão de acordo com os de AZEVEDO 2006, que sob condições de campo, observou para o híbrido *Super Sweet* maior porcentagem de frutos com anomalias fisiológicas que ‘Perinha Água Branca’ e com os de ROCHA *et al.* (2009), que através da caracterização dos frutos não comerciais discriminou de quarenta acessos a cultivar ‘Perinha Água Branca’, por apresentar menores porcentagem de defeitos .

Para porcentagem de frutos com sintomas de requeima, causado por *Phytophthora infestans*, observou diferença entre as cultivares, onde a cultivar ‘Perinha Água Branca’ diferiu dos genótipos *Super Sweet*, ‘Santa Clara’ e Carmen F1, que não diferiram entre si. Esta maior porcentagem de frutos com requeima em ‘Perinha Água Branca’, cultivar que se destacou pela menor severidade de requeima nas folhas, esta diretamente relacionada ao peso das duas últimas colheitas na produtividade final. Como observado na tabela 13, esta cultivar

caracterizou-se pelo aumento ao longo do ciclo do acúmulo de massa nos frutos, e maior massa aos 103 DAT (Tabela 18). Esta característica de produção mais tardia resultou em desenvolvimento de grande número de frutos sob alta quantidade de inóculo oriundos de todas as demais cultivares.

Tabela 18. Produtividade total e comercial, número de frutos totais e comerciais e porcentagem de frutos com defeito, atacado por pragas, com anomalias fisiológicas e com requeima, para quatro diferentes cultivares de tomate, sob condições de campo. Seropédica, UFRRJ. 2008.

Cultivar	Produção Mg.ha ⁻¹		Número de frutos.ha ⁻¹		Porcentagem de frutos		
	Total	Comercial	Total x 10 ³	Comercial x 10 ³	Defeito	Anomalias Fisiológicas	Requeima
Carmen F1	30,14 A	16,90 A	292,9 B	170,0 B	42,4 B	58,5 B	7,5 B
'Perinha Água Branca'	20,37 B	16,74 A	1330,2 A	1028,2 A	22,2 D	52,6 B	32,1 A
Santa Clara	19,02 BC	9,70 B	209,7 B	98,1 B	53,2 A	49,1 B	12,0 B
<i>Super Sweet</i>	14,25 C	10,64 B	1303,2 A	914,1 A	29,5 C	79,2 A	12,1 B

*Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

5.6. CONCLUSÕES

As três escalas permitiram uma fácil e rápida avaliação da severidade da requeima em condições de campo e construção das curvas de progresso da doença;

As curvas construídas com os dados estimados com o uso das escalas Simplificada e Detalhada representam melhor o progresso da requeima uma vez que a escala James-modificada apresenta limitações quanto aos valores máximos de severidade;

As metodologias mais apropriadas para avaliação da requeima são as que utilizam as folhas mais novas da planta, principalmente a que consideram o terço médio e o terço superior da plantas;

A resistência parcial da cultivar 'Perinha Água Branca', pode ser confirmada, pelos melhores rendimento em termo de biomassa fresca e seca, bem como pelos menores índice de severidade;

De forma geral, não houve variações quanto ao resultado em função da escala mas sim em função do local e número de folhas utilizadas na amostragem, confirmados pelas avaliações dos teores e acúmulo de macronutrientes e acúmulo de biomassa fresca e seca nas folhas.

O aumento da severidade implica em redução dos teores e acúmulos de fósforo e potássio das folhas o que sugere a necessidade de maiores estudos para elucidação e melhor conhecimento desta relação.

Amostragens nas folhas superiores permitiram discriminar as cultivares, mesmo com avaliações mais tardias, enquanto que em folhas inferiores apenas nas avaliações no início da epidemia.

