ABADIA DOS REIS NASCIMENTO

AÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS IN VITRO, EM MUDAS E EM CAMPO SOBRE A MANCHA BACTERIANA (*Xanthomonas perforans* E *X. gardneri*) EM TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

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

Orientador:

Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes

Co-orientadora:

Dra. Alice Maria Quezado Duval

Goiânia, GO - Brasil

2009

ABADIA DOS REIS NASCIMENTO

TÍTULO: **"Ação de produtos químico *in vitro*, em mudas e em campo sobre a mancha bacteriana (*Xanthomonas perforans* E *X. gardneri*) em tomate para processamento industrial".**

TESE DEFENDIDA e APROVADA em 17 de Fevereiro de 2009, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

_____

Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes
Orientador – EA/UFG

_____

Drª. Alice Maria Quezado-Duval
Co-Orientadora - Embrapa Hortaliças

_____

Dr. Weber Moreira
Unilever

_____

Drª. Valácia Lemes da Silva Lobo
Embrapa Arroz e Feijão

_____

Prof. Drª. Sueli Martins de Freitas Alves
UEG/Anápolis

_____

Prof. Dr. Natan Fontoura da Silva
EA/UFG

DEDICATÓRIA

Ao meu filho, Gabriel Fernando de Andrade, presente maravilhoso que Deus me deu, motivo de muita alegria na minha vida... a mamãe te ama muito!
A minha amada e sabia mamãe, com muito amor e carinho.
Aos meus irmãos Fábio, Hélica, Luiza, Flávio e Tianinha, jóias preciosas da minha vida.
Aos meus sobrinhos Gustavo, Sávio, Larissa e Juninho, os verdadeiros anjinhos que vieram para dar mais sentidos as nossas vidas.
Aos meus cunhados Valmir, Pascoal e Claudete e todos familiares que de uma forma ou outra nunca deixaram de me apoiar.
E por fim eu dedico ao meu pai Geraldo Luiz do Nascimento que partiu deixando muita saudade!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de realizar este trabalho!

Ao Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes, por toda a sua amizade, confiança e por contribuir com meu crescimento profissional, os meus eternos agradecimentos!

A Drª Alice Maria Quezado-Duval, por toda a sua dedicação, orientação, paciência e apoio durante este trabalho. Sou grata por tudo que você já fez por mim.

Aos pesquisadores da Unilever, Weber Moreira; Sebastião Hernandez, Fernando Hernandez e Gustavo Gondim, por todo companheirismo, apoio, e por serem tão prestativos e atenciosos, o meu muito obrigada!

Ao Gelson Goularte Silva e Lima por todo seu incentivo, amizade e ajuda durante estes anos.

Ao Lino Carlos Borges por todo seu carinho, companheirismo e dedicação.

Ao Prof. Dr. Díbio Leandro Borges pela prontidão em ajudar, facilitando a realização deste trabalho.

Aos estagiários da Biosolo Max Well de Oliveira Rabelo e Lucas Liberato Borges pela ajuda nas avaliações do ensaio de mudas.

Aos Funcionários e estagiários do laboratório de fitopatologia da Embrapa Hortaliças, por toda ajuda na realização deste trabalho.

Ao prof. Dr. José Carlos Serafim, Antonio Williams Moita, Jaison Pereira de Oliveira, e João Bosco Carvalho Silva que contribuiram muito nas análises estatística deste trabalho.

As professoras Larissa Leandro, Adriana Teramoto; Elina, Eli Regina e Mara Rubia; pelo incentivo e carinho em todos os momentos.

Aos professores Jacomo Divino, Wilson Mozena e Natan Fontoura pela credibilidade, ensino e amizade.

As amigas: Cristiane Rodrigues, Claudia Moreira, Rosana Barros, Jaqueline Guimarães, Ana Paula Nogueira, Gislene Auxiliadora, Lurdineide de Araujo pelos momentos alegres.

Aos Amigos Abílio Pacheco, André Pereira, Aurélio Luduvico, Rommel Bernardez, Osvaldo Antunez, Nilson Jaine, Marcos Fernandes e Weliton Barbosa pela amizade cultivada.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS..... 8
LISTA DE FIGURAS..... 9
LISTA DE ANEXOS..... 11
RESUMO..... 12
ABSTRACT..... 13
1 INTRODUÇÃO GERAL..... 14

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 16
2.1 ORIGEM DO TOMATEIRO E SUA IMPORTÂNCIA NO CENÁRIO NACIONAL..... 16
2.2 ETIOLOGIA DA MANCHA BACTERIANA..... 17
2.3 IMPORTÂNCIA, SINTOMAS E EPIDEMIOLOGIA DA MANCHA BACTERIANA..... 19
2.4 MEDIDAS DE CONTROLE..... 22
2.4.1 **Medidas Fitossanitárias**..... 23
2.4.2 **Resistência genética**..... 23
2.4.3 **Controle químico**..... 24
2.4.3.1 Produtos tradicionais..... 25
2.4.3.1.1 *Fungicidas a base de cobre*..... 25
2.4.3.1.2 *Antibióticos*..... 26
2.4.3.2 Outras moléculas..... 28
2.4.3.3 Indução de resistência..... 29
2.4.3.3.1 *Acibenzolar-S-metil (Bion®)*..... 32
2.4.3.3.2 *Fosfitos*..... 33
2.4.3.3.3 *Cloreto de benzalcônio (Fegatex®)*..... 34
2.5 REFERÊNCIAS..... 35

3 AÇÃO *IN VITRO* DE PRODUTOS QUÍMICOS SOBRE *Xanthomonas perforans E X. gardneri*..... 45
RESUMO..... 45
ABSTRACT..... 45
3.1 INTRODUÇÃO..... 46
3.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 49
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 51
3.4 CONCLUSÕES..... 58
3.5 REFERÊNCIAS..... 59

4 CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA BACTERIANA EM MUDAS TOMATEIRO..... 62
RESUMO..... 62
ABSTRACT..... 63
4.1 INTRODUÇÃO..... 63
4.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 66
4.2.1 **Híbrido de tomate**..... 66
4.2.2 **Instalação do experimento**..... 67

4.2.2.1 Primeiro experimento de controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate no período de agosto a setembro de 2008..... 67
4.2.2.2 Segundo e terceiro experimentos de controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate no período de novembro a dezembro de 2008..... 70
4.2.3 **Variável estudada e análise estatística**..... 71
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 72
4.3.1 **Primeiro experimento de controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate no período de agosto a setembro de 2008**..... 72
4.3.2 **Segundo experimento de controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate no período de novembro a dezembro de 2008**..... 73
4.3.3 **Terceiro experimento de controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate no período de novembro a dezembro de 2008 utilizando regulador de crescimento (paclobutrazol)**..... 74
4.3.4 **Análise de correlação entre os ensaios realizados em novembro a dezembro de 2008 (segundo e terceiro experimento)**..... 75
4.4 CONCLUSÕES..... 81
4.5 REFERÊNCIAS..... 81
ANEXO..... 85

5 CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA BACTERIANA DO TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL EM CAMPO..... 86
RESUMO..... 86
ABSTRACT..... 87
5.1 INTRODUÇÃO..... 88
5.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 89
5.2.1 **Primeiro experimento de controle químico da mancha bacteriana no tomateiro para processamento industrial em campo no período de fevereiro a junho de 2007**..... 90
5.2.1.1 Híbrido de tomate..... 90
5.2.1.2 Instalação do experimento..... 90
5.2.1.3 Variáveis e análise estatística..... 92
5.2.1.4 Análise econômica..... 93
5.2.2 **Segundo experimento de controle químico da mancha bacteriana no tomateiro para processamento industrial em campo no período de abril a agosto de 2008**..... 94
5.2.2.1 Híbrido de tomate..... 94
5.2.2.2 Instalação do experimento..... 94
5.2.2.3 Variáveis e análise estatística..... 97
5.2.2.4 Análise econômica..... 99
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 99
5.3.1 **Primeiro experimento de controle químico da mancha bacteriana no tomateiro para processamento industrial em campo no período de fevereiro a junho de 2007**..... 99
5.3.1.1 Severidade da manha bacteriana nas folhas..... 101
5.3.1.2 Frutos com sintomas da mancha bacteriana..... 101
5.3.1.3 Produtividade..... 102
5.3.1.4 Análise econômica..... 102

5.3.2 **Segundo experimento de controle químico da mancha bacteriana no tomateiro para processamento industrial em campo no período de abril a agosto de 2008**..... 105
5.3.2.1 Primeira avaliação da severidade..... 105
5.3.2.2 Severidade em porcentagem de área foliar atacada após a colheita..... 105
5.3.2.3 Frutos com sintomas da manha bacteriana..... 107
5.3.2.4 Frutos com sintomas de escaldadura..... 108
5.3.2.5 Produtividade..... 108
5.3.2.6 Análise econômica..... 111
5.4 CONCLUSÕES..... 118
5.5 REFERÊNCIAS..... 119
ANEXOS..... 123
6 CONCLUSÕES GERAIS..... 126

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Diferenças básicas entre resistência sistêmica adquirida (rsa) e resistência sistêmica induzida (rsi)..... 30

Tabela 3.1 Produtos utilizados e seus respectivos ingredientes ativos, formulações, quantidade de ingrediente ativo e dosagem recomendada do produto comercial..... 49

Tabela 3.2 Concentrações dos produtos químicos em ppm utilizados para avaliar a inibição do crescimento de isolados de X. perforans (eh 2005-5 4) e X. gardneri (eh 2006-17). Brasília-DF, 2008..... 50

Tabela 3.3 Ação dos produtos químicos in vitro sobre X. perforans (XP) e X. gardneri (XG), Brasília-DF, 2008..... 52

Tabela 4.1 Tratamentos, ingredientes ativos, concentração do ingrediente ativo, dosagens e número de aplicações dos produtos, nos períodos de 28 de agosto a 9 de setembro de 2008, Rio Verde-GO..... 67

Tabela 4.2 Tratamentos, ingredientes ativos, concentração do ingrediente ativo, dosagens e número de aplicações dos produtos, no período 4 novembro a 12 de dezembro de 2008, Rio Verde-GO..... 70

Tabela 4.3 Severidade da mancha bacteriana nos folíolos das mudas de tomate, aos quatorze dias após a inoculação, em função dos tratamentos (primeiro experimento realizado de agosto a setembro de 2008). Rio Verde-GO, 2008..... 73

Tabela 4.4 Severidade da mancha bacteriana nos folíolos das mudas de tomate, aos dezesseis dias após a inoculação, em função dos tratamentos (segundo experimento realizado de novembro a dezembro de 2008). Rio Verde-GO, 2008..... 74

Tabela 4.5 Severidade da mancha bacteriana nos folíolos das mudas de tomate, aos dezesseis dias após a inoculação, em função dos tratamentos, com aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol. Rio Verde-GO, 2008..... 75

Tabela 5.1 Tratamentos do primeiro experimento de controle químico da mancha bacteriana no tomateiro, princípios ativos, formulações, dosagens e combinações dos produtos, Goiânia-GO, 2007..... 91

Tabela 5.2 Tratamentos do segundo experimento de controle químico da mancha bacteriana do tomateiro, princípios ativos, formulações, dosagens e combinações dos produtos, Goiânia-GO, 2008..... 95

Tabela 5.3 Severidade da mancha bacteriana em folhas, número de frutos com sintomas e produtividade do tomateiro (híbrido heinz 9992), em função dos tratamentos. Goiânia-GO, 2007..... 103

Tabela 5.4 Análise econômica do primeiro experimento Goiânia-GO, 2007..... 104

Tabela 5.5 Severidade da mancha bacteriana em folhas (avaliação por notas e porcentagem), número de frutos com sintomas da mancha bacteriana, número de frutos com sintomas de escaldadura e produtividade do tomateiro dos híbridos Hypeel 108 e U 2006, em função dos tratamentos. Goiânia-GO, 2008..... 106

Tabela 5.6 Análise econômica do segundo experimento, Goiânia-GO, 2008..... 112

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Halos de inibição formados pela ação dos produtos metiram + piraclostrobina (a), hidróxido de cobre (wp) (b), cloretos de benzalcônio (c) e famoxadona + mancozebe (d) no isolado de X. gardneri. Brasília-DF, 2008..... 54

Figura 3.2 Efeito das concentrações do produto metiram+piraclostrobina sobre as bactérias X. perforans (XP) e X. gardneri (XG). Brasília-DF, 2008. 54

Figura 3.3 Efeito das concentrações do produto hidróxido de cobre (wp) sobre as bactérias X. perforans (XP) e X. gardneri (XG). Brasília-DF, 2008..... 56

Figura 3.4 Efeito das concentrações do produto hidróxido de cobre (wdg) sobre as bactérias X. perforans (XP) e X. gardneri (XG). Brasília-DF, 2008. 56

Figura 3.5 Efeito das concentrações do produto cloretos de benzalcônio sobre as bactérias X. perforans (XP) e X. gardneri (XG). Brasília-DF, 2008..... 57

Figura 3.6 Efeito das concentrações do produto famozadona+mancozebe sobre as bactérias X. perforans (XP) e X. gardneri (XG). Brasília-DF, 2008. 58

Figura 4.1 Vista geral do experimento inteiramente casualizado com nove tratamentos e três repetições. Rio Verde-GO, 2008..... 68

Figura 4.2 Mudas de tomateiro com quinze dias após o semeio, com o primeiro par de folhas definidos, Rio Verde-GO, 2008..... 69

Figura 4.3 Pulverização foliar em mudas de tomateiro utilizando pulverizador costal de barra de pressão constante. Rio Verde - GO, 2008..... 69

Figura 4.4 Amostra do preparo dos folíolos para digitalização e posterior avaliação da mancha bacteriana pelo programa quant. Rio Verde-GO, 2008..... 72

Figura 4.5 Dispersão das médias da severidade da mancha bacteriana em mudas de tomateiro tratadas com produtos químicos, nos ensaios realizados em novembro a dezembro de 2008 (segundo e terceiro experimento). Onde: 1-testemunha, 2-oxicloreto de cobre + mancozebe, 3-hidróxido de cobre (wg), 4-acibenzolar-s-metil, 5-metiram + piraclostrobina, 6-famoxadona + mancozebe e 7 – cloretos de benzalcônio. Rio Verde-GO, 2008..... 76

Figura 4.6 Mudas de tomateiro estioladas (b) sem aplicação do regulador de crescimento e mudas com aplicação do regulador de paclobutrazol aos 16 dias após a inoculação. Rio Verde-GO, 2008..... 78

Figura 4.7 Diferença entre o crescimento das mudas de tomateiro no período de agosto a setembro no primeiro experimento e novembro a dezembro no segundo experimento. Rio Verde-GO, 2008..... 81

Figura 5.1 Inoculação do primeiro experimento realizada aos 33 dias após o transplantio utilizando pulverizador de barras mecanizado. Goiânia-GO, 2007..... 92

Figura 5.2 Frutos de tomate com sintomas da mancha bacteriana. Goiânia-GO, 2007..... 93

Figura 5.3 Tanque de água acoplado ao trator próximo ao experimento para facilitar a lavagem do tanque (400 l) após cada aplicação. Goiânia-GO, 2008..... 96

Figura 5.4 Primeira inoculação de X. perforans em plantas de tomateiro aos 37 dias após o transplantio. Goiânia-GO, 2008..... 97

Figura 5.5 Captação de imagem para avaliação de severidade da mancha bacteriana. Goiânia-GO, 2008..... 98
Figura 5.6 Dados de precipitação, temperatura mínima e máxima durante o período de condução do primeiro experimento. Goiânia-GO, 2007..... 100
Figura 5.7 Dados de precipitação, temperatura mínima e máxima durante o período de condução do segundo experimento. Goiânia-GO, 2008..... 100
Figura 5.8 Severidade da mancha bacteriana no híbrido Heinz 9992 em 15 tratamentos de controle. Goiânia-GO, 2007. 101
Figura 5.9 Severidade da mancha bacteriana nos híbridos Hypeel 108 e U2006 em dez tratamentos de controle aos 85 dias após o transplante das mudas no campo. Onde: 1-testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4-hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metil - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10-metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008..... 105
Figura 5.10 Porcentagem da severidade da mancha bacteriana (média de três plantas da linha central de cada parcela), aos 120 dias após o transplante das mudas no campo. 1- testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4- hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metílico - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10- metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008..... 107
Figura 5.11 Número de frutos com sintomas da mancha bacteriana em doze plantas da linha central de cada parcela. Onde: 1- testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4- hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metil - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10- metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008..... 108
Figura 5.12 Número de frutos com sintomas de escaldadura provocada pela mancha bacteriana em doze plantas da linha central de cada parcela. 1- testemunha, 2-acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4- hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metílico - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10- metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008..... 109
Figura 5.13 Produtividade média da cultura do tomateiro para processamento industrial ($t.ha^{-1}$) com os híbridos Hypeel 108 e U 2006 influenciado pelos diferentes tratamentos para o controle da mancha bacteriana. Onde: 1- testemunha, 2-acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4- hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metílico - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10- metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008..... 109
Figura 5.14 Correlação entre as médias da severidade da mancha bacteriana nas folhas com a produtividade. 1- testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4- hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metílico - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10- metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008..... 110

LISTA DE ANEXOS

Anexo 3A	Produtos com suas respectiva classificação toxicológica, ambiental e para quais doenças o produto esta registrado.....	85
Anexo 4A	Produtos utilizados no experimento I com suas respectivas dosagem. Goiânia-GO, 2007.....	124
Anexo 4B	Produtos utilizados no experimento II com suas respectivas dosagem. Goiânia-GO, 2008.....	125

RESUMO

NASCIMENTO, A. D. R. **Ação de produtos químico *in vitro*, em mudas e em campo sobre a mancha bacteriana (*Xanthomonas perforans* e *X. gardneri*) em tomate para processamento industrial.** 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009[1].

A pouca disponibilidade de produtos eficazes tem propiciado a busca por alternativas de controle da mancha bacteriana do tomateiro. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar uma gama de produtos químicos em testes *in vitro*, experimentos com mudas e em experimentos de campo. Foram estudados: acibenzolar-S-metil; cloretos de benzalcônio; fosfitos; hidróxido de cobre, oxicloreto de cobre; metiram + piraclostrobina e famoxadona + mancozebe. Os testes *in vitro* foram conduzidos na Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, em julho de 2007. A ação bactericida dos produtos foi avaliada sobre *Xanthomonas perforans* e *X. gardneri*. O ensaio foi em blocos casualizados com quatro repetições e a parcela foi constituída por uma placa de Petri impregnada com suspensão bacteriana solidificada. Avaliou-se o halo de inibição formado. Os experimentos de mudas foram conduzidos com o híbrido Heinz 9553 no viveiro comercial VIVATI em Rio Verde–GO, de agosto a setembro e de novembro a dezembro de 2008. Foram três ensaios inteiramente casualizados com três repetições. Os tratamentos (produtos) foram pulverizados na parte aérea utilizando pulverizador costal de barra. A inoculação foi aos 29 dias após a semeadura, com um isolado de *X. gardneri*. Avaliou-se a severidade da doença em 15 folíolos por parcela aos 14 e 16 dias após a inoculação do primeiro e segundo experimento, respectivamente. Esta foi expressa em porcentagem de área foliar atacada processada pelo programa Quant. É sugerido uma possível interação entre o regulador de crescimento paclobutrazol e o comportamento de certos produtos na redução da severidade da doença. Dois ensaios de campo foram conduzidos na área experimental da Unilever Bestfoods, em Goiânia-GO, de fevereiro a junho de 2007 e de abril a agosto de 2008. O primeiro foi com o híbrido Heinz 9992 em delineamento experimental blocos casualizados, com 15 tratamentos e três repetições. Inoculou-se *X. perforans*. Já o segundo ensaio foi fatorial em parcelas subdivididas em blocos ao acaso e três repetições. O fator A foi hídrido (Hypeel 108 e U2006) e o fator B (tratamentos). Inoculou-se *X. perforans* e *X. gardneri* em momentos distintos. Em ambos ensaios foram avaliados severidade foliar, número de frutos com sintomas e produtividade. No segundo ensaio tomou-se também número de frutos com escaldadura. No teste *in vitro* os produtos aos quais *X. perforans* e *X. gardneri* foram sensíveis na dose recomendada foram os cloretos de benzalcônio e a famoxadona + mancozebe. Metiram + piraclostrobina tiveram ação na dosagem recomendada somente para *X. gardneri*. *Xanthomonas perforans* foi sensível ao produto somente a partir de dez vezes maior a dosagem recomendada. Os produtos à base de cobre não tiveram ação nas bactérias na dosagem recomendada, sendo sensíveis apenas na dose cem vezes maior a dosagem recomendada. Em mudas metiram + piraclostrobina, oxicloreto de cobre, famoxadona + mancozebe, fosfito e hidróxido de cobre reduziram a severidade em mudas no ensaio realizado em agosto. Em campo, notou-se que, de maneira geral acibenzolar-S-metil e famozadona + mancozebe estão entre os melhores resultados.

Palavras-chave: controle químico, produtos indutores de resistência, produtos de contato.

[1] Orientador: Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes. EA-UFG.
Co-Orientadora: Dr. Alice Maria Quezado Duval. EMBRAPA-CNPH.

ABSTRACT

NASCIMENTO, A. D. R. **Chemical control of the bacterial spot in tomato for industrial processing: sensibility in isolated vitro and efficiency of products in seedlings and in field**. 126 f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Crop Science) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009[1].

The search of alternative products for tomato bacterial spot has been promoting by the lack of effectiveness registered by the traditional products available. The objective of this work was to evaluate a range of chemical products by *in vitro* tests, in experiments seedlings and field experiments. The products studied were: acibenzolar-S-methyl; benzalkonium chloride; phosphite; copper hydroxide, copper oxicloreto; metiram + pyraclostrobin and famoxadone + mancozebe. The *in vitro* tests were carried out at Embrapa Hortaliça, Brasília-DF, in July of 2007. The bactericide action was evaluated on *Xanthomonas perforans* and *X. gardneri*. The trial was in a complete randomized block design with four replications and plot was constituted by a Petri plate impregnated with solidified bacterial suspension. The halo of inhibition formed was evaluated. The experiments with seedlings were carried out with the hybrid Heinz 9553 at the commercial nursery VIVATI in Rio Verde, Goiás, in August to September and November to December of 2008. There were three trials in a complete randomized block design with three replications. The products were sprayed by using CO_2 portable sprayer. The inoculation occurred 29 days after sowing, with an isolated of *X. gardneri*. Disease severity was evaluated on 15 leaflets per plot at 14 and 16 days after inoculation of the first and second experiment, respectively. Data was expressed as percentage of leaf affected by program Quant. It was also suggested a possible interaction between the regulator of growth paclobutrazol and the behavior of certain products in the reduction of the severity of the disease. Two field trials were carried out at the experimental farm of Unilever Bestfoods, in Goiânia-GO, from February to June of 2007 and April to August of 2008. The first was with the hybrid Heinz 9992 in a complete randomized block design, with 15 treatments and three replications, and inoculated with *X. perforans*. The second was in a split plot completely randobized block design with three replications. Variety (Hypeel 108 and U2006) was ascertained for factor A and the 10 treatments for factor B. *Xanthomonas perforans* and *X. gardneri* were inoculated in different moments. In both trials foliage severity, number of fruits with symptoms and yield were evaluated. In the second trial fruits with sun scald was also taken. In the *in vitro* test, the products to which *X. perforans* and *X. gardneri* were sensitive in the recommended dose were the benzalkonium chloride and famoxadone + mancozeb. Methiram + pyraclostrobin had action in the dosage recommended only for *X. gardneri*. *Xanthomonas perforans* was sensitive to this product only starting from ten times more. The products of copper base did not have action in the bacteria at the recommended dose, being sensitive only at a hundred time more. For the trials of seedlings it was noticed that metiram + pyraclostrobin, copper oxicloreto, famoxadone + mancozebe, phosphite and copper hydroxide reduced the severity under certain conditions. In the field trials, in generally, acibenzolar-S-methyl and famoxadone + mancozeb lead to the better results.

Key words: Chemical control, resistance inducer products, contact products.

[1] Adviser: Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes. EA-UFG.
Co-Adviser: Dr. Alice Maria Quezado Duval. EMBRAPA-CNPH.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das mais importantes hortaliças cultivadas no mundo (Melo, 2007). No país, esta cultura ocupa o segundo lugar entre as oleráceas por ordem de importância econômica e o oitavo lugar na produção mundial que é de 3.267.918 toneladas em uma área de aproximadamente 56.847 mil hectares (Agrianual, 2008). No Brasil, a maior área plantada com tomate para processamento industrial está em Goiás, com produção de 800 mil toneladas em 2007 (Amaral, 2008).

O seu cultivo se dá em toda região do país, é uma atividade que requer alto nível tecnológico e altos investimentos apresentando custos elevados devido a aplicações de altas dosagens de adubos, várias aplicações de defensivos, grande demanda de mão de obra, e por ser suscetível a diversas pragas e doenças (Silva & Giordano, 2000). De acordo com Kurozawa & Pavan (1997), as doenças se destacam como fatores limitantes a produtividade em qualquer região do mundo, pois estão intimamente relacionadas ao nível de resistência genética da cultivar e ao manejo empregado na cultura.

Segundo Lopes et al. (2000), mais de cem doenças já foram relatadas atacando o tomateiro, provocando perdas na produtividade e na qualidade do fruto. Dentre estas doenças, a mancha bacteriana, causada por espécies do gênero *Xanthomonas*, tem sido considerada uma das mais importantes do tomateiro industrial, já que pode ocorrer tanto durante a produção de mudas em viveiros comerciais como no campo. A mancha-bacteriana pode provocar perdas superiores a 35% (Vale et al., 2004). Em condições experimentais de campo, sob irrigação convencional, registrou-se uma redução de até 52% da produção de tomate para indústria (Quezado-Soares et al., 1998).

Além da necrose foliar, que pode expor os frutos à escaldadura (queima pelo sol), a doença pode provocar redução do tamanho dos frutos, depreciação da sua qualidade por causa das manchas causadas pela doença e queda de flores e frutos (Vale et al., 2004).

O controle da mancha bacteriana depende da combinação de práticas culturais, incluindo uso de sementes e mudas livres do patógeno, eliminação de plantas voluntárias, rotação de cultura, tratamento químico e uso de cultivares resistentes. No entanto, os métodos utilizados para o controle desta doença muitas vezes não tem sido eficiente, principalmente em se tratando de controle químico. Na produção de tomate para

processamento industrial, tem se observado pouca ou nenhuma utilização dos antibióticos agrícolas. Atribui-se a esse fato, à baixa eficiência e o elevado custo. A baixa eficiência, por sua vez, pode estar relacionada à menor persistência em relação aos fungicidas cúpricos, o que requer uma maior freqüência de aplicação e ao aparecimento de populações resistentes do patógeno (Quezado-Duval et al., 2003). Em relação aos fungicidas cúpricos, os fatores limitantes de uso seriam a fitotoxicidade, acúmulo do elemento cobre no solo (Koller, 1998) e potencial para surgimento de populações resistentes, como já relatado em outros países (Marco & Stall,1983; Cooksey, 1990; Aguiar et al., 2000).

Além dos fungicidas cúpricos e dos antibióticos, outras moléculas e organismos estão sendo testados para o controle da mancha bacteriana, tais como o acibenzolar-S-metil com ação como indutor de resistência; os cloretos de benzalcônio, que agem por contato; os bacteriófagos que são vírus que infectam bactérias (em uso somente nos EUA) e os fosfitos que são produtos altamente sistêmicos que possuem ação direta e indireta sobre patógenos, mas que no Brasil não possuem registro como agrotóxicos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Uma outra molécula que tem apresentado resultados promissores nos EUA para o controle da mancha bacteriana e da pinta-bacterina (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) é a famoxadona. Naquele país, o produto comercial Tanos® (Shepherd et al., 2004), que possui 25% de famoxadona em sua composição, é indicado em mistura de tanque com hidróxido de cobre, alternando-se semanalmente com mancozebe ou clorotalonil para o controle de doenças fúngicas. No Brasil, existem dois produtos registrados para o tomateiro, indicados para controle da requeima (*Phytophthora infestans*) e da pinta-preta (*Alternaria solani*) que possuem esta molécula em sua composição (Quezado-Duval, 2006a). O produto metiram+piraclostrobina registrado como fungicida também esta sendo testado para o controle da mancha bacteriana.

A eficiência dessas moléculas, apesar de disponíveis no mercado nacional, algumas registradas como agrotóxicos no MAPA, outras empregadas como fertilizantes, ainda precisa ser melhor avaliada nas condições de cultivo do tomateiro para processamento industrial no Estado de Goiás.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de produtos à base dos princípios ativos cloretos de benzalcônio, acibenzolar-S-metil, famoxadona, metiram + piraclostrobina e fosfito, comparativamente à referência mais empregada em campo, o hidróxido de cobre, no controle da mancha bacteriana em tomateiro para processamento industrial, observando-se eficiência *in vitro*, em mudas (viveiro) e em campo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEM DO TOMATEIRO E SUA IMPORTÂNCIA NO CENÁRIO NACIONAL

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma planta nativa dos Andes, originária da parte ocidental da América do Sul (Filgueira, 2003). Foi levada para a América Central por índios pré-históricos e para outras partes do mundo por viajantes europeus, no século XV. O centro de origem primário do tomateiro é um território limitado ao norte pelo Equador, ao sul pelo Chile, ao oeste pelo Oceano Pacífico e a leste pela Cordilheira dos Andes. No período anterior à colonização espanhola foi levado para o México onde foi cultivado e melhorado (Giordano & Ribeiro, 2000).

No Brasil, a introdução do tomate aconteceu por volta do final do século XIX pelos imigrantes europeus, dando destaque aos italianos, espanhóis e portugueses. No entanto, a difusão e o incremento no consumo começaram a ocorrer apenas depois da Primeira Guerra Mundial (Filgueira, 2003), mas o início do desenvolvimento da cultura se deu com a vinda dos imigrantes japoneses, porém, somente para fins de consumo *in natura*.

O tomate apresenta dois seguimentos distintos, tanto na forma de cultivo quanto na comercialização. Tradicionalmente, as cultivares que apresentam cultivo rasteiro são destinadas a indústria de sucos, polpas e molhos prontos e o tomate de mesa, de cultivo tutorado ou envarado, é consumido de forma *in natura*. No Brasil, até 1970, as cultivares de tomate usados, tanto para fins industriais como para mesa eram do grupo Santa Cruz, com uma pequena produção do tomate caqui ou salada. A partir de então, foram introduzidos cultivares próprios para a indústria, pois, a qualidade industrial do Santa Cruz não era satisfatória (Embrapa, 2008).

Segundo Silva & Giordano (2000), a produção de tomate para indústria no Brasil se iniciou em Pernambuco, no começo do século XX. Entretanto, a cultura conseguiu se expandir a partir da década de 50 no Estado de São Paulo, viabilizando a implantação de várias agroindústrias. Na década de 80, ela expandiu-se na Região

Nordeste, especialmente em Pernambuco e no Norte da Bahia. Considerando as condições climáticas favoráveis existentes no Nordeste, imaginou-se a possibilidade de cultivar o tomateiro durante um maior período do ano, com a expectativa de evitar a formação de estoque de polpa e reduzir o período de ociosidade da indústria na entressafra. Portanto, os resultados desta inovação não foram satisfatórios, pois a partir de 1991, ocorreu redução da área plantada, provocada pela maior oferta de polpa no mercado internacional e pelo ataque severo da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta).*

Paralelamente a este acontecimento, a cultura foi conseguindo seu espaço na Região Centro-Oeste, onde nas áreas de produção existiam solos profundos, bem drenados, topografia plana, que facilitava a mecanização e permitiam o uso de grandes sistemas de irrigação. Outro fator que favorecia o cultivo do tomateiro nessa região era a baixa umidade relativa do ar e as temperaturas amenas, entre os meses de março a setembro (Silva & Giordano, 2000).

Em 2007, Goiás e Minas Gerais mantiveram uma produtividade média de 78 $t.ha^{-1}$ sendo responsáveis por 88,6 % da produção nacional. Em 2006, foi produzido 1,16 milhões de toneladas de frutos, em uma área de 14.900 hectares (Villas Bôas et al., 2007). Devido a esta produção, o Brasil ocupa atualmente o nono lugar entre os maiores produtores mundiais de tomate. Já em produtividade ($t.ha^{-1}$) o Brasil ocupa o terceiro lugar ficando atrás apenas dos Estados Unidos e Espanha (Agrianual, 2008).

2.2 ETIOLOGIA DA MANCHA BACTERIANA

Xanthomonas campestris pv. *vesicatoria (*Doidge) Dye, por muito tempo estabelecida como o agente causal da mancha bacteriana, foi descrita como uma bactéria gram-negativa que apresenta forma típica de bastonete que mede 0,7 – 1,0 X 2,0 – 2,4 µm, aeróbica, móvel por meio de um flagelo polar, pertence a família Pseudomonadaceae (Vale et al., 2004) e formadora de colônia amarela em meio de nutriente-ágar (Tokeshi & Carvalho, 1980). Segundo Garrity & Holt (2000), o gênero *Xanthomonas* pertence ao filo Proteoacteria classe “Gammaproteobacteria”, tendo sido esta nomeação feita de acordo com a moderna classificação filogenética de bactérias com base em comparação de seqüências nucleotídicas, principalmente do rRNA 165.

A relação entre taxonomia e evolução envolvendo os membros do gênero *Xanthomonas* associados com tomate e pimentão tem gerado controvérsias desde a sua

descrição original em 1921 (Jones et al., 2000). Jones et al (1998) relataram que a mancha bacteriana do tomate foi observada pela primeira vez, em 1914 no Sul da África e descrita em 1920 como cancro do tomate por Ethel Doidge. Na mesma época, Gardener & Kendrik descreveram uma doença similar nos Estados Unidos e se referiram a esta como mancha-bacteriana, denominação pela qual a doença é conhecida atualmente. Sendo assim, as duas doenças foram atribuídas a um patógeno por duas designações distintas: *Bacterium vesicatorium*, por Doidge, e *Bacterium extiosa*, por Gardner & Kendrick (1923). No mesmo período, Sherbakoff (1918) descreveu a mancha-bacteriana ocorrendo em pimentão.

Nos estudos de Gardner & Kendrick (1923) empregando vários testes determinativos para comparar *B. vesicatorium*, *B. exitiosa* e um isolado de pimentão originado na Flórida, concluíram que os três patógenos deveriam pertencer a uma única espécie de bactéria, capaz de causar doença em plantas de tomate e de pimentão. Devido à regra de prioridade da nomenclatura de bactéria, foi proposto a denominação de *Bacterium vesicatorium* Doidge (Gardner & Kendrick, 1923). Em 1925, o agente causal da mancha bacteriana passou a *Pseudomonas vesicatoria*, em 1930 a *Phytomonas vesicatoria* e em 1939, *Xanthomonas vesicatoria* (Jones et al., 1998) e em 1978, a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* por Dye (Jones et al., 2000).

Vauterin et al. (1990) e Stall et al. (1994), trabalhando independentemente, descobriram que *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* consistia de dois grupos geneticamente distintos denominados “A” e “B”. Por ocasião da reclassificação de várias espécies do gênero *Xanthomonas* proposta por Vauterin et al. (1995), à luz das diferenças detectadas em *X. campestris* pv. *vesicatoria*, foi também proposto devido a isso, as espécies, *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* e *X. vesicatoria*, para designar os grupos A e B, respectivamente (Jones et al., 1998).

Esta reclassificação foi motivo de questionamento, tendo Schaad et al. (2000), ainda sugerido o emprego do nome *X. vesicatoria* para o grupo A e *X. exitiosa*, para o grupo B, assim como foi descrita nos Estados Unidos em 1921.

Posteriormente, identificaram-se quatro grupos fenotípicos e três espécies geneticamente distintas. Estas incluem *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (grupos A e C), *Xanthomonas vesicatoria* (grupo B) e *Xanthomonas gardneri* (grupo D). Ressaltando-se que *X. gardneri* foi descrita inicialmente na Iugoslávia como *Pseudomonas gardneri* (Sutic, 1957), sendo considerada posteriormente como um sinônimo de *X.*

vesicatoria e elevada novamente à espécie com os trabalhos de Hildebrand et al. (1990) e Palleroni et al. (1993).