5.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M.A.R. Origem, Botânica e Descrição da planta. *In*: ALVARENGA, M.A.R. Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, p. 13-24, 2004.
- ARAÚJO, A.P. Análise de variância dos dados primários na análise de crescimento vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, p. 1-10, 2003.
- AZEVEDO, V.F. Produção orgânica de tomateiro tipo cereja: comparação entre cultivares, espaçamentos e sistema de condução da cultura. 79p, Seropédica, RJ: UFRRJ, (Dissertação Mestrado). p.79, 2006.
- BATISTA, D. da C. Dinâmica de inoculo de *Alternaria solani*, efeito da densidade de plantio na intensidade da pinta preta e requeima e previsão dessas doenças em tomateiro e batateira. Viçosa: UFV, p.106, 2006.
- CORRÊA, F.M. Metodologia de avaliação e seleção de genótipos de tomate (*Solanum* sp.), resistentes a requeima, causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Seropédica: UFRRJ. (Dissertação de Mestrado). p. 66 2008.
- DIAS, J.A.C.S.; IAMAUTI, M.T. Doenças da batateira. *In*: KIMATI, H.; AMORIM, L.; FILHO, B.A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. Manual de fitopatologia - Doenças das plantas cultivadas. 3 ed. São Paulo: Ceres. p. 137-164, 1997.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2a ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, p. 212, 1997.
- FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, L.F.; FERREIRA, F.A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura brasileira*, Brasília, v. 19, n. 3, p. 232-237, 2001.
- FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, F.L.; FERREIRA, F.A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, 2002.
- FERNANDES, P.D.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; OLIVEIRA, G.D. de; HAAG, H.P. Nutrição de hortaliças. XXVII. Absorção de nutrientes pelo tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill.) em cultivo rasteiro. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba*, V.32, p. 595-607, 1975.
- FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. P. E.; FONTES, P. C. R. Produtividade, qualidade de frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, p. 564-570, 2002.
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3a ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 421, 2003.
- FORBES, G.A.; LANDEO, J.A. Late Blight. *In*: GOPAL, J.; KHURANA, S.M.P. Potato: production, improvement and postharvest management. New York: Food Products Press. p 279-286. 2006.
- GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. *Bragantia*, v. 56, n. 22, p. 693-714, 1963.
- GENUNCIO, G. da C. Crescimento e produção do tomateiro em sistemas de cultivo a campo, hidropônico e fertirrigado, sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. Seropédica: UFRRJ. (Tese de Doutorado). p.131, 2008.
- GOOGLE EARTH. Google Maps. Disponível em <http://earth.google.com.br/>. Acesso em: 27 de Junho de 2009.

- GRAHAM, R.D.; WEBB, M.J. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. *In: MORTVEDT, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M.; WELCH, R.M. (Eds.). Micronutrients in agriculture. 2. ed. Madison : Soil Science Society of America. p. 329–370. 1991.*
- HUBER, D.M.; WILHELM, N.S. The role of manganese in resistance to plant disease. *In: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C. (Ed.). Manganese in soils and plants. Dordrecht: Kluwer Academic, p.155-173.1996.*
- KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro. *In: KIMATI,H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Ed.) Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.690-719. 1997.*
- LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; CARDOSO, M.J.; GOMES, M.M.S.; de SOUZA, V.F. Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* L. submetidos a três densidades de fluxo radiante e dois regimes hídricos. *Revista Ceres, Viçosa, v.33, n.186, p.145-64, 1986.*
- LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. A cultura do tomateiro. *In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, p. 257-319, 1998.*
- LOPES, C.A.; SANTOS, J.R.M. dos. Moléstias do tomateiro. Brasília : EMBRAPA-SPI, p. 61, 2004.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2^a ed. London: Academic Press, 1995.
- MIZUBUTI E.S.G.; AYLOR D.E.; FRY, W.E. Survival of *Phytophthora infestans* sporangia exposed to solar radiation. *Phytopathology. v. 90, p.78–84, 2000.*
- MONTES, J.A; Manejo de irrigação na cultura do tomateiro em campo, na região de Seropédica, RJ. Seropédica: UFRRJ. (Dissertação de Mestrado). p.48, 2007.
- NIEUWHOF, M.; GARRETSEN, F.; VAN OEVEREN, J.C. Growth analyses of tomato genotypes grown under low energy conditions. *Netherlands Journal of Agricultural Science, v. 39, p. 191-196. 1991.*
- NUTTER Jr., F.W.; ESKER, P.D.; NETTO, R.A.C. Disease assessment concepts and the advancements made in improving the accuracy and precision of plant disease data. *European Journal of Plant Pathology, v.115 p.95-103, 2006.*
- POZZA, E. A.; POZZA, A.A.A. A nutrição mineral no controle de doenças de plantas. *In: VEZON, M.; PAULA JUNIOR, T.J.; PALLINI, A. Tecnologia alternativas para o controle de pragas e doenças. Viçosa: EPAMIG, p.378, 2006.*
- REBOUÇAS, M.A.A.; FAÇANHA, J.G.V.; PEREIRA, L.G.R.; PRISCO, J.T. Crescimento e conteúdo de N, P, K e Na em três cultivares de algodão sob condições de estresse salino. *Ver. Bras. Fisiol. Veg., v.1, p.79-85, 1989.*
- RIBEIRO JUNIOR, J.I. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa: UFV, p.301, 2001.
- ROCHA, M.C. Variabilidade fenotípica de acessos de tomate cereja sob manejo orgânico: características agronômicas, físico-químicas e sensoriais. Tese UFRRJ (Doutorado em Fitotecnia). p.191, 2008.
- ROCHA, M.C. GONÇALVES, L.S.A.; CORRÊA, F.M.; RODRIGUES, R.; SILVA, S.L.; ABOUD, A.C. de S.; CARMO, M.G.F. do . Descritores quantitativos na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. *Ciência Rural, v. 39, n. 03, p. 664-670, 2009.*
- SHANNER, G.; FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology. v.70 p.1183-1186, 1977.*
- TEDESCO, J.M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKSWEISS, S.J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS (Boletim Técnico, 5). p.174, 1995.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzidas pela nutrição das plantas. Piracicaba: POTAFOS, 16 p. (Encarte Técnico. Informações Agronômicas, 75). 1996.