O grupo "C", por sua vez teve sua descrição na Flórida, a princípio pensavam que este grupo era o mesmo da raça T2. Em 1989 foram coletados vários isolados na Flórida e em outras partes do mundo e notaram que estes isolados induziam reação de hipersensibilidade na variedade H 7998. Entretanto, isolados do Brasil identificados como raça T2 não induziram reação de hipersensibilidade na variedade H 7998. Então a nova raça que surgia na Flórida não era a T2 e sim uma nova raça, denominada de T3 (grupo C) (Jones et al., 1995). Neste novo grupo pode ser observado um sintoma específico associado à doença, na qual a bactéria provoca além das manchas, buracos pequenos nas folhas (Jones et al., 2004).

Uma nova reclassificação foi proposta para o gênero Xanthomonas em 2004 por Jones et al. e que prevalece até hoje. Esta consiste na separação do gênero em quatro espécies, sendo que *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* passou a ser denominada de *X. euvesicatoria* (grupo A/raça T1); *X. vesicatoria* (grupo B/raça T2); como sugerido por Vauterin et al. (1995); *X. perforans* (grupo C/raças T3,T4 e T5) e *X. garneri* (grupo D/raça T2) (Jones et al., 2004).

Levantamento recente em campos comerciais de tomateiro para processamento industrial no Brasil foi realizado e indicou que as populações do Centro-Oeste brasileiro compunham-se principalmente de *X. gardneri* (grupo D/raça T2) embora *X. vesicatoria* (grupo B/raça T2), *X. euvesicatoria* (grupo A/raça T1) e *X. perforans* (grupo C/raça T3) estivessem também presentes, enquanto no Nordeste somente *X. euvesicatoria* (grupo A/raça T1) e *X. perforans* (grupo C/raça T3) tenham sido encontradas (Quezado-Duval et al., 2005). Segundo Mello (2007) as raças T4 e T5 não foram ainda relatadas no Brasil.

2.3 IMPORTÂNCIA, SINTOMAS E EPIDEMIOLOGIA DA MANCHA BACTERIANA

No Brasil, a mancha bacteriana foi relatada a primeira vez em 1959 por Ciccarone & Dowson em municípios do Estado de São Paulo (Rodrigues Neto, 1984). De acordo com Tokeshi & Carvalho (1980), a ocorrência em tomateiro era esporádica, sendo mais freqüente em pimentão. Passado algum tempo, esta doença se tornou uma das mais importantes do tomateiro, provocando perdas tanto em tomate para processamento industrial como para consumo *in natura*, principalmente quando cultivado em temperatura

acima de 25ºC (Lopes & Quezado-Soares, 1997). Em condições experimentais de campo, sob irrigação convencional, registrou-se uma redução de até 52% da produção de tomate para indústria devido à mancha bacteriana (Quezado-Soares et al., 1998). Atualmente, os principais problemas fitossanitários informados pelos produtores de tomate industrial no Estado de Goiás foram a mancha bacteriana, e as geminiviroses, consideradas as mais importantes (Villas Boas et al., 2007).

Os prejuízos causados por esta doença são devidos à redução da produtividade causada pela destruição da área foliar, derrubada de flores e frutos em formação. Nos frutos para comercialização ou consumo in natura, a doença compromete a qualidade, dificultando a sua comercialização. Já em tomate para processamento industrial a doença favorece um amarelecimento e a diminuição de sólidos solúveis (brix) nos frutos pela exposição direta ao sol, provocada pela diminuição da área foliar (Lopes & Quezado-Duval, 2005). Pode ocorrer também nas folhas uma secagem total provocadas pelo intenso ataque da doença (Vale et al., 2004).

Vários são fatores que contribuem para a importância da mancha bacteriana como: eficiência variável do controle químico, indisponibilidade de cultivares com resistência adequada, rápida disseminação nas lavouras em condições favoráveis para o patógeno e transmissão por sementes contaminadas (Lopes & Quezado-Soares, 2000).

A doença pode atacar todos os órgãos aéreos da planta, como folhas, caule, e frutos, podendo também aparecer nas flores e nos pecíolos. Nas folhas aparecem inicialmente lesões pequenas com tecido encharcado de forma circular ou irregular, que podem aumentar rapidamente o diâmetro devido à necrose do tecido, este diâmetro das lesões varia de 1 mm a 5 mm dependendo da umidade. As lesões apresentam coloração parda, de intensidade variável, freqüentemente localizada nas bordas ou ao longo dos ferimentos das folhas (Tokeshi & Carvalho, 1980). Geralmente se manifesta em folhas mais velhas, baixeiras e às vezes com o centro perfurado (Lopes & Quezado-Duval, 2005), característica dada a espécie que se denomina por *X. perforans* (Jones et al., 2004).

Segundo Filgueira (2003), o sintoma típico da doença ocorre nos frutos formando manchas circulares, marrons corticosas e com centro deprimido e bordas ligeiramente elevadas. Estas lesões iniciam com ponto escuro circundado por um halo branco, que desaparece à medida que a manha aumenta. Os sintomas no pecíolo, caule e partes florais ocorrem no início do desenvolvimento da doença, com pequenos pontos esbranquiçados, que se confundem com os do cancro-bacteriano. À medida

que as lesões crescem, tornam-se corticosas, com as bordas ligeiramente elevadas. O ataque destas lesões no ponto de inserção do fruto ao pedúnculo pode levar a queda do fruto. As lesões também provocam quedas de flores (Lopes & Quezado-Duval, 2005).

Os sintomas iniciais da manha bacteriana em tomateiro são normalmente comuns serem confundidos com outras doenças como: pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), mancha-de-estenfílio (*Stemphyllium solani*), pinta-preta (*Alternaria solane*) e septoriose (*Septoria lycopersici*). Sendo assim, é recomendado exame laboratorial para o diagnóstico correto da doença (Lopes & Quezado-Duval, 2005).

A macha bacteriana encontra condições ideais para seu desenvovimento, em temperaturas entre 20 ºC a 30 ºC (Lopes & Santos, 1994). No entanto, a doença é favorecida por temperaturas entre 22 ºC a 28 ºC e umidade relativa entre 95% a 100%, associada com presença de água livre (Marcuzzo, 2008). Foi verificado que a rápida disseminação do patógeno tem ocorrido em condições de temperaturas elevadas, precipitação e irrigação por aspersão, associadas com vento que dispersam partículas de solo e respingos de chuva e de irrigação (Lopes & Quezado-Duval, 2007). Sendo assim, alta umidade relativa do ar e regiões onde ocorrem orvalho na superfície foliar são favoráveis ao surgimento de epidemias da doença (Vale et al., 2004) e facilita a penetração da bactéria na planta, que ocorre através de estômatos, ferimentos provocados por equipamentos ou partículas do solo movimentado pelo vento.

A doença (mancha bacteriana) é disseminada por respingos de água a curta distância, por mudas, ou sementes infectadas (Lopes & Quezado-Duval, 2005). Outra forma de disseminação seria o próprio homem por meios dos implementos por ele utilizados e sua movimentação dentro da área. Sendo que este tipo de contaminação é mais provável quando as plantas estão molhadas, pois as bactérias precisam de água livre nos processos de sobrevivência e infecção. Segundo os autores a disseminação da doença pode ocorrer por células bacterianas que saem das folhas por impactos das gotas de água, sendo transportadas pelo vento gotículas contaminadas, a uma distância ainda não conhecida (Lopes & Quezado-Duval, 2007).

Segundo Lopes & Quezado-Duval (2007), as fontes de inóculo para o início de epidemias de mancha bacteriana são as sementes contaminadas, as plantas de tomate originadas do ciclo anterior, lavouras mais velhas em plantios escalonados, restos de culturas e plantas daninhas.

A importância das sementes como fonte de inóculo primário das epidemias de mancha bacteriana é indiscutível (Quezado-Duval, 2006b) e tem sido exaustivamente relatada, sendo certamente a principal maneira de disseminação a longas distâncias (Lopes & Quezado-Duval, 2007). A doença pode sobreviver por até dez anos em sementes de tomate e pimentão (Bashan et al., 1982)

As sementes podem ser contaminadas durante o processo de extração, no momento em que as sementes ficam em contato direto com as lesões presentes nos frutos (Gardner & Kendrick, 1921), uma vez infectado o patógeno pode estar localizado na superfície e/ou no interior das células (Marigoni & Kurozawa, 1994).

Segundo Quezado-Duval (2006 b) a dificuldade em relação à detecção do patógeno em sementes reside principalmente na baixa concentração de células bacterianas no interior dos frutos bem como em problemas de amostragem de lotes de sementes.

As “plantas voluntárias” ou “tigüeras”, também tornam uma importante fonte de disseminação da doença. Os cultivos na região do Centro-Oeste ocorrem em uma mesma área uma vez por ano, em alternância com apenas um ciclo de lavoura com gramínea, geralmente milho, este fato tem propiciado a ocorrência de “plantas voluntárias” de tomate no início da lavoura comercial. Experimentos foram realizados nesta região e observaram que a ocorrência de uma espécie comum da mancha bacteriana entre plantas voluntárias e posteriormente plantas da cultivar, evidencia as plantas voluntárias como inóculo inicial. Esta observação revela a necessidade de realizar uma rotação de cultura e a eliminação de plantas hospedeiras da doença (Silva et al., 2007).

Outra fonte de inóculo inicial são as populações de bactérias epifíticas. Estas populações podem desenvolver na superfície das folhas sem causar sintomas da doença no hospedeiro (Hirano & Upper, 1983; Beattie & Lindow, 1995). Segundo Silva & Lopes, (1994) populações epifíticas foi encontrados em tomateiro com a bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*. De acordo com Kimura (1981), as fitobactérias têm capacidade de multiplicar à custa de exsudados do hospedeiro sem infectá-lo, e assim o inóculo presente é suficiente para o surgimento de uma epidemia como no caso da mancha bacteriana (Leben, 1963; Schuster & Coyne, 1974).

2.4 MEDIDAS DE CONTROLE

O controle da mancha bacteriana é realizado por meio de um conjunto de medidas, embora, uma vez ocorrendo na lavoura sob condições climáticas favoráveis, seu

controle torna-se mais difícil. Assim, como para outras doenças bacterianas, em vários patossistemas medidas preventivas devem ser tomadas (Lopes, 2000). Segundo Quezado-Duval (2006b) o controle da mancha bacteriana envolve quatro áreas principais: resistência genética varietal; detecção dos agentes causadores em sementes e mudas; tratamento de sementes e controle químico.

2.4.1 Medidas Fitossanitárias

A adoção de medidas fitossanitárias é essencial para o controle de bacterioses em hortaliças, porque envolve vários cuidados desde a escolha da área de plantio até a colheita. Isto requer uma orientação técnica para a lavoura e um monitoramento constante, visando basicamente evitar a entrada do patógeno na área e, quando já presente evitar que o patógeno encontre condições favoráveis de infecção, multiplicação e disseminação (Lopes, 2000).

Entre as medidas fitossanitárias pode-se citar: Plantar sementes de boa qualidade, certificada e/ou adotando-se algum tratamento térmico ou químico (Marigoni & Kurozawa, 1994), plantar mudas sadias, principalmente se as condições climáticas forem favoráveis ao desenvolvimento da doença; plantar cultivares menos suscetíveis; plantar em áreas bem ventiladas e pouco sujeita à formação de orvalho; evitar plantios próximos as lavouras de tomate e pimentão; evitar a irrigação por aspersão que favorece a disseminação e o desenvolvimento da doença, quanto não for possível mudar, fazer irrigação pesada e espaçada, em vez de freqüentes; no caso de tomate *in natura* evitar ferimentos nas plantas durante os tratos culturais; lavar e desinfetar implementos que tenham tido contato com plantas doentes; incorporar restos culturais; fazer rotação de culturas, de preferência com gramíneas entre outras (Lopes & Quezado-Duval, 2005).

2.4.2 Resistência genética

A resistência genética para o controle de doenças de plantas tem sido realidade para muitos patossistemas, como no caso da pinta-bacterina (*Pseudomonas syringae pv. Tomato*), mancha-de-estenfílio (*Stemphylium solani* e *S. lycopersici*), mancha-de-cladospório (*Fulvia fulva*) entre outros (Lopes & Quezado-Duval, 2005). O desenvolvimento de

variedades resistentes para a mancha bacteriana tem sido dificultado pela complexidade do agente causal, com o reconhecimento de várias raças (T1, T2, T3, T4 e T5) e a recente descrição de espécies (Jones et al., 2004), bem como pela natureza quantitativa da resistência encontrada em algumas fontes (Scott & Jones, 1989; Wang et al., 1994; Silva-Lobo et al., 2005; Mello, 2007).

Segundo Scott & Jones (1989), foi verificada resistência em Hawaii 7998 à raça T1 (= *X. euvesicatoria*/T1/grupo A), causando reação de hipersensibilidade. Para a raça T2, podendo tratar-se de *X. vesicatoria* ou *X. gardneri*, quando considera-se a nova proposição de espécies (Jones et al., 2004), o primeiro relato no Brasil foi em 1986. Como a raça T1, essa raça tem sido encontrada em todos os continentes (Quezado-Duval, 2006 b) e para ela não se conhece o tipo de herança e nem fontes de resistência raça-específica e qualitativa (completa). Em estudos preliminares, 'Ohio 8245' apresentou níveis quantitativos de resistência a essa raça T2 (Silva-Lobo, 2000).

A resistência à raça T3, descoberta na Flórida em 1991, foi observada em Hawaii 7981, uma linha irmã do Hawaii 7998, a resistência nesta linha é controlada por um gene de dominância incompleta denominado *Xv-3* e apresenta reação de hipersensibilidade (Scott et al., 1996). Resistência a raça T3 também foram encontrados nos genótipos PI128216 e PI 126932. Já o genótipo PI 114490 mostrou-se resistentes as raças T2 (*X. vesicatoria*) e T3 (*X. perforans*) (Quezado-Duval, 2006 b).

O plantio de cultivar resistente é, sem dúvida, a maneira econômica de se controlar doenças de plantas. Em se tratando da manha bacteriana, no entanto, a resistência encontrada é, ou raça-específica, ou parcial. Portanto, medidas adicionais de controle seriam desejáveis (Lopes, 2000).

2.4.3 Controle químico

O controle químico das bacterioses tem sido realizado por meio de pulverizações com fungicidas à base de cobre (que também possuem ação bactericida) e com antibióticos (Lopes & Quezado-Soares, 1997). Estes produtos por serem os primeiros a serem utilizados no controle da mancha bacteriana, podem ser considerados como produtos tradicionais. Atualmente, outras moléculas estão sendo testadas no controle

da mancha bacteriana, sendo que algumas já detém registro para a cultura do tomateiro no Brasil, com indicação específica e outros registrados para a cultura do tomateiro, mas não específico para mancha bacteriana. Segundo Quezado-Duval, (2006, a) a eficiência destas moléculas, ainda precisa ser melhor avaliada em nossas condições, estabelecendo-se o início e o número de aplicações mais adequado.

2.4.3.1 Produtos tradicionais

2.4.3.1.1 *Fungicidas a base de cobre*

Os fungicidas a base de cobre são encontrados nas formulações comerciais sobre quatro categorias, os sulfatos básicos, oxicloretos, óxidos e hidróxidos. Produtos registrados para controle de bacterioses existem nas quatro categorias, porém, devido a diferenças de formulações e presença ou ausência de adjuvante, recomenda-se estudos conclusivos sobre a eficiência desses produtos (Lopes, 2000).

O cobre atua na proteção do tecido vegetal contra infecção por bactérias e na redução da população bacteriana na superfície foliar, por sua propriedade biocida. Entretanto, são necessárias várias aplicações de cobre para alcançar controle adequado de doenças bacterianas (Leite Júnior, 2000). Por outro lado, uma das vantagens atribuídas ao uso do cobre para o controle de doenças bacterianas, quando comparado aos antibióticos, seriam a maior eficiência e persistência, além de serem relativamente baratos e facilmente encontrados no mercado (Lopes & Quezado-Soares, 1997).

Estes produtos também possuem algumas desvantagens como, fitotoxidade e impacto ambiental, pois íons de cobre não são degradados no solo e podem acumular para altos níveis em locais com uma história de cobre intensivo (Koller, 1998). Além disso, a seleção aparecimento de populações de bactérias resistentes aos produtos a base de cobre pode comprometer a sua eficiência.

O primeiro relato de resistência ao cobre foi feito na Flórida. Marco & Stall (1983) observaram a ineficiência de produtos à base de cobre no controle da mancha bacteriana e relataram pela primeira vez a ocorrência de estirpes de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* resistentes ao cobre. Entretanto, resistência a esse princípio ativo deveria existir nas populações bacterianas antes deste relato, já que isolados obtidos em 1968 também mostram-se resistentes (Cooksey, 1990). Posteriormente, relatos de

resistência ao cobre em isolados de bacterioses foram encontrados em vários locais: No México, Itália, EUA, Caribe, na América Central, entre outros (Quezado-Duval, 2003).

No Brasil, foram encontrados isolados de *Xanthomonas* spp. resistentes ao cobre associados à mancha-bacteriana do tomateiro e do pimentão originados, principalmente, dos Estados do Rio de Janeiro e de São Paulo (Aguiar et al., 2000). Em isolados de *Xanthomonas* spp de tomate industrial também foi encontrado resistência ao cobre, porém, em uma concentração mais baixa de 50 µg/ml, já na concentração 200 µg/mL nenhum isolado de *Xanthomonas* spp. utilizado no ensaio foi resistente ao cobre (Quezado-Duval et al., 2003).

Vários mecanismos têm sido sugeridos para explicar a resistência ao cobre em bactérias fitopatogênicas, como o controle da entrada de cobre e o seu manejo no interior da célula e o seqüestro do cobre por proteínas presentes no espaço periplasmático e na membrana externa da célula bacteriana (Cooksey, 1993). No entanto, tanto em bactérias fitopatogênicas como saprófítas, a resistência ao cobre pode ser medida por genes encontrados em plasmídios ou no cromossomo (Cookseky, 1990).

Segundo Marco & Stall (1983), o emprego de fungicidas do grupo dos etilenobisditiocarbamatos, como o mancozeb, em mistura com compostos cúpricos tem mostrado eficiência no controle de linhagens de *Xanthomonas* spp. que apresentam resistência ao cobre. Os autores constataram também que a combinação de fungicidas cúpricos e etilenobisditiocarbamatos no controle de doenças bacterianas mostraram ser superior quando comparado à utilização do cobre sozinho. A explicação para este fenômeno é que os carbamatos quelados de cobre previnem que parte deste elemento seja complexado por substâncias orgânicas na superfície foliar, resultando em maior concentração de cobre disponível para controlar a população bacteriana. Embora o mancozeb possa exercer certo controle em bactérias, hipoteticamente devido ao zinco na sua formulação (Lopes, 2000).

2.4.3.1.2 *Antibióticos*

Antibióticos, segundo Waksman (1945) citado por Takahashi & Lucas (2008), são substâncias produzidas por microrganismos que, atuando em baixas concentrações, inibem o crescimento e, ou, a multiplicação de outros microrganismos. De acordo com Romeiro (2005), os dois modos básicos de ação de antibióticos contra microrganismos são:

1. Similaridade estrutural com substratos e enzimas – atuam em razão de apresentarem similaridade estrutural a substrato de algumas importantes enzimas bacterianas, certos antibióticos exercem ação competitiva por se ligarem ao centro ativo da enzima em vez de ao substrato propriamente dito;

2. Interferência com modelos celulares e estruturais – nesta ação, não existe similaridade estrutural com substratos de enzimas. Passos em rotas metabólicas ou fases de síntese de certas estruturas bacterianas vitais são bloqueados ou inibidos.

Os antibióticos agrícolas registrados no país para uso em hortaliças são formulações à base de kasugamicina, estreptomicina ou mistura de estreptomicina e tetraciclina. No entanto, os princípios ativos que estão contidos nos produtos registrados no Brasil para o controle da mancha-bacteriana são os antibióticos, estreptomicina e oxitetraciclina (Lopes & Quezado-Soares, 1997).

O estreptomicina é um princípio ativo de amplo espectro, de ação bactericida, muito solúvel em água, produzido por uma bactéria de solo, *Streptomyces griseus* (Lopes, 2000), pertence à classe de antibióticos conhecidos como aminoglicosídeos, a qual engloba compostos que exibem atividade contra o crescimento de bactérias aeróbias gram positivas e gram negativas, incluindo a maioria das espécies de *Pseudomonas*. Os aminoglicosídeos são antibacterianos cujo efeito primário é a inibição irreversível da síntese protéica bacteriana (Bennett, 1996), podendo atuar tanto no início da síntese de proteína, por bloquear a formação do complexo iniciante (associação do aminoacil – tRNA aos ribossomoas), como interferindo na leitura correta do código genético, o que causa a incorporação de aminoácidos diferentes dos esperados, resultando numa enzima inativa ou não funcional (Romeiro, 2005).

De acordo com Lopes (2000) nos EUA, cerca de 60% do seu uso é dirigido ao controle de *Erwinia amylovora* em maça e pêra. Em Hortaliças, o seu uso é insignificante, com menos de 1% aplicado em tomate e menos de 1 % em pimentão, do total de 30 a 60 toneladas aplicadas por ano. Ao contrário do Brasil, sua aplicação em hortaliças nos EUA não é permitida em campo, restringindo-se à pulverização em viveiros de mudas e tratamento de batata-semente. Além disso, o rótulo do produto traz a informação de que é proibida a entrada de pessoas em viveiros tratados com estreptomicina por um período de 12 horas após a pulverização.

A oxitetraciclina é um antibiótico de ação bacteriostática, produzido por várias espécies de *Streptomyces*. Por apresentar ação somente bacteriostática e ser instável, a

aplicação deste produto tem que ser repetida várias vezes, embora seja o único antibiótico capaz de se translocar no floema das plantas. Seu uso nos EUA não abrange nenhuma hortaliça, sendo feito principalmente para o controle de *Xanthomonas arboricola* em pêssego e nectarina e para o controle de *Erwinia amylovora* em maçã e pêra (Lopes, 2000).

Segundo Lopes & Quezado-Soares (1997), os antibióticos agrícolas quando aplicados preventivamente, são mais eficientes, porém, esta eficiência diminui à medida que a doença se instala e as condições climáticas se tornam muito favoráveis à doença. A aplicação e maneira repetida e freqüente leva à seleção e predominância, na população bacteriana, de indivíduos com resistência aos princípios ativos, fazendo com que estes produtos percam a eficiência. No entanto, vários relatos demonstram a baixa eficácia da estreptomicina e dos produtos cúpricos, tanto em lavouras de tomate (Goode & Sasser, 1980; Maringoni et al., 1986), como de pimentão (Marco & Stall, 1983). Já para oxitetraciclina relatos de resistência ao gênero *Xanthomonas* ainda não foram encontrados (Spotts & Cervantes, 1995).

Ensaios realizados no Brasil com vários isolados de *Xanthomomas* obtidos de plantas de lavouras de tomate para processamento industrial, também confirmam que nenhum isolado foi resistente a esse antibiótico (Quezado-Duval et al., 2003), porém, isolados de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* resistentes foram detectados em pomares de pêras em Oregon, EUA (Spotts & Cervantes, 1995), e também de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* em lavouras de tomate para processamento industrial no Brasil (Silva & Lopes, 1995). Ressalta-se que na Itália, onde o uso desse antibiótico não é permitido, nenhum isolado resistente dentre os obtidos de pimentão foi detectado (Buonaurio et al., 1994).

De acordo com Quezado-Duval et al. (2003), o aparecimento de isolados resistentes a esses princípios ativos é apontado pelos autores como a principal causa dessa baixa eficácia dos antibióticos.

Por outro lado, o problema também parece residir na ausência de absorção do antibiótico pelas plantas, no caso do sulfato de estreptomicina sendo altamente solúvel em água, assim, como da chuva e irrigação por aspersão, o produto é lavado, caso ao contrario o produto seria efetivo, funcionando como protetor (Romeiro, 2005). Baseado nestas informações o uso deste produto para tomate industrial, no Centro-Oeste não seria muito promissor, nos períodos chuvosos e nos plantios irrigados via pivô.

2.4.3.2 Outras moléculas

No mercado nacional, com registro no MAPA e indicação para certas doenças bacterianas de hortaliças, o que há de mais recente é a molécula acibenzolar-S-metil, que é um indutor de resistência da própria planta, e os cloretos de benzalcônio, que são amônias quaternárias (Quezado-Duval, 2006a).

Outro produto seria os fosfitos que tem sido testado no controle da mancha bacteriana por possuírem ação direta e indireta em fungos (Nascimento et al., 2008). A molécula famoxadona (Quezado-Duval, 2006a), que tem apresentado resultados promissores nos EUA para o controle da mancha-bacteriana e da pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae*) (Shepherd et al., 2004). O produto metiram + piraclostrobina que é registrado para os fungos *Phytophthora infestans* e *Septoria lycopersici* no tomateiro e os bacteriófagos (vírus que infectam bactérias), porém, estes não possuem registro no Brasil, só nos EUA (Quezado-Duval, 2006b).

2.4.3.3 Indução de resistência

A indução de resistência em plantas a patógenos é conhecida desde 1901 (Kessmann et al., 1994). Porém, somente em 1961, Ross foi o primeiro a pesquisar em detalhe a ocorrência de indução de resistência em plantas de fumo (Ryals et al., 1994). Acredita-se que este trabalho veio despertar a atenção de outros pesquisadores para compreender de forma efetiva de tal fenômeno. Além disso, foi através desse trabalho, que resultou na concepção do termo “resistência sistêmica adquirida” (systemic acquired resistance - RSA ou RAS) (Ryals et al., 1996).

A resistência sistêmica adquirida (RSA) ocorre naturalmente e consiste em um importante mecanismo de defesa das plantas contra doenças, agindo pela estimulação de resistência sistêmica duradoura e de amplo espectro após a infecção por patógenos que causam necrose (Moraes, 1998). Ou seja, a produção de um sinal liberado a partir de uma folha infectada por um patógeno que provoca necrose e a translocação deste sinal para outras partes da planta, induzindo reações de defesa, seria a explicação do fenômeno resistência sistêmica adquirida (RSA) (Van Lonn, 1997).

Por outro lado, um interessante fato de resistência adquirida foi descrito utilizando-se rizobactérias promotores de crescimento vegetal (RPCV) colonizando a rizosfera. RPCV aplicadas ao solo permanecem localizadas na superfície radicular e podem induzir resistência nas folhas ou caule. Esta forma de resistência onde o indutor não

provoca sintomas como necrose no local do tratamento, mas que protege sistemicamente as plantas, é comumente denominada de resistência sistêmica induzida (RSI) (Pieterse et al., 1996)

Estes dois termos, resistência sistêmica adquirida (SAR) e indução de resistência (ISR), apesar de parecerem sinônimos, pesquisadores contemporâneos (Van Loon et al., 1998; Romeiro, 1999), concordam que SAR e ISR são fenômenos distintos (Tabela 2.1).

Para estes autores, SAR e ISR diferem-se quanto à forma pela qual são induzida e desencadeada, uma vez que estes são governados por mecanismos bioquímicos diferentes. Entretanto, como resultado fenotípico final, ambos se expressam sob a forma de indução de resistência. Assim, tem-se assumido que a RSA envolve o acúmulo de proteínas-RP (relacionadas com a patogênese) como mecanismos induzidos de defesa da planta, sendo sua indução salicilato-dependente, podendo resultar em alterações visuais (necrose, por exemplo) na planta que sofreu indução e geralmente induzida por patógenos ou ativadores químicos. No caso de RSI, não há acúmulo de proteínas-RP, a planta que sofreu indução não exibe alteração, o agente indutor é usualmente um microrganismo não patogênico e sua indução não é salicilato-dependente, parecendo haver outra rota de sinalização associada a jasmonatos e etileno (Bonaldo et al., 2005).

Tabela 2.1. Diferenças básicas entre Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) e Resistência Sistêmica Induzida (RSI).

Critério	RSA	RSI
Acúmulo de PRs	Sim	Não
Rota de sinalização	Salicilato, principalmente	Etileno e Jasmonatos
Alterações visuais na planta	Sim	Não
Eliciador (es)	Patógenos e produtos químicos	Não-patógenos (Rizobactérias, ferimentos)
Amplitude da indução	Parcial	Generalizada

Fonte: Bonaldo et al. (2005).

Tem sido demonstrado que a RSA resulta na ativação de diferentes mecanismos bioquímicos de resistência, entre esses, estão a alteração da parede vegetal pelo depósito de calose e lignina, o aumento na atividade de enzimas, por exemplo, fenilalanina amônia-liase, chalcona isomerase e peroxidases ou, ainda o acúmulo de proteínas relacionadas à patogênese e fitoalexinas (Moraes, 1998). Semelhantemente, os mecanismos de defesa

ativados pela RSI por rizobactérias, incluem a sintese de fitoalexina, aumento na atividade de peroxidade e lignina, e acúmulo de calose e de compostos fenólicos junto a parede celular. Sendo assim, todas essas alterações que podem acontecer na estrutura da parede celular após uma infecção podem contribuir para resistência, seja bloqueando diretamente o ingresso do patógeno ou por atrasar o processo de penetração permitindo a planta ativar outros mecanismos de defesa (Di Piero, 2003).

Segundo Bonaldo et al. (2005), a indução de resistência, ou indução de proteção, imunidade adquirida ou resistência adquirida, envolve a ativação dos mecanismos latentes de resistência de uma planta, e estes mecanismos podem ser ativados por tratamentos de agentes bióticos (microrganismos viáveis ou inativos) ou abióticos (indutores químicos e físicos).

Quando as plantas, após serem expostas a estes indutores de resistência (agentes bióticos ou abiótico), ficam protegidas contra patógenos, podendo induzir o acúmulo sistêmicos de proteínas-RP mesmo antes do contato da planta com o patógeno desafiador (Di Piero, 2003). No entanto, não se pode confirmar facilmente que tenha ocorrido indução de resistência (Van Loon et al., 1998). Pois, os agentes bióticos ou abióticos tanto pode estar induzindo resistência como atuando diretamente sobre o patógeno ou até mesmo realizando os dois processos ao mesmo tempo (Steiner & Schönbeck, 1995; Sticher et al., 1997; Whipps, 1997; Van Loon et al., 1998).

De acordo com Kessmann et al. (1994), um composto químico para ser um ativador de RSA, deve apresentar, no mínimo, três característica: primeira, o composto ou seus metabólicos não devem exibir atividade antimicrobiana direta; segunda, o produto deve induzir resistência sistêmica contra o mesmo aspecto de patógenos que RSA ativada biologicamente e terceira, o produto deve induzir à expressão dos mesmos genes marcadores, conforme SAR ativada por patógenos.

Estudos realizados por Ruess et al. (1997) citados por Silva (2002), demostraram que o acibenzolar-S-metil e seus metabólitos não apresentaram atividade direta contra os patógenos estudados; protegeu a planta contra o mesmo espectro de patógenos como na ativação biológicas e notaram também um tempo mínimo entre a aplicação e a resposta produzida pela planta.

O acibenzolar-S-metil (ASM) foi apontado como um dos mais promissores indutores de resistência vegetal. E após anos de pesquisas o desenvolvimento dessa molécula permitiu a obtenção de um indutor registrado comercialmente no mercado sob as

marcas Bion®, Actigard® (Bonaldo et al., 2005) e Boot® (Ishida et al., 2005) constituindo-se no primeiro representante de uma geração de protetores de plantas eficientes na indução de resistência (Bonaldo et al., 2005).

2.4.3.3.1 *Acibenzolar-S-metil (Bion®)*

A molécula do produto é um éster S-metil do ácido benzo (1,2,3) tiadiazole-7-carbotióico (acibenzolar-S-metil, ASM) e um benzotiadiazole análogo do ácido salicílico. Da mesma forma que o ácido salicílico (AS), ASM é um ativador químico de resistência. No entanto o ASM não apresenta fitotoxidez para a maioria das plantas cultivadas como o ácido salicílico apresenta. Devido a isto, o ASM se constituiu no primeiro ativador de plantas sintético de RSA disponível, tendo sido liberado para a comercialização na Europa com o nome do Bion® e nos Estados Unidos como Actigard® (Di Piero, 2003). No Brasil, conhecido como Bion®, o produto foi registrado junto ao MAPA, para proteção contra doenças bacterianas em tomateiro, *Crinipellis perniciosa* em mudas de cacau e *Xyllela fastidiosa* em mudas de citros (Silva, 2002).

A ação ativadora do ASM tem sido observada em diversas trabalhos como por exemplo, induziu o aumento da síntese de uma fitoalexina (cumarina) em cevada. Em outro trabalho aumentou a autoflurescência localizada nos sítios de penetração (halo e papila) diminuindo a penetração do fungo *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, sugerindo que o mecanismo de resistência nessa interação estaria relacionado a um rápido acúmulo de compostos fenólicos nos sítios de penetração. Em plantas de *Vigna unguiculata* inoculadas com *Colletotrichum destructivum*, após aplicação com ASM, houve aumento nas atividades de duas enzimas-chaves na via de fenilpropanóides, que levou a um acelerado acúmulo de substâncias do grupo dos flavonóides, kievitonas e faseolidina (Sobrinho & Ferreira, 2005).

Em pimentão, ensaios em campo, mostraram que o ASM foi efetivo no controle da mancha bacteriana, induzindo a resistência sistêmica em cultivares com nenhum gene de resistência, quanto naquelas com genes maiores de resistência. A resistência induzida apareceu aos três dias após a aplicação de ASM e permaneceu por duas semanas. Quanto à produtividade, o tratamento com ASM foi melhor comparado com a testemunha, mas produziu menos quando comparado ao tratamento padrão (cobre e maneb). Também foi observado, um efeito negativo na produção quando o ASM foi aplicado intensivamente

(oito aplicações durante o ciclo da cultura, semanalmente), este efeito foi conseqüência da redução do número de gemas florais e do atraso na maturação de frutos (Romero et al. 2001).

Em tomate a severidade da mancha bacteriana nas plantas tratadas com ASM foi reduzida, em média, 56,27 % em relação às plantas não tratadas (Silva, 2002). Reduções significativas na severidade da mancha bacteriana do tomateiro em plantas tratadas com ASM também foram observadas por Inbar et al. (1998). Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2000) quando avaliaram o efeito de épocas e modo de aplicação do ASM na proteção contra essa doença.

Aplicações do ASM em diferentes variedades de tomateiro (Agriset 761, Rutgers, Solar Set, Sun Leaper, Oh 7814, Peto 692, Sunbeam e Heinz 9478) visando o controle da mancha bacteriana, foram realizados por Louws et al. (2001). Foram observados uma proteção pelo ASM em relação à testemunha com severidade variando de 36,3% na cultivar Sunbeam a 67,95% na Heinz 9478. Já em cultivares de tomate para processamento industrial, a proteção média proporcionada pelo ASM foi de 58,64%, variando entre 52,93% para Hypeel 108 e 64, 18 para Heinz 9665 (Silva et al., 2001). A variação na proteção conforme a cultivar avaliada, infere que a resistência induzida pelo ASM é dependente de genótipos, sendo assim, o produto pode conferir maior ou menor proteção em determinadas cultivares (Silva, 2002).

Também foi observado a interação do acibenzolar-S-metil com aplicação de bacteriófagos, resultando no controle da doença significativamente melhor que a aplicação do acibenzolar-S-metil e bacteriófagos aplicados sozinhos (Balogh, 2002). Bacteriófagos (fagos) são vírus que especificamente infectam bactérias, é considerado um importante agente do controle biológico para o manejo de mancha bacteriana em tomate (Flaherty et al., 2000).

2.4.3.3.2 *Fosfitos*

São compostos originados da neutralização do ácido fosforoso (H_3PO_3) por uma base (hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, hidróxido de amônio entre outros) (Reuveni, 1997). Atualmente, no Brasil estes produtos estão sendo comercializados como fertilizantes, que possuem ação no controle de várias doenças, principalmente fungos.

Segundo Guest & Grant (1991), o fosfito de potássio inibe o crescimento dos esporos dos fungos agindo como uma toxina direta sobre o patógeno e também

possuem ação indireta no controle de patógenos, estimulando a formação de substância natural de auto defesa da planta (Dercks & Creasy, 1989) induzindo a produção de fitoalexinas (Reuveni, 1997).