6. CONCLUSÕES GERAIS

As três escalas diagramáticas permitiram uma fácil e rápida avaliação da severidade da requeima e construção das curvas de progresso da doença, contudo, com resultados mais consistentes quando foi utilizada a escala Simplificada;

As estimativas de severidade requeima, obtidas com auxílio das escalas, foram confirmadas com as medidas de redução do máximo potencial fotossintético das folhas;

A avaliação da emissão de fluorescência da clorofila *a* para determinação do potencial fotossintético, pode ser uma variável fisiológica útil para avaliação de danos causados por *P. infestans* em tomateiro, com a vantagem de ser uma medida rápida que independente da percepção do avaliador;

As metodologias mais apropriadas para avaliação da requeima são as que utilizam as folhas mais novas da planta, contadas do ápice para base, principalmente as que consideram o terço médio e superior da planta;

O aumento da severidade da requeima está associado à redução do acúmulo de massa fresca e seca das folhas e dos teores de fósforo e, principalmente, de potássio e, ao aumento nos teores de nitrogênio nas folhas;

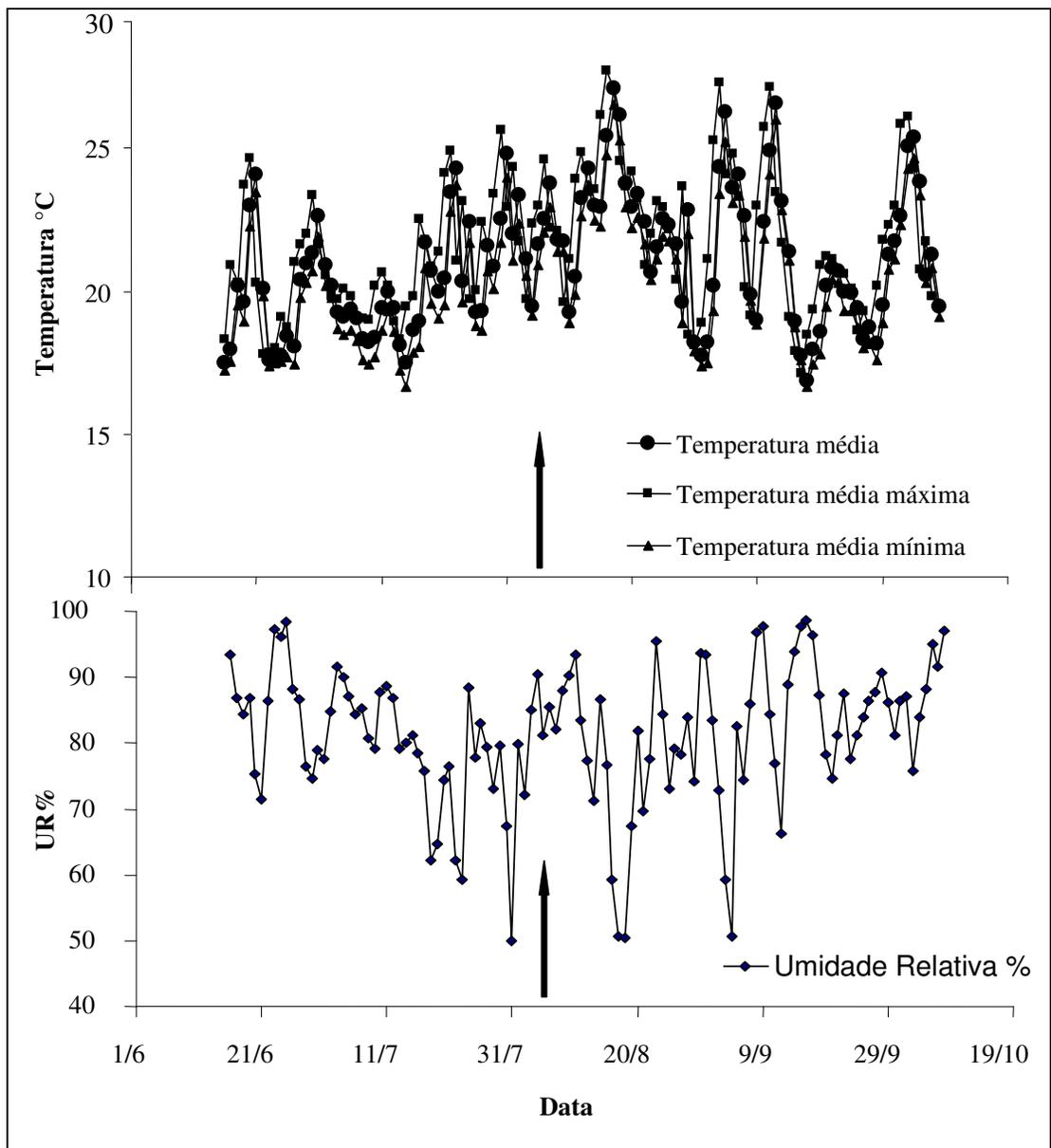
A resistência parcial a requeima da cultivar ‘Perinha Água Branca’, pode ser confirmada, pelos melhores rendimentos expresso pelo maior acúmulo de biomassa fresca e seca, especialmente na fase final do ciclo, pelo menor progresso da doença e pela manutenção do maior potencial fotossintético.