Tem sido observada a produção acelerada de fitoalexinas em plantas protegidas por fosfitos e fosetyl-Al, o que vem reforçar sua eficácia no controle de determinadas doenças (Dercks & Creasy, 1989). Estudos com eucalipto inoculado com *P. cinnamomi* demostram que o efeito do fosfito no controle do patógeno foi determinado pela concentração de fosfito na interface do patógeno-hospedeiro. O desenvolvimento das lesões foi reduzido quando as concentrações do fosfito eram mais baixas, e notou-se um aumento significativo de enzimas de auto defesa do hospedeiro. Quando a concentração de fosfito nas raízes foi aumentada, as defesas do hospedeiro permaneceram inalteradas e o fosfito pareceu agir diretamente na inibição do crescimento do patógeno, que antes era capaz de estabelecer uma associação com o hospedeiro (Jackson et al., 2000).

Förster et al. (1998) avaliaram o efeito do fosfito em plantas de tomate e de pimentão e a suscetibilidade do pimentão à *Phytophtora*, comparando o fosfito com o fosfato. Os autores observaram que no tratamento em que foi usado fosfito, o peso seco das raízes, a área foliar e o crescimento do caule foram menores quando comparados com as plantas adubadas com fosfato. Também foi notado que as plantas continuavam apresentando sintomas de deficiência de fósforo quando tratadas com fosfito. Em relação à *Phytophtora*, a incidência da doença no sistema radicular das plantas de pimentão inoculadas foi significamente reduzida com o uso do fosfito, comparado ao tratamento sem fósforo e ao tratamento com utilização do fosfato.

Foram realizados dois ensaios a campo com aplicações de diversos fosfitos: O primeiro com tomate para processamento industrial e o segundo foi com tomate de mesa. Foi observado que as diferentes formulações de fosfitos não influenciaram na produtividade nos experimentos e também não aumentaram o teor de sólidos solúveis. Houve uma tendência de redução da severidade da *X. campestris* pv. vesicatoria no primeiro ensaio, e redução na incidência de *Erwinia* spp., no segundo ensaio com o uso de fosfitos. A eficiência dos produtos no controle de Erwinia chegou até 89%. Já para *P. infestans* os produtos testados no segundo ensaio não reduziram a severidade, que aumentou ao longo do periodo de avaliação (Nascimento et al., 2008).

2.4.3.3.3 *Cloreto de benzalcônio (Fegatex®)*

Fegatex é um fungicida e bactericida elaborado a base de cloretos de benzalcônio (N-Cloreto Alquil Dimetil Benzil Amônio e N-Cloreto Alquil Dimetil Etil Benzil Amônio), do grupo químico quaternários de amônio que age por contato e induz à resistência localizada (CIETEC, 2008). Segundo Ishilda et al. (2005), este produto tem sido estudado no controle das doenças fúngicas do cafeeiro e no controle de doenças bacterianas do tomateiro.

Foram realizados alguns estudos comparando a eficiências de fungicidas (oxicloretos de cobre, acibenzolar-S-metil e cloreto de benzalcônio) e antibióticos (kasugamicina) sobre a mancha angular do algodoeiro causada pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*. Foi observado *in vitro* que o cloreto de benzalcônio inibiu o crescimento da bactéria em todas as concentrações testadas comprovando seu efeito bactericida. Entretanto não houve efeito inibitório dos demais produtos mesmo nas maiores concentrações. Já em casa-de-vegetação somente com uma aplicação, verificou que todos os produtos reduziram a severidade da mancha angular quando comparados com a testemunha, mas somente o acibenzolar-S-metil e o cloreto de benzalcônio diferiram significativamente da testemunha (Ishilda et al., 2005).

Ensaios *in vitro*, em casa-de-vegetação e no campo, com tomateiro para processamento industrial também foram realizados para verificar a eficiência do Fegatex® no controle da mancha bacteriana. Foi obsevado que o produto comercial Fegatex® tem ação de inibição *in vitro* sobre o crescimento de alguns isolados de *X. vesicatoria, X. euvesicatoria*, *X. gardneri* e *X. perforans*. Em casa-de-vegetação, observou-se uma redução da severidade da doença em relação à testemunha inoculada com *X. gardneri* e não tratada com o produto. O melhor controle foi observado quando o Fegatex® foi aplicado imediatamente antes da inoculação. Em campo, devido à ocorrência de outras doenças foliares como a requeima, a septoriose e a pinta-preta, avaliou-se o aspecto de sanidade geral das parcelas, mas não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos, portanto, quando o Fegatex® foi aplicado antes da inoculação apresentou controle significativo em relação à testemunha. O uso de amônia quaternária para o controle de doenças bacterianas não é muito estudado (Souza, 2006).

2.5 REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2008. **Anuário da agricultura brasileira.** São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2008. p. 479-484.

AGUIAR, L.A., KIMURA, O., CASTILHO, A.M., CASTILHO, K.S.C., RIBEIRO, R.L.D., AKIBA, F. & CARMO, M.G.F. Resistência ao cobre em isolados nacionais de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* de pimentão e tomateiro. **Agronomia,** Seropédica, v. 34, n. 1, p. 78-82, 2000.

AMARAL, J**. Rendimento e Produtividade são os diferenciais da BASF no Congresso de Tomate Industrial, em Goiânia (GO), 2008**. Disponível em: <http://www.basf.com.br/default.asp?id=4770>. Acesso em: 21 jan. 2008.

BALOGH, B. **Strategies for improving the efficacy of bacteriophages for controlling bacterial spot of tomato**. 2002. 74 f. Thesis (Master's Theses)-UNIVERSITY OF FLORIDA, Gainesville, 2002.

BASHAN, Y.; OKON, Y.; HENIS, Y. Long-term survival of *Pseudomonas syringae* pv. *Tomato* and *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* in tomato and pepper seeds. **Phytopathology**, Saint Paul, v.72, n. 9, p. 1143-1144, 1982.

BEATTIE, G. A.; LINDOW, S. E. The secret life of foliar bacterial pathogens on leaves. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 33, n. 2, p. 145-172, 1995.

BENNETT, C.C. The aminoglycosides. **Primary Care Update for OB/GYNS**. Gainesville, v. 6, n. 3, p. 186-191, 1996.

BONALDO, S. M., PASCHOLATI, S. F., ROMEIRO, R. S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMERO, R. S. (Ed.). **Indução de resistência em plantas contra patógenos e insetos**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. v. 1, cap. 1, p. 11-29.

BUONAURIO, R.; STRAVATO, V.M.; SCORTICHINI, M. Characterization of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from *Capsicum annuum* L. in Italy. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 78, n. 3, p. 296-299, 1994.

CIETEC. **Inovações e empreendedorismo. Aprovado primeiro defensivo agrícola nacional para uso no cultivo de cenouras, tomates e batatas**. Disponível em: <http://www.cietec.org.br/index.php?id1=30&id2=130>. Acesso em: 31 out. 2008.

COOKSEY, D.A. Copper uptake and resistance in bacteria. **Molecular microbiology,** USA, v. 7, n. 4, p. 1-5, 1993.

COOKSEY, D.A. Genetics of bactericide resistance in plant pathogenic bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 28, n. 1, p. 201-219, 1990.

DERCKS, W.; CREASY, L. L. Influence of fosetyl – Al on phytoalexin accumulation in the *Plasmopara viticola*-grapevine interaction. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orland, v. 34, n. 3, p. 203-213, 1989.

DI PIERO, R. M. **Potencial dos cogumelos lentinula edades (schiitake) e Agaricos blazer (cogumelos-do-sol) no controle de doenças em plantas de pepino, maracuja e**

tomate, e purificação parcial de compostos biologicamente ativos. 2003. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitopatologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

EMBRAPA. **Cultivo de tomate para industrialização**. Disponível em: <http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 16 mar. 2008.

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

FLAHERTY, J.E., JONES, J. B., HARBAUGH, B. K., SOMODI, G. C. & JACKSON, L. E. Control of bacterial spot on tomato in the greenhouse and field with h-mutant bacteriophages. **HortScience,** Alexandria, v. 35, n. 5, p. 882-884, 2000.

FÖRSTER, H.; ADASKAVEG, J. E.; KIM, D. H.; STANGHELLIN, M. E. Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of pepper to Phytophthora root and crown root in hydroponic culture**. Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, n. 10, p. 1165-1170, 1998.

GARDNER, M.W.; KENDRICK, J.B. Bacterial spot of tomato and pepper. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 13, n. 7, p. 307-315, 1923.

GARDNER, M.W.; KENDRICK, J. B. Bacterial spot of tomato. **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v. 21, n. 1, p. 123-155, 1921.

GARRITY, G. M. HOLT, J. G. **An overview of the road map to the manual:** systematic bacteriology. 2. ed. New York: Springer, 2000, 20 p.

GIORDANO, L. B. de; RIBEIRO, C. S. C. Origem, Botânica e Composição Química do Fruto. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Ed). **Tomate para processamento Industrial.** Brasília: Comunicação para transferência de tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. cap. 1, p. 8-11.

GOODE, M.J.; SASSER, M. Prevention – the key to controlling bacterial spot and bacterial speck of tomato. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 64, n. 9, p. 831-834, 1980.

GUEST, D.; GRANT, B. R. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Reviews**, New York, v. 66, n. 2, p. 159-187, 1991.

HILDEBRAND, D. C., PALLERONI, N. J. & SCHROTH, M. N. Deoxyribonucleic acid relatedness of 24 xanthomonad strains representing 23 *Xanthomonas campestris* pathovars and *Xanthomonas fragariae*. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 68, n. 4, p. 263-269, 1990.

HIRANO, S. S.; UPPER, C. D. Ecology and epidemiology of foliar bacterial plant pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 21, n. 1, p. 243-269, 1983.

INBAR, M.; DOOSTAR, H.; SONODA, R. M.; LEIBEE, G. L.; MAYER, T. Elicitors of plant defensive system reduce insect densities and diese incidence**. Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 24, n. 1, p. 135-149, 1998.

ISHIDA, A.K.N.; SOUZA, R.M.; RESENDE, M.L.V. Ação contra bacteria. **Cultivar,** Pelotas, v. 1, n. 15, p. 12-14, 2005.

JACKSON, T. J.; BURGUESS, T.; COLQUHOUN, I.; HARDY, G. E. S. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, London, v. 49, n. 1, p. 147-154, 2000.

JONES, J. B.; LACY, G. H.; BOUZAR, H.; STALL, R. E.; SCHAAD, N. W. Reclassification of the xanthomonads associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. **Systematic and Applied Microbiology**, Stuttgart, v. 27, n. 6, p. 755-762, 2004.

JONES, J.B.; BOUZAR, H.; STALL, R.E.; ALMIRA, E.C.; ROBERTS, P.D.; BOWEN, B.W.; SUDBERRY, J.; STRICKLER, P.M.; CHUN, J. Systematic analysis of xanthomonads (*Xanthomonas* spp.) associated with pepper and tomato lesions. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, Washington, v. 50, n. 3, p. 1211-1219, 2000.

JONES, J.B., STALL, R.E., BOUZAR, H. Diversity among xanthomonads pathogenic on pepper and tomato. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 36, n. 1, p. 41-58. 1998.

JONES, J. B., STALL R. E., SOMODI, G. C., BOUZAR, H., HODGE, N. C. A third tomato race of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria.* **Plant Disease**, Beltsville, v. 79, n. 4, p. 395-398, 1995.

KESSMANN, H.; STAUB, T.; HOFMANN, C.; METZKE, T.; HERZOG, J. Induction of systemic acquired diease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 32, n. 1, p. 439-459, 1994.

KIMURA, O. Importância das populações “residentes” de fitobactérias na epidemiologia de enfermidades bacteriana. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 3 p. 310-311, 1981.

KOLLER, W. Chemical approach to managing plant pathogens. In: Ruberson, Jr. (Ed.). **Handbook of integrated pest management**. New York: Dekker, 1998, cap. 1, p. 1-38.

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, cap. 64, p. 690-719.

LEBEN, C. Multiplication of Xanthomonas vesicatoria on tomato seedlings. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 53, n. 7, p. 778-781, 1963.

LEITE JÚNIOR, R.P. Surviving with Citrus Canker in Brazil. In: Proceedings, 9th Congress of the International Society for Citriculture, 9., 2000. Orlando. **Resumos...** Orlando: International Society of Citriculture, 2000 p. 890.

LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, M. A.; L**.** Manejo de doenças baterianas em Tomateiro - PITI. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C.A.; PICANÇO, M.C.; COSTA, H. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas - hortaliças**. Brasília: UFV/Embrapa Hortaliças, 2007. cap. 3, p. 349-362.

LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, M. A.; Doenças bacterianas. In: LOPES, C. A.; ÀVILA, A. C. (Ed.) **Doenças do tomateiro**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 2005, cap. 2, p. 62-64.

LOPES, C. A. Bacterioses de hortaliças: situação atual e perspectivas de controle. In ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Manejo integrado de doenças, pragas e plantas daninhas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000. v. 2, cap 3, p. 187-208.

LOPES, C. A.; QUEZADO-SOARES, A. M. Doenças causadas por bactérias em tomate. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doenças de plantas:** hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000. v. 2. cap. 5, p. 754-784.

LOPES, C. A.; SANTOS, J. R. M. dos; ÀVILA, A. C. de; BEZERRA, I. C.; CHARCHAR, J. M.; QUEZADO-DUVAL, A. M. Doenças: Identificação e controle. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. (Ed.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Comunicação para transferência de tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. p. 88-111.

LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. **Doenças bacterianas das hortaliças – diagnose e controle.** 1. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1997. 70 p.

LOPES, C. A.; SANTOS, J. R. M. **Doenças do tomateiro**. 1. ed. Brasília: Embrapa-CNPH, p. 51-58, 1994.

LOUWS, F. J., WILSON, M., CAMPBELL, H. L., CUPPELS, D. A., JONES, J. B., SHOEMAKER, P. B., SAHIN, F., AND MILLER, S. A. 2001. Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. **Plant Disease,** Beltsville, v. 85, n. 5, p. 481-488, 2001.

MARCO, G.M. & STALL, R.E. Control of bacterial spot of pepper initiated by strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* that differ in sensitivity to copper. **Plant Disease,** Beltsville, v. 67, n. 7, p. 779-781, 1983.

MARCUZZO, L. L. **Epidemiologia e previsão da mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro**. 2008. 68 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitopatologia)- Universidade de Passo Fundo Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo, 2008.

MARINGONI, A. C.; KUROZAWA, C. ERRADICAÇÃO DE Xanthomonas campestris PV. Vesicatoria EM SEMENTES DE TOMATEIRO. **Revista Brasileira de Sementes**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 191-194, 1994.

MARINGONI, A.C.; KUROZAWA, C.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J.C. Controle químico da mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye) do

tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 12, n. 2, p. 92-101, 1986.

MELLO, R. N. Melhoramento genético de tomateiro visando resistência a bactérias. **Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 97-98, 2007.

MELO, P.C. T. de. Produção de semente de tomate. In: VII Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças, 7., 2007. Brasília. **Evento...** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 1 CD-ROM.

MORAES, M.G. Mecanismos da resistência sistemica adquirida em plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas,** Passo Fundo, v. 6, n. 1, p. 261-84. 1998.

NASCIMENTO, A.R.; FERNANDES; P. M.; ROCHA, M. R. da; SILVA, E. A. da. Fontes de fosfito e acibenzolar-S-metil no controle de doenças e produtividade do tomateiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 53-59, 2008.

PALLERONI, N. J., HILDEBRAND, D. C., SCHROTH, M. N. & HENDSON, M. Deoxyribonucleic acid relatedness of 21 strains of *Xanthomonas* species and pathovars. **Journol of Applied Bacteriology**, Stuttgart, v. 75, n. 2, p. 441-446, 1993.

PIETERSE, C.M.J.; VAN WEES, S.C.M.; HOFFLAND, E.; VAN PELT, J.A.; VAN LOON, L.C. Systemic resistance in *Arabidopsis* induced by biocontrol bacteria is independent of salicylic acid and pathogenesisrelated gene expression. **The Plant Cell**, Rockville, v. 8, n. 8, p. 1225-1237, 1996.

QUEZADO-DUVAL, A. M. Período Chuvoso – Aumenta incidência de doenças bacterianas. **Campos e Negócios**, Ubelândia, v. 1, n. 5, p. 27-28, 2006a.

QUEZADO-DUVAL, A. M. Mancha bacterina do tomateiro e de Capsicum spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 11, p. S85-S85, 2006b.

QUEZADO-DUVAL, A.M.; LEITE JÚNIOR, R.P.; LOPES, C.A.; LIMA, M.F.; CAMARGO, L.E.A. Diversity of *Xanthomonas* spp. associated with bacterial spot of processing tomatoes in Brazil. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 1, n. 695, p. 101-108, 2005.

QUEZADO-DUVAL, A. M. Q**. Diversidade de Xanthomonas spp. associadas à mancha-bacteriana em tomateiro para processamento industrial no Brasil**. 2003. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitopatologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

QUEZADO-DUVAL, A.M., GAZZOTO FILHO, A., LEITE JÚNIOR, R. P. & CAMARGO, L.E.A. Sensibilidade a cobre, estreptomicina e oxitetraciclina em *Xanthomonas* spp. Associadas à mancha-bacteriana do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 670-675, 2003.

QUEZADO-SOARES, A. M.; SILVA, V. L.; GIORDANO, L. de B.; LOPES, C. A. Redução da produtividade de tomateiro para processamento industrial devido à

mancha-bacteriana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina**. Resumo...** Petrolina: SOB, 1998. p. 266.

REUVENI, M. Post-infection aplications of K3PO3, phosphorous Acid and Dimethomorph inhibit development of Downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapes. **Journal of Small Fruit & Viticulture**, Binghamton, v. 5, n. 2, p. 27-38, 1997.

RODRIGUES NETO, J; SUGIMORI, M.H.; MALAVOLTA JUNIOR, V.A. RAÇAS DE Xanthomonas campestris pv. vesicatoria (Doidge) dye, no estado de São Paulo. **Arquivo de Instituto Biológico**, São Paulo, v. 51, n. 1/4, p. 13-16, 1984.

ROMERO, A.M.; KOUSIK, C.S; RITCHIE, D. F. Resistence to bacterial spot in bell pepper induced by acibenzolar-S-methyl. **Plant Disease**, Beltsville, v. 85, n. 2, p. 189-194, 2001.

ROMEIRO, R. S. **Bactérias fitopatogenicas**. 2. Ed. Viçosa: UFV, 2005, 417 p.

ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Viçosa: UFV, 1999, 45 p.