7. ANEXOS

Anexo A. Análise de fertilidade do solo, para cada bloco, onde foi conduzido o experimento de campo.

Bloco	Prof.	Na	Ca	Mg	Ca+Mg	K	H+Al	Al
		cmol _c dm ⁻³						
B1	0-15	0,107	3,0	2,3	5,3	0,08	2,6	0,10
B1	15-30	0,113	3,2	1,0	4,2	0,10	3,5	0,00
B2	0-15	0,115	3,0	1,5	4,5	0,08	2,6	0,00
B2	15-30	0,117	3,0	1,4	4,4	0,08	2,6	0,10
B3	0-15	0,119	3,5	2,5	6,0	0,08	3,0	0,00
B3	15-30	0,121	2,0	1,0	3,0	0,09	2,6	0,00
B4	0-15	0,010	4,5	1,5	6,0	0,02	2,5	0,10
B4	15-30	0,125	3,0	0,5	3,5	0,12	2,3	0,00
B5	0-15	0,127	3,0	1,0	4,0	0,19	3,0	0,00
B5	15-30	0,131	3,0	0,6	3,6	0,15	3,6	0,00

Bloco	Prof.	S	T	V	m	pH água	P	K
		— cmol _c dm ⁻³ —		— % —			— mg L ⁻¹ —	
B1	0-15	5,49	8,09	68	1,7892	5,7	71	30,7
B1	15-30	4,42	7,92	56	0	5,5	54	38,4
B2	0-15	4,70	7,3	64	10	5,5	59	30,7
B2	15-30	4,59	7,19	64	2,1304	5,4	64	30,7
B3	0-15	6,20	9,20	67	0	5,5	63	30,7
B3	15-30	3,22	5,82	55	0	5,6	71	34,6
B4	0-15	6,03	8,53	71	1,6326	5,3	69	7,7
B4	15-30	3,74	6,04	62	0	5,7	74	46,1
B5	0-15	4,32	7,32	59	0	5,9	65	73,0
B5	15-30	3,88	7,48	52	0	5,7	66	57,7



Anexo B. Dados médios de temperatura (°C), máxima, média e mínima, e umidade relativa do ar (%) durante o período de realização do ensaio, mostrando a data de início das avaliações (↑) Seropédica. UFRRJ, 2008.

Anexo C. Análise de variância para o efeito de cultivar data de coleta e interação entre estes, sobre a severidade da requeima do tomateiro, causada por *P. infestans*, avaliado por meio de três escalas diagramáticas, ‘Simplificada’, ‘James-modificada’ e ‘Detalhada’, considerando a planta inteira, o terço superior da planta, o terço médio, o terço inferior, as dez primeiras folhas e a quinta, sexta e sétima folha iniciais, em condições de campo. Seropédica. UFRRJ, 2008.

Fonte de variação	GL	¹ Quadrado Médio					
		Planta Toda	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Até a folha 10	Folha 567
Simplificada							
Cultivar	3	53,6**	40,3**	81,6**	55,1**	100,0**	121,9**
Data	4	30,3**	123,8**	39,1**	11,9**	54,2**	97,1**
Cultivar x Data	12	5,37**	2,77**	10,1**	10,5**	1,62 ^{ns}	5,94*
Bloco	4	0,47 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,36**	1,75 ^{ns}	2,92 ^{ns}
Resíduo	76	0,34	1,00	0,72	0,42	1,32	2,72
CV%		7,6	23,3	10,5	7,2	21,3	31,0
James-modificada							
Cultivar	3	32,2**	30,3**	51,7**	30,2**	71,1**	90,2**
Data	4	17,8**	77,4**	21,7**	6,86**	29,6**	54,9**
Cultivar x Data	12	3,35**	1,61 ^{ns}	7,04**	6,33**	1,00 ^{ns}	3,08 ^{ns}
Bloco	4	0,39 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,92*	0,81 ^{ns}	1,19 ^{ns}
Resíduo	76	0,23	0,86	0,45	0,30	0,89	1,99
CV%		7,5	24,6	9,9	7,3	20,0	30,4
Detalhada							
Cultivar	3	63,4**	44,0**	95,1**	67,6**	111,2**	113,3**
Data	4	38,7**	140,9**	50,8**	16,6**	63,2**	110,1**
Cultivar x Data	12	6,17**	2,94**	11,0**	12,8**	1,62 ^{ns}	6,04**
Bloco	4	0,91 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,41 ^{ns}	2,40*	1,75 ^{ns}	3,71*
Resíduo	76	0,39	1,12	0,73	0,50	1,32	2,79
CV%		7,8	23,9	10,5	7,5	21,3	30,1

*, **, Significativo a 5 e 1% pelo teste F.

¹Dados transformados para raiz (x+1).

Anexo D. Análise de variância para efeito de cultivar, data de coleta e interação entre estes, sobre a massa seca de caule, folha, fruto, raiz e parte aérea (dados transformados em logaritmo natural). Seropédica. UFRRJ, 2008.

FV	GL	Quadrado médio				
		Massa seca caule	Massa seca folha	Massa seca fruto	Massa seca Raiz	Massa seca parte aérea
Repetição	4	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Cultivar	3	0,56 ^{**}	0,11 ^{ns}	0,54 [*]	0,48 ^{**}	0,13 [*]
Erro 1	12	0,02	0,06	0,16	0,07	0,03
DAT	4	1,45 ^{**}	3,12 ^{**}	15,4 ^{**}	3,81 ^{**}	1,62 ^{**}
Erro 2	16	0,01	0,05	0,04	0,08	0,02
DAT x Cultivar	12	0,23 ^{**}	0,26 ^{**}	0,17 ^{**}	0,15 ^{ns}	0,16 ^{**}
Resíduo	48	0,49	0,09	0,04	0,13	0,03
CV%		6,7	8,4	5,9	15,1	3,8

^{*}, ^{**}, Significativo a 5 e 1% pelo teste F.