RYALS, J. A.; NEUENSCHWANDER, U. H.; WILLITS, G.; MOLINA, A.; STEINER, H. Y.; HUNT, M. D. Systemic acquired resistance. **The Plant Cell**, Rockville, v. 8, n. 10, p. 1809-1819, 1996.

RYALS, J. A.; UKNES, S.; WARD, F. Systemic acquired resistance. **Plant Physiology**, Rockville, v. 104, n. 4, p. 1109-1112, 1994.

SCHAAD, N. W., VIDAVER, A. K., LACY, G. H., RUDOLPH, K., JONES J. B. Evaluation of Proposed Amended Names of Several Pseudomonads and Xanthomonads and Recommendations. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 90, n. 3, p. 208-213, 2000.

SCHUSTER, M. L.; COYNE, D. P. Survival mechanisms of phytopathogenic bacteria. **Annual Review of phytopathology**, Palo Alto, v. 12, n. 1, p. 199-221, 1974.

SCOTT, J.W., STALL, R.E., JONES, J.B. & SOMODI, G.C. A single gene controls the hypersensitive response of Hawaii 7998 to race 3 (T3) of the bacterial spot pathogen. **Tomato Genetics Cooperative,** Ithaca, v. 46, n. 23, 1996.

SCOTT, J. W.; JONES, J. B. Sources of resistance to bacterial spot in tomato. **HortScience,** Alexandria, v. 21, n. 3, p. 304-306, 1989.

SHEPHERD, C.; WILLIAMS, R.; SOEHNER, S. Controlling fungal and bacterial diseases of tomatoes with TanosTM, a new fungicide from DuPont. In: Momol, M.T.; Jones, J.B. (eds). 1st International Symposium on Tomato Diseases and 19th Annual Tomato Disease Workshop, 19., Florida. **Resumos...** Florida: University of Florida/IFAS Extension/IHS, 2004. p. 48.

SHERBAKOFF, C. B. Report of the associate plant pathologist. **Agricultural Journal**, Brisbane, v. 3, n. 1, p. 1916-1917, 1918.

SILVA, C. S.; GUIMARÃES, C. M. ;QUEZADO-DUVAL, A. M. Evidencia da importância de plantas voluntarias como fonte de inoculo inicial para ocorrência de mancha bacteriana em lavoura de tomate para processamento industrial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 40., 2007, Maringá. **Resumo...** Brasília: SBF, 2007. p. 199.

SILVA, L. H. C. P. da, **Resistência sistêmica ativada pelo acibenzolar-S-metil contra doenças em tomateiro**. 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SILVA, L. H. C. P., CAMPOS, J. R.; MORAES, S. R.; RESENDE, M. L. V.; SOUZA, R. M.; CASTRO, R. M. Efeito do indutor de resistência acibenzolar-S-metil (ASM) contra Xanthomonas campestris pv. vesicatoria em cinco genótipos de tomateiro industrial. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 119, 2001.

SILVA, L. H. C. P., RESENDE, M. L. V.; MARTINS JÚNIOR, H.; CAMPOS, J. R.; SOUZA, R. M.; CASTRO, R. M. Épocas e modo de aplicação do ativador de plantas benzothiadiazole (ASM) na proteção contra a mancha bacteriana em tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., São Pedro**. Resumos...** Brasília: SOB, 2000. p. 375-377.

SILVA, V. L.; LOPES, C. A. Sobrevivência de populações epifíticas de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* em tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 27., 1994, Itajaí. **Resumos...** Brasília: SBF, 1994. p. 299-300.

SILVA, V.L.; LOPES, C.A. Isolados de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* resistentes a estreptomicina e oxitetraciclina em tomateiros pulverizados ou não com antibióticos agrícolas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 80-84, 1995.

SILVA-LOBO, V.L., GIORDANO, L.B. & LOPES, C.A. Herança da resistência à mancha-bacteriana em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v**.** 30, n. 3, p. 343-349, 2005.

SILVA-LOBO, V.L. **Herança e componentes da resistência à mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria,* raça T2) em tomateiro**. 2000. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitopatologia)-Universidade de Brasília. Brasília. 2000.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. Produção mundial e nacional. In: SILVA, J.B.C. GIORDANO, L. B. (Ed.). **Tomate para processamento industrial.** Brasília: Comunicação para transferência de tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. cap. 1, p. 8-11.

SOBRINHO, C. A., FERREIRA, P. T. O. Indutores Abióticos. In: CAVALCANTI, L.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMERO, R. S. (Ed**). Indução de resistência em plantas contra patógenos e insetos**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. v. 1, cap. 1, p. 49-74.

SOUSA, M. A. N.de. **Avaliação do efeito do uso de fegatex® no controle de mancha-bacteriana em tomateiro para processamento industrial**. 2006. 43 f. Monografia (Bacharel em Agronomia). Faculdade da Terra de Brasília, Brasília, 2006.

SPOTTS, R.A.; CERVANTES, L.A. Copper, oxytetracycline, and streptomycin resistance of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* strains from pear orchards in Oregon and Washington. **Plant Disease**, Beltsville, v. 79, n. 11, p. 1132-1135, 1995.

STEINER, U.,SCHÖNBECK, F. Induced disease resistance in monocots. In: HAMMERSCHMIDT, R., KUC, J. (Ed.). **Induced Resistance to Disease in Plants**. (Developments in Plant Pathology). Dordrech: Kluwer Academic Pub., 1995. v. 4, cap. 2, p. 86-110.

STICHER, L., MAUCH MANI, B. & MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology,** Palo Alto, v. 35, n. 1, p. 235-270, 1997.

STALL, R. E., BEAULIEU, C., EGEL, D., HODGE, N. C., LEITE, R. P., MINSAVAGE, G. V., BOUZAR, H., JONES, J. B., ALVAREZ, A. M., BENEDICT, A. A. Two genetically diverse groups of strains are included in *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. **International Journal of Systematic Bacteriology,** Washington, v. 44, n. 1, p. 47-53, 1994.

SUTIC, D. Bakterioze crvenog patlidzana (Tomato bacteriosis). **Review Appled Mycology**. Palo Alto, v. 36, n. 1, p. 734-735, 1957.

TAKAHASHI, J. A.; LUCAS, E. M. F. Ocorrência e diversidade estrutural de metabólitos fúngicos com atividade antibiótica. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 7, p. 1807-1813, 2008.

TOKESHI, H; CARVALHO, P. C. T. Doenças do Tomateiro – Lycopersicum esculentum Mill. In: Galli, F. (Org.). **Manual de fitopatologia:** doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p. 511-552.

VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M. ALVARENGA, M. A. R. Tomate produção em campo, em-casa-de-vegetação e em hidroponia. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Manejo integrado das doenças do tomateiro:** epidemiologia e controle. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, 2004. cap, 9, p. 287-308.

VAN LOON, L. C. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins**. European Journal Plant Pathology**, Dordrecht, v. 103, n. 8, p. 753-765, 1997.

VAN LOON, L. C., Bakker, P. A. H. M. & Pieterse, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 36, n. 1, p. 453-483, 1998.

VAUTERIN, L., HOSTE, B., KERSTERS, K., SWINGS, J. Reclassification of *Xanthomonas*. **International Journal of Systematic Bacteriology,** Washington, v. 45, n. 3, p. 472-489, 1995.

VAUTERIN, L., SWINGS, J., VAUTERIN, L., SWINGS, J., KERSTERS, K., GILLIS, M., MEW, T. W., SCHROTH, M. N., PALLERONI, N. J., HILDEBRAND, D. C., STEAD, D. E., CIVEROLO, E. L., HAYWARD, A. C., MARAITE, H., STALL, R. E., BRADBURY, J. F. Towards an improved taxonomy of *Xanthomonas.* **International Journal of Systematic Bacteriology,** Washington, v. 40, n. 4, p. 312-316, 1990.

VILLAS BÔAS, G.L.; MELO, P.E.; CASTELO BRANCO, M.; GIORDANO, L.B.; MELO, W.F**.** Desenvolvimento de um modelo de produção integrada de tomate indústria – PITI. In: Zambolim, L.; Lopes, C.A.; Picanço, M.C.; Costa, H. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas – hortaliças**. Brasília: UFV/Embrapa Hortaliças, 2007. p. 349-362.

WANG, J.F., JONES, J.B., SCOTT, J.W. & STALL, R.E. Several genes in *Lycopersicon esculentum* control hypersensitivity to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. **Phytopathology,** Saint Paul, v. 84, n. 7, p. 702-706. 1994.

WHIPPS, J. M. Developments in the Biological Control of Soilborn Plant Pathogens. **Advances in Botanical Research**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 131-134, 1997.

3 AÇÃO *IN VITRO* DE PRODUTOS QUÍMICOS SOBRE *Xanthomonas perforans* E *X. gardneri*

RESUMO

A ação *in vitro* dos produtos fosfito; acibenzolar-S-metil (ASM); metiram + piraclostrobina; hidróxido de cobre WP; cloretos de benzalcônio; famaxodona + mancozebe e hidróxido de cobre WDG foi avaliada sobre *X. perforans* e *X. gardneri*, utilizando-se um isolado de cada espécie. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, de março a abril de 2008. Cada produto e cada isolado foram testados em experimentos independentes, nas dosagens 1- 0, 2- 1/100X (100 vezes menor), 3- 1/10X (10 vezes menor), 4- dose recomendada do produto comercial, 5- 10X(10 vezes maior) e 6- 100X (100 vezes maior). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. A parcela foi constituída de uma placa de petri contendo o meio Nutriente-Ágar impregnado com suspensão bacteriana. Em cada placa foram colocados discos de papel de filtro de diâmetro 0,6 cm, embebidos em suspensões de cada produto nas diferentes concentrações. As placas foram incubadas a 28ºC por 48h, quando então avaliou-se o diâmetro do halo de inibição formado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Os produtos à base de fosfito e ASM não apresentaram atividade sobre nenhum dos isolados. O produto metiram + piraclostrobina apresentou formação do halo a partir da dose recomendada do produto comercial para *X. gadneri*. Enquanto que para *X. perforans* o halo de inibição se formou a partir da dosagem 10 vezes maior a dosagem recomendada. Com os produtos hidróxido de cobre WP e hidróxido de cobre WDG, a formação do halo só ocorreu apareceu na maior concentração (100 vezes a dosagem recomendada) para o isolado de *X. perforans* e isolado de *X. gardneri*, indicando baixa sensibilidade a este princípio ativo. Com os produtos cloreto de benzalcônio e famoxadona + mancozebe a formação do halo apareceu a partir da dosagem recomendada do produto para os isolados das bactérias *X. perforans* e *X. gadneri* . O isolado de *X. perforans* aparentemente é menos sensível as moléculas estudadas em geral comparadas com o isolados da *X. gardneri*.

Palavras-chave: Controle químico, bactérias, mancha bacteriana, tomateiro.

ABSTRACT

ACTION *IN VITRO* THE CHEMICAL PRODUCTS *Xanthomonas perforans* E *X. gardneri*

The action *in vitro* of the chemical products phosphite; acibenzolar-s-methyl (ASM); methiram + pyraclostrobin; copper hydroxide WP; benzalkonium chloride; famaxodone + mancozebe and copper hydroxide WDG was evaluated on *X. perforans* and *X. gardneri*, being used an isolated of each species. The study was developed at the Laboratory of Fitopatologia of Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, of March to April of 2008. Each product and each isolated one was tested in independent experiments, in the dosages 1 - 0, 2- 1/100X (hundred fold lower), 3- 1/10 (tem fold lower), 4- dose recommended in label of the commercial product, 5- 10X (ten fold higher) 6- 100X (hundred fold higher). The experiments were designed as a randomized complete block design, with four replications. The plots were constituted of a Petri plate containing the media Nutrient-Agar impregnated with the bacterial suspension. In each plate, disks of filter paper of diameter 0,6 cm were put, soaked in suspensions of each product in the different concentrations. The plates were incubated to 28ºC by 48hs, when the inhibition formed halo was evaluated. The averages were compared by the test of Tukey at 5%. Phosphite and ASM did not present bactericide activity on none of the isolates. There was no halo formation by methiram + pyraclostrobin up to the recommended dose for *X. gadneri*. On the other hand, for *X. perforans*, the halo started from to ten fold higher dose. On the products copper hydroxide WP and copper hydroxide WDG, the formation of the halo only appeared in the higher concentration (hundred fold higher recommended dose) for both isolates/species, indicating low sensibility. With the products benzalkonium chloride and famoxadone + mancozebe the halo formation started from the recommended dose also for both isolates/species. The isolate of *X. perforans* seemed to be less sensitive to the molecules studied, compared with the isolate of *X. gardneri*.

Key words: Chemical control, bacteria, bacterial spot, tomato.

3.1 INTRODUÇÃO

A mancha bacteriana é considerada umas das doenças mais importantes do tomateiro para processamento industrial, levando à redução da produtividade pela destruição da área foliar, derrubada de flores e frutos em formação e amarelecimento e diminuição de sólidos solúveis nos frutos pela exposição direta ao sol (Lopes & Quezado-Duval, 2005). Em condições experimentais de campo, sob irrigação via pivô, registrou-se uma redução de até 52% da produção de tomate para indústria devido à mancha-bacteriana (Quezado-Soares et al., 1998).

Em 2004, quatro espécies de *Xanthomonas* foram propostas como agentes causais da mancha bacteriana em tomateiro: *X. euvesicatoria* (grupo A/raça T1), *X. vesicatoria* (grupo B/raça T2), *X. perforans* (grupo C/raça T3) e *X. gardneri* (grupo D/raça T2) (Jones et al., 2004). Levantamento recente em xcampos comerciais de tomateiro para

processamento no Brasil indicou que as populações do Centro-Oeste brasileiro compunham-se principalmente de *X. gardneri* embora *X. vesicatoria, X. euvesicatoria* e *X. perforans* estivessem também presentes, enquanto no Nordeste somente *X. euvesicatoria* e *X. perforans* tenham sido encontradas (Quezado-Duval et al., 2005).

A mancha-bacteriana é uma doença de difícil controle, principalmente em condições de umidade e temperatura elevadas. Corrobora para isso, a ausência de cultivares com alto grau de resistência e a eficiência variável dos produtos químicos utilizados para o controle, notadamente fungicidas cúpricos e antibióticos agrícolas (Lopes & Quezado-Duval, 2005). O aparecimento de isolados resistentes a esses princípios ativos parece estar estreitamente relacionado com este fato (Quezado-Duval, 2003).

Segundo Maringoni & Kimati (1987), o estudo de ação *in vitro* de drogas sobre diferentes gêneros e espécies de bactérias fitopatogênicas, constitui-se como um teste de rotina para a determinação da sensibilidade, bem como a detecção de resistência de isolados a esses produtos.

A resistência a produtos cúpricos em bactérias fitopatogênicas foi observada pela primeira vez em *Xanthomonas* spp. causando a mancha bacteriana em pimentão (Marco & Stall, 1983). Já para os antibióticos, resistência à estreptomicina foi observada pela primeira vez no início dos anos 60 (Thayer & Stall, 1961; Stall & Thayer, 1962). Desde então, a ocorrência de isolados resistentes a esses princípios ativos tem sido relatado em vários países. Alguns trabalhos tem relacionado esse fato ao uso prolongado e intensivo dos princípios ativos, como no caso de lavouras de pimentão no México, onde o cobre era utilizado por mais de 30 anos (Adaskaveg & Hine, 1985) e no Brasil, em lavouras de tomate, onde a estreptomicina foi utilizada, ao testar nove isolados, três foram considerados resistentes (Quezado-Duval, 2003). Alguns estudos têm caracterizado as populações bacterianas quanto à resistência a cobre nos EUA e na Itália encontraram 38% e 45% dos isolados respectivamente, resistentes ao cobre. Já no Caribe e America Central a porcentagem dos isolados resistentes ao cobre foi variável com a região.

No Brasil foram detectados isolados de *Xanthomonas* spp. de tomate e de pimentão resistentes ao cobre, originados principalmente do Rio de Janeiro e São Paulo (Bounaurio et al., 1994; O'Garro, 1998; Bouzar et al., 1999; Aguiar et al., 2000). Em levantamento realizado no período de 2003 em lavouras de tomateiro para processamento indústrial, avaliou-se, *in vitro*, a sensibilidade a cobre, oxitetraciclina e estreptomicina em 389 isolados de *Xanthomonas* spp. foi concluído que nenhum dos isolados utilizados foi

resistente ao cobre na concentração de 200 μg/ml, mas em concentrações mais baixas (50 μg/ml) foram detectados isolados com resistência a cobre. Para oxitetraciclina nenhum isolado foi resistente, já para estreptomicina a freqüência de isolados resistentes foi elevada em *X. gardneri* (98%) e em *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* (38%), porém muito baixa em *X. vesicatoria* (2%) (Quezado-Duval et al., 2003).

Todos esses relatos provavelmente referem-se a isolados bacterianos provenientes de lavouras que receberam pulverizações regulares de produtos à base de cobre por vários anos.

Além de antibióticos e produtos a base de cobre para o controle de doenças bacterianas, detém registro no Brasil junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para a cultura do tomateiro, com indicação para a mancha-bacteriana, dois novos princípios ativos: a molécula acibenzolar-S-metil, com ação de indução de resistência da planta, e os cloretos de benzalcônio, que são amônias quaternárias que agem por contato.

Outras moléculas também estão sendo utilizadas para o controle de bacterioses, porém não possuem registro no MAPA para controle da mancha bacteriana, são elas: famoxadona, fosfito e metiram + piraclostrobina. A famoxadona tem apresentado resultados promissores nos EUA para o controle da mancha-bacteriana e da pinta-bacterina (*Pseudomonas syringae* pv *tomato*) (Shepherd et al., 2004). O fosfito registrado como fungicida em alguns países, e no Brasil como fertilizante (Nascimento, 2006), é um produto que possue um modo de ação direto, agindo como uma toxina sobre os fungos (Guest & Grant, 1991) e indireto estimulando a formação de substância natural de auto defesa (Dercks & Creasy, 1989). O produto metiram + piraclostrobina é registrado para os fungos *Phytophthora infestans* e *Septoria lycopersici* no tomateiro, possuem duplo modo de ação, atuando através do ingrediente ativo pyraclostrobin como inibidor do transporte elétrico nas mitocôndrias das células dos fungos, inibindo a formação de ATP e através do ingrediente ativo mentiram que se decompõe formando compostos tóxicos, inibindo a germinação dos esporos formando assim uma excelente ação preventiva.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a ação *in vitro* de produtos químicos disponíveis no mercado nacional para a sanidade da cultura do tomateiro, sobre *Xanthomonas perforans e X. gardneri*, espécies predominantes em lavouras de tomate para processamento industrial no Estado de Goiás.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este ensaio foi realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, de março a abril de 2008. Foram realizados ensaios independentes no mesmo período.

Foram testados sete produtos (Tabela 3.1) e cada produto foi avaliado em seis concentrações, sendo 1ª. 0 (água), 2ª. 1/100X (100 vezes menor a dosagem recomendada do produto comercial), 3ª. 1/10 (10 vezes menor a dosagem recomendada do produto comercial), 4ª. dose recomendada do produto comercial, 5ª 10X (10 vezes maior a dosagem recomendada do produto comercial) e 6ª. 100X (100 vezes maior a dosagem recomendada do produto comercial) (Tabela 3.2). O delineamento experimental para cada ensaio foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições (uma placa/repetição).

Tabela 3.1. Produtos utilizados e seus respectivos ingredientes ativos, formulações, quantidade de ingrediente ativo e dosagem recomendada do produto comercial.

Nome comercial	Nome técnico (ingrediente ativo e formulação)	Quantidade de Ingrediente ativo (%/L,g/L,kg)	Dose P.C (Kg, L /ha)
1. Hortifós®	Fosfito de K (28 % de P_2O_5 e 26%; K_2O) (SL)	28% e 26%	3,0 L
2. Bion ®	acibenzolar-S-metil (WG)	500 g/kg	25,0 g
3. Cabrio Top®	metiram + piraclostrobina (WG)	550 + 50 g/kg -	3,0kg
4. Garra 450®	hidróxido de cobre (WP)	691 g/kg	3,0 kg
5. Fegatex®	cloreto de benzalcônio (SL)	100 g/L	3,0 L
6. Midas®	famoxadona + mancozebe (GDA)	62,5 + 625 g/kg	1,6 kg
7. Kocide ®	hídroxido de cobre (WDG)	538 g/kg	1,5 kg

Tabela 3.2. Concentrações dos produtos químicos em ppm utilizados para avaliar a inibição do crescimento de isolados de *X. perforans* (EH 2005-5 4) *e X. gardneri* (EH 2006-17*)*. Brasília-DF, 2008.

Tratamentos Concentrações dos produtos	Dosagem (ppm)	Experimentos								
		1. Hortifós	2. Bion	3. Cabrio Top	4. Garra	5. Fegatex	6. Midas	7. Kocide	Estoque	Água
1ª	0 [1]	0	0	0	0	0	0	0	0	10 mL
2ª	1/100X [2]	20	0,5	30	37	25	20	30	1 µL	9.999 µL
3ª	1/10 [3]	200	5	300	370	250	200	300	10 µL	9.990 µL
4ª	Dose rec.[4]	2.000	50	3.000	3.700	2.500	2.000	3000	100 µL	9.900 µL
5ª	10X[5]	20.000	500	30.000	37.000	25.000	20.000	30.000	1 mL	9 mL
6ª	100X[6]	200.000	5.000	300.000	370.000	250.000	200.000	300.000	10mL	0 mL
	[ ]Estoque[7]	200.000	5.000	300.000	370.000	250.000	200.000	300.000	20 mL	-
	Estoque	4 mL	0,1 g	6 g	7,4 g	5 mL	4 g	6 g	-	

[1] Água.
[2] Dosagem cem vezes menor a dosagem recomendada pelo fabricante.
[3] Dosagem dez vezes menor a dosagem recomendada pelo fabricante.
[4] Dosagem recomendada dos produtos comerciais pelo fabricante.
[5] Dosagem dez vezes maior a dosagem recomendada pelo fabricante.
[6] Dosagem cem vezes maior a dosagem recomendada pelo fabricante.
7 Foi preparado 20 mL da solução estoque de cada produto.

Foi utilizado um isolado de cada espécie de *X. perforans* (EH 2005 – 5 4) e *X. gardneri* (EH 2006-17*)* associadas à mancha bacteriana do tomateiro. Os isolados foram recuperados a partir de suspensão bacteriana em tubos contendo tampão fosfato pH 7,0 usados para a preservação. Uma alíquota da suspensão bacteriana em tampão foi depositada e riscada com auxílio de uma alça de platina em placas de Petri contendo o meio de cultura Nutriente-Ágar (NA-extrato de carne 1,5g; peptona 2,5g; sacarose 1,25g, 7,5g de agar e 500 mL de água). As placas foram incubadas a 28ºC por três dias para o crescimento das colônias. Após esse período colônias individuais foram repicadas para o mesmo tipo de meio e incubadas nas mesmas condições por mais três dias para preparo da suspensão bacteriana.

A suspensão bacteriana foi ajustada em espectrofotômetro em aproximadamente 10^8ufc/mL (A600=0,1) e adicionado 2,5 mL desta suspensão em um becker contendo 250 ml de NA a 0,5% . A mistura resultante foi depositada sobre as placas contendo meio NA já solidificado. Após este procedimento, foram colocados em cada placa discos de papel de filtro estéreis, de diâmetro 0,6 cm, embebidos em soluções dos produtos em testes nas diferentes concentrações. As placas foram então incubadas a 28ºC por 48 h. Ao final desse período avaliou-se o halo de inibição formado (cm), subtraindo-se o diâmetro do papel de filtro (0,6 cm). Os dados foram submetidos à análise não paramétrica (Teste de Friedman) e a comparação de médias pelo teste de Tukey em nível de 5%.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sensibilidade *in vitro* foi variável nas diversas concentrações testadas. O fosfito não apresentou efeito sobre *X. perforans e X. gardneri*, mesmo na maior concentração (Tabela 3.3). Há relatos, no entanto, de que os fosfitos possuem ação como toxina direta sobre alguns fungos, além de ativar a defesa natural da planta (Guest & Grant, 1991). A atividade direta do fosfito sobre fungos tem sido constatada em trabalhos com o Fosetyl-Al (Aliete) (Boneti & Katsurayama, 2005). Fosetyl-Al é um fungicida que é degradado rapidamente nos tecidos da planta até formar o ácido fosforoso (Guest & Grant, 1991). No entanto, o Fosetyl-Al possui baixa atividade *in vitro*, porém seu metabólico o ácido fosforoso, inibe fortemente os Oomicetes. Este ácido é muito fitotóxico, mas pode

Tabela 3.3. Ação dos produtos químicos *in vitro* sobre *X. perforans* (XP) *e X. gardneri* (XG), Brasília-DF, 2008.

Tratamentos Concentra-ções dos produtos	Dosagens (ppm)	Diâmetro médio, em cm, dos halos de inibição nas concentrações (ppm) empregadas													
		Experimentos													
		1. Fosfito		2. Aciben zolar-S-metil		3. metiram + piraclostrobina		4. hidróxido de cobre (WP)		5. cloreto de benzalcônio		6. famoxadona + mancozebe		7. hidróxido de cobre (WDG)	
		XP	XG	XP	XG	XP	XG	XP	XG	XP	XG	XP	XG	XP	XG
1ª	0 [1]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 c	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 b	0,00 d	0,00	0,00 b
2ª	1/100X [2]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 c	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 b	0,00 d	0,00 a	0,00 b
3ª	1/10 [3]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 c	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 b	0,00 d	0,00 a	0,00 b
4ª	Dose rec.[4]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 c	0,75 c	0,00 b	0,00 b	0,23 b	0,13 c	0,03 b	0,73 c	0,00 a	0,00 b
5ª	10X[5]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35 b	1,45 b	0,00 b	0,00 b	0,23 b	1,10 b	0,13 a	1,30 b	0,00 a	0,00 b
6ª	100X[6]	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40 a	1,90 a	0,20 a	0,45 a	0,85 a	1,53 a	0,35 a	2,58 a	0,08 a	0,30 a
CV%		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,28	7,37	4,51	11,95	0,00	20,20	0,00

* médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.
[1] Água.
[2] Dosagem cem vezes menor a dosagem recomendada pelo fabricante.
[3] Dosagem dez vezes menor a dosagem recomendada pelo fabricante.
[4] Dosagem recomendada dos produtos comerciais em ppm: Fosfito (2.000); acibenzolar-S-metil (50); metiram + piraclostrobina (3.000); hidróxido de cobre líquido (3.700); cloreto de benzalcônio (2.500); famoxadona + mancozebe (2.000); hidróxido de cobre (3.000).
[5] Dosagem dez vezes maior a dosagem recomendada pelo fabricante.
[6] Dosagem cem vezes maior a dosagem recomendada pelo fabricante.

ser neutralizado por uma base, resultando em sal denominado fosfito. Os fosfitos são menos fitotóxicos e apresentam alta atividade fungicida na planta (Boneti & Katsurayama, 2005). Existem muitos estudos quanto à ação fungicida dos fosfitos, mas são escassos os trabalhos relacionados com a ação dos fosfitos sobre bactérias.

O acibenzolar-S-metil (ASM) também não apresentou ação direta sobre as duas espécies de bactérias até a concentração de 5.000 ppm, concentração cem vezes maior a dosagem recomendada para aplicação em campo, pelo fabricante. Resultado semelhante foi encontrado por Silva (2002), ao avaliar o efeito *in vitro* do ASM sobre a *Xanthomonas campestris* pv. v*esicatoria*. Segundo o autor, até a concentração de 1.000 ppm não foi observada atividade direta sobre o patógeno. Kobayasti et al. (2001) também avaliaram *in vitro* o ASM em relação aos patógenos bacterianos *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria, Ralstonia solanacearum* e *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Os autores relataram que mesmo nas maiores concentrações do produto não houve efeito tóxico sobre os patógenos estudados.

Esses resultados eram esperados, já que o fosfito e ASM são considerados indutores de resistência e de acordo com Kessmann et al. (1994), para que um composto químico seja classificado como indutor de resistência, é necessário que o composto ou seus metabólicos não exibam atividade antimicrobiana direta sobre o patógeno estudado.

Com o metiram + piraclostrobina houve formação do halo a partir da dosagem recomendada (Figura 3.1), para o isolado de *X. gardneri*, havendo diferença estatística entre as concentrações 4ª (dose recomendada), a 5ª (10X) e a 6ª (100X) (Tabela 3.3), com diâmetro do halo aumentando de acordo com a maior concentração utilizada (Figura 3.2). Enquanto para *X. perforans* o halo apareceu a partir da 5ª concentração (10X) (Figura 3.2). Havendo também diferença significativa entre a 5ª concentração (10X) e a 6ª concentração (100X) do produto sobre o isolado de *X. perforans*.

Este produto está sendo muito utilizado no controle da mancha bacteriana na região Centro-Oeste pelos produtores de tomate industrial. É um produto registrado para *Phytophthora infestans* e *Septoria lycopersici* no tomateiro, possue duplo modo de ação, primeiro, atuando por meio do ingrediente ativo piraclostrobina como inibidor do transporte de elétrons nas mitocôndrias das células dos fungos, inibindo a formação de ATP. No segundo modo por meio do ingrediente ativo mentiram, que se decompõe formando compostos tóxicos que reagem inespecíficamente com enzimas sulfídricas, as quais estão largamente distribuídas nas células do fungo, atuando assim sobre um grande

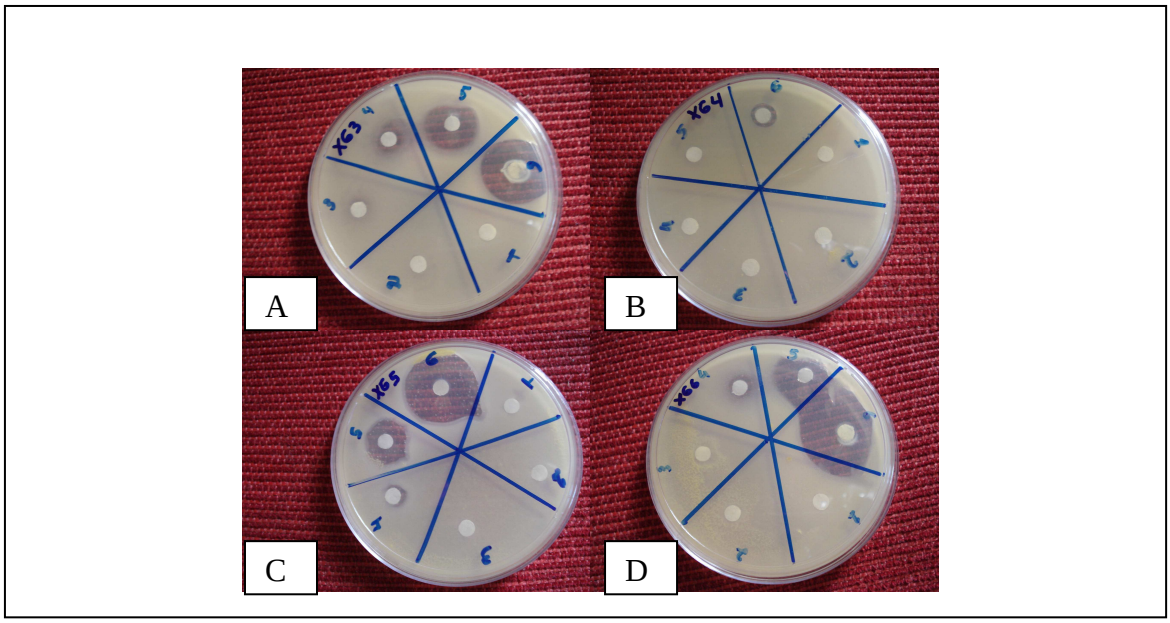

Figura 3.1. Halos de inibição formados pela ação dos produtos metiram + piraclostrobina (A), hidróxido de cobre (WP) (B), cloretos de benzalcônio (C) e famoxadona + mancozebe (D) no isolado de *X. gardneri*. Brasília-DF, 2008.

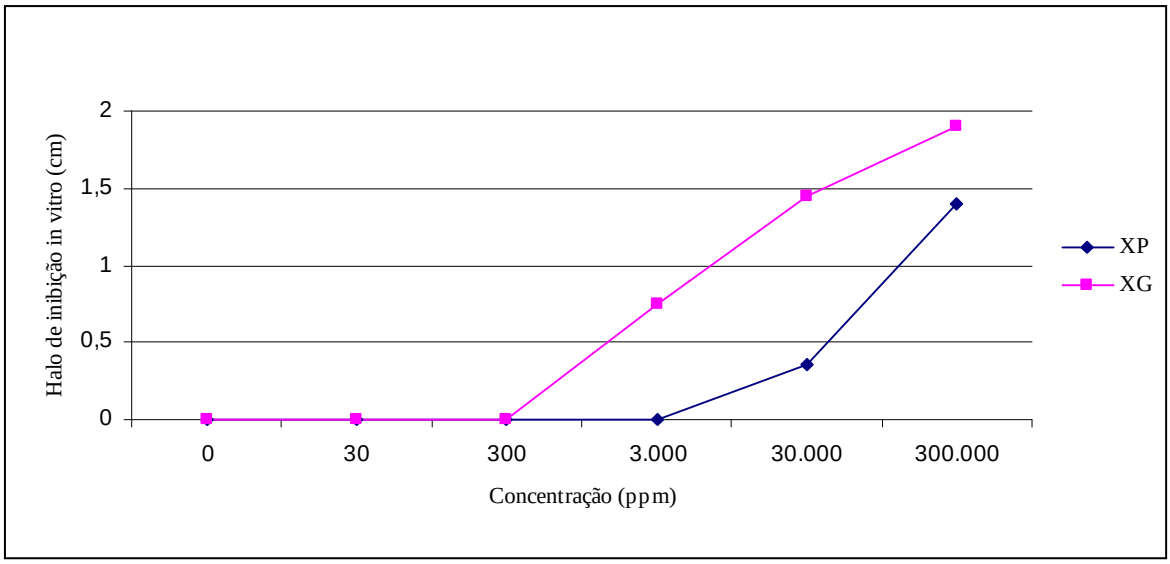

Figura 3.2. Efeito das concentrações do produto metiram+piraclostrobina sobre as bactérias *X. perforans* (XP) e *X. gardneri* (XG). Brasília-DF, 2008.

números de processos vitais, inibindo a germinação dos esporos, bem como o desenvolvimento do tubo germinativo. No caso de fungos este produto é considerado excelente na ação de proteção, devido a sua atuação na inibição da germinação dos esporos, desenvolvimento e penetração do tubo germinativo (Agrofit, 2008).

Além disso, acredita-se que os fungicidas contendo piraclostrobina atuam também na proteção das plantas aumentado a velocidade de sua resposta de defesa, que geralmente é induzida tardiamente pelo próprio patógeno elicitor (Galvino, 2008). Segundo Hermes et al. (2002), ao analisarem plantas tratadas com piraclostrobina e infectadas com *tabacco mosaic vírus* (TMV), foi verificado uma indução mais rápida da expressão do gene PR1 TMV, com conseqüente acúmulo da respectiva proteína, em plantas pré-tratadas do que nas plantas controle. Essa proteína é responsável pelas lesões necróticas locais chamadas de reações de hipersensibilidade (HR) desenvolvidas em resposta a infecção viral, e a aceleração dessa resposta de defesa nas hospedeiras tratadas demonstraram a capacidade deste fungicida induzir resistência ao (TMV).

No presente trabalho o metiram + piraclostrobina apresentou efeito direto sob as bactérias estudadas, sendo assim este não pode ser considerado um indutor de resistência clássico para as *X. perforans e X. gardneri* já que um produto para ser considerado indutor de resistência não deve apresentar efeito direto sobre o patógeno (Kessmann et al., 1994).

Com os produtos hidróxido de cobre nas formulações WP e WDG, a formação do halo só apareceu na maior concentração para os dois isolados das espécies de bactérias estudadas (Figura 3.1), indicando baixa sensibilidade a este princípio ativo (Figuras 3.3 e 3.4). Resultados semelhantes foram encontrados em isolados de *Xanthomonas* da mancha bacteriana em pimentão (Marco & Stall, 1983; Buonaurio et al., 1994), em isolados de *Xanthomonas* spp. de tomateiro e pimentão, originados principalmente do Rio de Janeiro e São Paulo (Aguiar et al., 2000). Também no Brasil, em 2003 foi observado em lavouras de tomate para processamento indústrial, isolados com resistência a concentrações mais baixas (50 μg/mL), mas para concentração de 200 μg/ml nenhum dos isolados estudados foram resistentes ao cobre (Quezado-Duval et al., 2003).