¹Dados transformados em logaritmo natural.

Anexo E. Análise de variância para efeito de cultivar, data de coleta e interação entre estes, sobre a massa fresca de frutos, teor de K, N e P nas folhas. Seropédica. UFRRJ, 2008.

FV	GL	Quadrado médio			
		Massa fresca de fruto	Teor de K nas folhas	Teor de N nas folhas	Teor de P nas folhas
Repetição	4	0,13 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,07 ^{**}	0,22 ^{ns}
Cultivar	3	3,41 ^{**}	0,82 ^{**}	0,25 ^{ns}	1,18 ^{ns}
Erro 1	12	0,13	0,13	0,01	0,42
DAT	4	24,3 ^{**}	4,80 ^{**}	0,08 ^{ns}	1,07 [*]
Erro 2	16	0,02	0,10	0,04	0,32
DAT x Cultivar	12	0,48 ^{**}	0,29 ^{**}	0,02 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Resíduo	48	0,08	0,10	0,01	0,11
CV%		4,6	11,8	3,5	36,6

^{*}, ^{**}, Significativo a 5 e 1% pelo teste F.

Anexo F. Análise de variância para efeito de cultivar, data de coleta e interação entre estes sobre os conteúdos de K, N, P na folha. Seropédica. UFRRJ, 2008.

FV	GL	Quadrado médio		
		Conteúdo de K na folha	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de P na folha
Repetição	4	0,57 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,38 ^{ns}
Cultivar	3	1,27 ^{**}	0,10 ^{ns}	0,48 ^{ns}
Erro 1	12	0,29	0,08	0,45
DAT	4	15,00 ^{**}	2,68 ^{**}	7,10 ^{**}
Erro 2	16	0,21	0,09	0,34
DAT x Cultivar	12	0,92 ^{**}	0,24 [*]	0,30 ^{ns}
Resíduo	48	0,18	0,10	0,16
CV%		6,7	4,5	8,8

^{*}, ^{**}, Significativo a 5 e 1% pelo teste F.

¹Dados transformados em logaritmo natural.

Anexo G. Análise de variância para efeito de cultivar, data de coleta e interação entre estes sobre os conteúdos de K, N, P na parte aérea da planta, dados. Seropédica. UFRRJ, 2008.

FV	GL	Quadrado médio		
		Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de P na parte aérea
Repetição	4	0,27 ^{**}	0,07 ^{ns}	0,37 ^{ns}
Cultivar	3	0,12 ^{**}	0,15 ^{ns}	0,39 ^{ns}
Erro 1	12	0,05	0,06	0,16
DAT	4	1,23 ^{**}	1,47 ^{**}	1,96 ^{**}
Erro 2	16	0,09	0,04	0,14
DAT x Cultivar	12	0,21 ^{**}	0,12 ^{**}	0,14 ^{**}
Resíduo	48	0,58	0,03	0,05
CV%		2,9	2,4	3,92

^{*}, ^{**}, Significativo a 5 e 1% pelo teste F.

Anexo H. Análise de variância para efeito de cultivar sobre a produção de frutos totais e comercial, número de frutos totais e comerciais e porcentagem de frutos com defeito, atacado por pragas, com anomalias fisiológicas e com requeima, sob condições de campo. Seropédica, UFRRJ. 2008.

Fonte de variação	GL	Produção t.ha ⁻¹		Número de frutos		Porcentagem de frutos			
		Total	Comercial	Total x 10 ¹⁰	Comercial x 10 ¹⁰	Defeito	Pragas	Anomalias Fisiológicas	Requeima
Cultivar	3	222,40 ^{**}	74,56 ^{**}	189,85 ^{**}	118,91 ^{**}	9,41 ^{**}	7,99 ^{ns}	9,10 [*]	6,04 [*]
Bloco	4	32,21 ^{ns}	12,38 ^{ns}	2,94 ^{ns}	1,44 ^{ns}	30,62 ^{ns}	2,64 ^{ns}	2,23 ^{ns}	1,23
Resíduo	12	15,61	8,83	1,60	1,23	26,87	3,11	1,64	1,10
CV %		18,86	22,01	16,16	20,14	14,0	69,1	14,05	65,7

^{*}, ^{**}, Significativo a 5 e 1% pelo teste F.