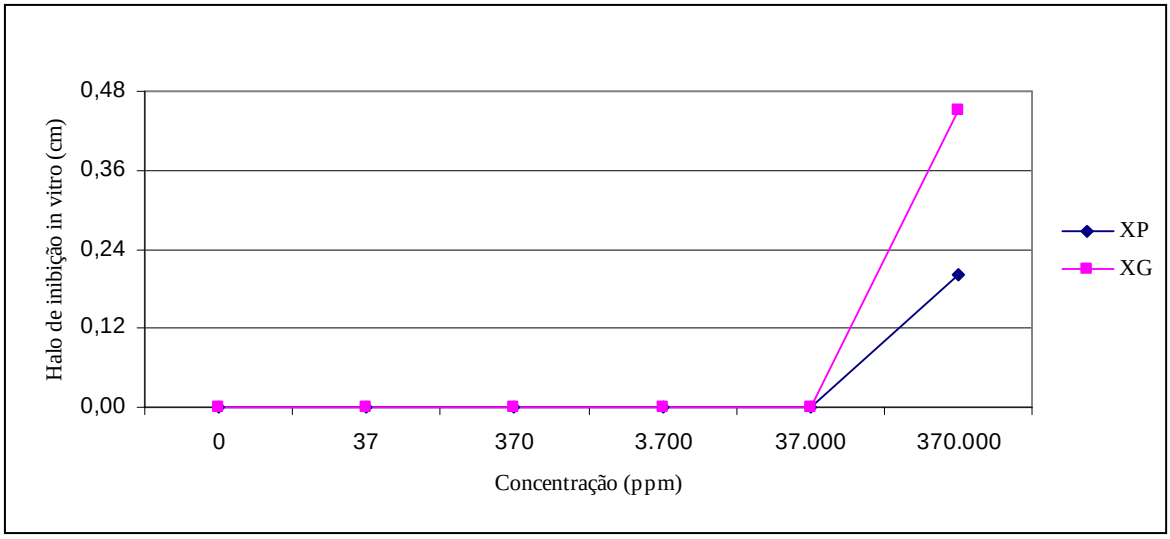

Figura 3.3 Efeito das concentrações do produto hidróxido de cobre (WP) sobre as bactérias *X. perforans* (XP) e *X. gardneri* (XG). Brasília-DF, 2008.

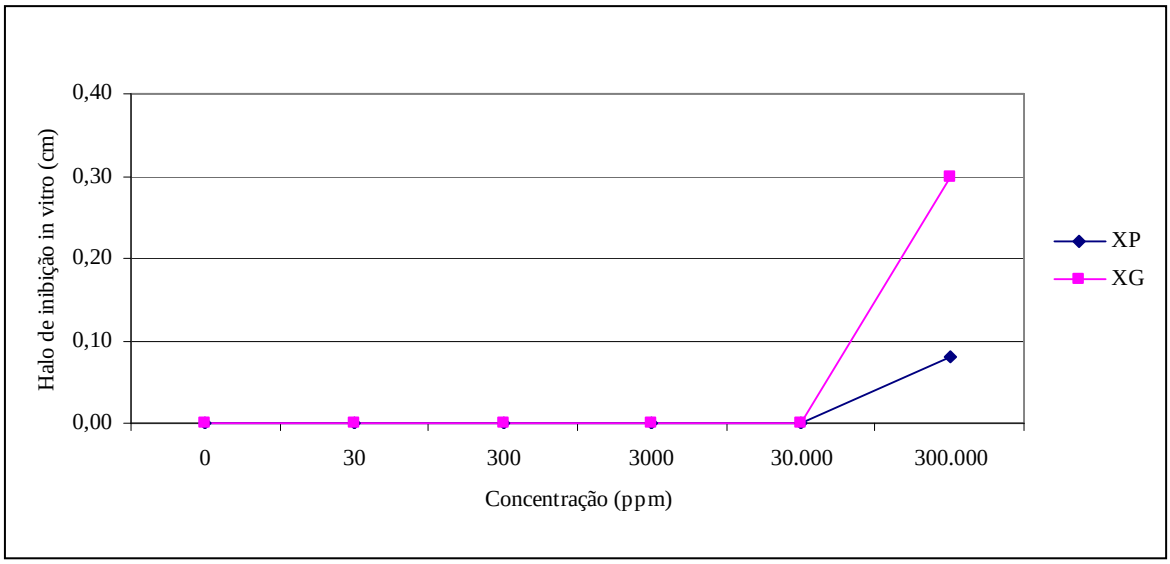

Figura 3.4. Efeito das concentrações do produto hidróxido de cobre (WDG) sobre as bactérias *X. perforans* (XP) e *X. gardneri* (XG). Brasília-DF, 2008.

Com o produto cloretos de benzalcônio a formação do halo apareceu a partir da 4ª concentração (dosagem recomendada) para os dois isolados de cada espécie de bactéria (*X. perforans* e *X. gardneri*) (Figura 3.1). Para *X. perforans* não houve diferença estatística entre as concentrações 4ª (dosagem recomendada) e 5ª (10X), só havendo diferença para a 6ª concentração (100X) (Tabela 3.1). Já para *X. gardneri* houve diferença estatística entre as três concentrações 4ª (dose recomendada), 5ª (10x) e 6ª (100X), sendo que quanto maior

a concentração maior foi o diâmetro do halo de inibição (Figura 3.5). Souza (2006), avaliando a eficiência do produto cloretos de benzalcônio, observou que tanto no teste qualitativo, onde o produto é impregnado ao meio de cultura, como no teste quantitativo, onde a bactéria é impregnada, houve diferenças no crescimento dos isolados representantes de cada uma das quatro espécies de *Xanthomonas* que causam a mancha-bacteriana (dois isolados de cada), dependendo da concentração testada.

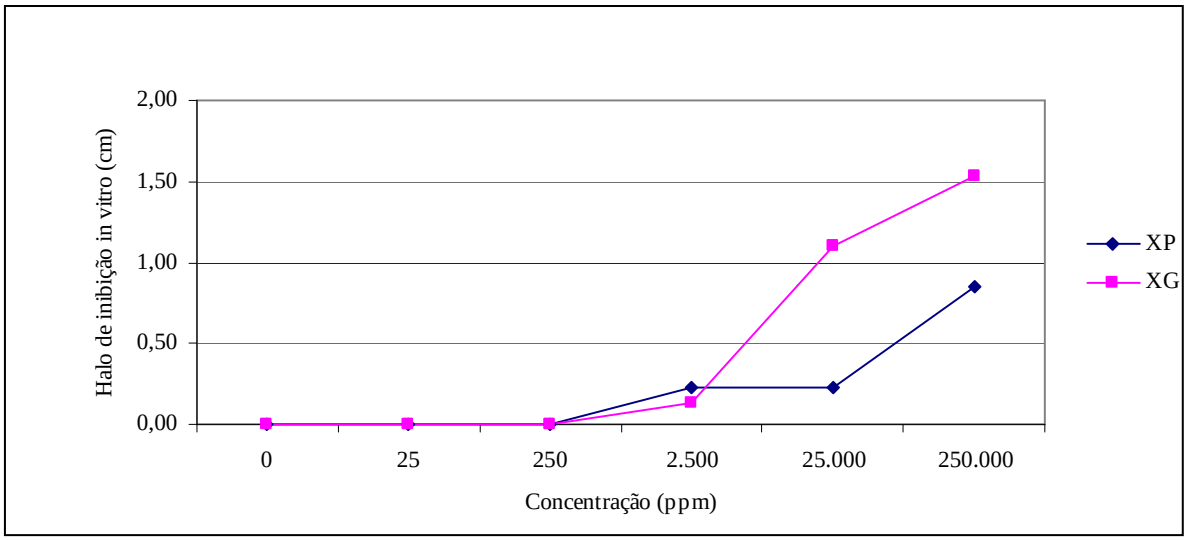

Figura 3.5. Efeito das concentrações do produto cloretos de benzalcônio sobre as bactérias *X. perforans* (XP) e *X. gardneri* (XG). Brasília-DF, 2008.

No Brasil, o crescimento *in vitro* de *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* foi inibido pelo cloretos de benzalcônio com efeito ampliado em concentrações superiores a 240 ppm, o que não observado para oxicloreto de cobre, kasugamicina e acibenzolar-S-metil, mesmo nas concentrações maiores do teste (480 ppm) (Ishida et al., 2005).

Com o produto famoxadona + mancozebe a formação do halo apareceu a partir da 4ª concentração (dose recomendada) para *X. perforans* e *X. gadneri*. No entanto, para *X. perforans* não houve diferença estatística entre a dosagem recomendada com as dosagens inferiores 1ª, 2ª e 3ª concentração, só havendo diferença estatística entre a dosagem recomendada com a 5ª (10 vezes maior a dosagem recomendada) e 6ª (100 vezes maior a dosagem recomendada) concentração (Tabela 3.1). Já para *X. gardneri* houve diferença estatística entre as três maiores concentrações 4ª (dose recomendada) , 5ª (10 vezes maior a dosagem recomendada) e 6ª (100 vezes maior a dosagem recomendada), sendo que quanto maior a concentração maior foi o diâmetro do halo de inibição (Figura 3.6). Esse produto, que tem registro para a cultura do tomate, com indicação para as

doenças fúngicas requeima (*Phytophthora infestans*) e pinta-preta (*Alternaria solani*), foi incluído no ensaio, por conter a molécula famoxadona, que tem apresentado efeito no controle da mancha bacteriana nos EUA (Shepherd et al., 2004).

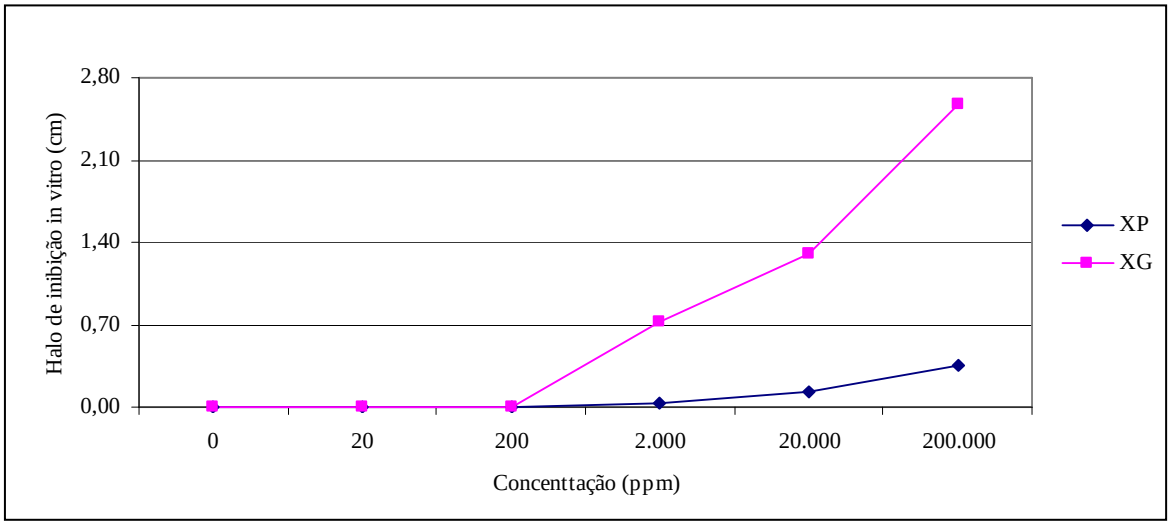

Figura 3.6. Efeito das concentrações do produto famozadona+mancozebe sobre as bactérias *X. perforans* (XP) e *X. gardneri* (XG). Brasília-DF, 2008.

O atual trabalho pode ser considerado o primeiro ensaio de inibição *in vitro* com *X. perforans* e *X. gardneri* no Brasil. Essas espécies têm predominado nas lavouras de tomate para processamento industrial em Goiás, principal produtor da cultura atualmente (Quezado-Duval et al., 2005). A mancha bacteriana, causada por essas espécies, é uma doença de difícil controle, com poucas ferramentas eficientes disponíveis. Porém, neste trabalho verificou-se o potencial de alguns produtos para o controle destas duas espécies, tais como os cloretos de benzalcônio e a famoxadona + mancozebe. O metiram + piraclostrobina mostrou potencial de controle apenas para o isolado de *X. gardneri*.

Em geral, o isolado de *X. perforans* aparentemente mostrou-se menos sensível às moléculas dos produtos testados. Para a confirmação se é uma característica da espécie, vários isolados precisam ser analisados.

3.4 CONCLUSÕES

- Os produtos aos quais os isolados de *X. perforans* e *X. gardneri* são sensíveis à dose recomendada são, cloreto de benzalcônio e famoxadona + mancozebe.

- O produto metiram + piraclostrobina tem ação na dosagem recomendada somente para o isolado de *X. gardneri*. O isolado de *Xanthomonas perforans* é sensível ao produto somente a partir da dosagem dez vezes maior que a dose recomendada.
- Os produtos à base de cobre não têm ação sobre *X. gardneri* e *X. perforans* na dosagem recomendada. As duas espécies somente são sensíveis na dosagem cem vezes superior à recomendada.

3.5 REFERÊNCIAS

ADASKAVEG, J.E.; HINE, R.B. Copper tolerance and zinc sensitivity of Mexican strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causal agent of bacterial spot of pepper. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 69, n. 11, p. 993-996, 1985.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxico fitossanitário**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 29 dez. 2008.

AGUIAR, L.; KIMURA, O.; CASTILHO, A.M.C.; CASTILHO, K.S.C.; RIBEIRO, R.L.D.; AKIBA, F.; CARMO, M.G.F. Resistência ao cobre em isolados nacionais de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* de pimentão e tomateiro. **Agronomia**, Seropédica, v. 34, n. 1, p.78-82, 2000.

BONETI, J. I.S.; KATSURAYAMA, Y. Viabilidade do uso de fosfitos no controle da sarna da macieira. **Agropecuária Catarinense**, Santa Catarina, v. 18, n. 2, p. 51-54, 2005.

BUONAURIO, R.; STRAVATO, V.M.; SCORTICHINI, M. Characterization of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from *Capsicum annuum* L. in Italy. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 78, n. 3, p. 296-299, 1994.

BOUZAR, H.; JONES, J.B.; STALL, F.J.; LOUWS, F.J.; SCHNEIDER, M.; RADEMAKER, J.L.W.; BRUIJN, de; JACKSON, L.E. Multiphasic analysis of xanthomonads causing bacterial spot disease on tomato and pepper in the Caribbean and Central America: evidence for common lineages within and between countries. **Phytopathology,** Saint Paul, v. 89, n. 4, p. 328-335, 1999.

DERCKS, W.; CREASY, L. L. Influence of fosetyl – Al on phytoalexin accumulation in the *Plasmopara viticola*-grapevine interaction. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orland, v. 34, n. 3, p. 203-213, 1989.

GALVINO, S. B. F. **Efeito de fungicida na produção de batata e na disseminação de vírus e detecção dos variantes genéticos PVY^{n-wi} e NE-11 no Brasil**, 2008. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

GUEST, D.; GRANT, B. R. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Reviews**, New York, v. 66, n. 2, p. 159-187, 1991.

HERMES, S., SEEHAUS, K., KOEHLE, H. A strobirulin fungicida enhanges the resitance of tobacco against tobacco mosaic virus and pseudomonas syreingae pv. Tabaci. **Journal Plant Physiology**, Stuttgart, v. 130, n. 1, p. 120-127, 2002.

ISHIDA, A.K.N.; SOUZA, R.M.; RESENDE, M.L.V. Ação contra bacteria. **Cultivar,** Pelotas, v. 1, n. 15, p. 12-14, 2005.

JONES, J. B.; LACY, G. H.; BOUZAR, H.; STALL, R. E.; SCHAAD, N. W. Reclassification of the xanthomonads associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. **Systematic Applied Microbiology**, Stuttgart, v. 27, n. 6, p. 755-762, 2004.

KESSMANN, H., STAUB, T., LIGON, J., OOSTENDORP, M. & RYALS, J. Activation of systemic acquired resistance in plants. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 100, n. 6, p. 359-369, 1994.

KOBAYASTI, L.; SILVA, L.H.C.P.; CAMPOS, J.R.; SOUZA, R.M.; RESENDE, M.L.V.; CASTRO, R.M. Efeito *in vitro* do indutor de resistência acibenzolar-S-metil sobre bactérias patogênicas ao tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 34., 2001, São Pedro. **Resumo...** Brasília: SBF, 2001. p. 293.

LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, M. A.; Doenças bacterianas. In: LOPES, C. A.; ÀVILA, A. C. (Ed.) **Doenças do tomateiro**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 2005, cap. 2, p. 62-64.

MARCO, G.M. & STALL, R.E. Control of bacterial spot of pepper initiated by strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* that differ in sensitivity to copper. **Plant Disease**, Beltsville, v. 67, n. 7, p. 779-781, 1983.

MARINGONI, A.C.; KIMATI, H. Sensibilidade *in vitro* de *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria* (Doidge) Dye de pimentão e de tomateiro a drogas. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 160-172, 1987.

NASCIMENTO, A. D.R. **Efeitos de fosfitos sobre a sanidade das plantas e produtividade na cultura do tomate.** 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

O'GARRO, L.W. Bacterial spot of tomato and pepper on four East Caribbean islands: races, their abundance, distribution, aggressiveness, and prospects for control. **Plant Disease**, Beltsville, v. 82, n. 8, p. 864-870, 1998.

QUEZADO-DUVAL, A.M.; LEITE JÚNIOR, R.P.; LOPES, C.A.; LIMA, M.F.; CAMARGO, L.E.A. Diversity of *Xanthomonas* spp. associated with bacterial spot of processing tomatoes in Brazil. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 1, n. 695, p.101-108, 2005.

QUEZADO-DUVAL, A.M., GAZZOTO FILHO, A., LEITE JÚNIOR, R.P. & CAMARGO, L.E.A. Sensibilidade a cobre, estreptomicina e oxitetraciclina em *Xanthomonas* spp. Associadas à mancha-bacteriana do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira,** Brasília, v. 21, n. 1, p. 670-675, 2003.

QUEZADO-DUVAL, A. M. Q. **Diversidade de Xanthomonas spp. associadas à mancha-bacteriana em tomateiro para processamento industrial no Brasil**. 2003. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitopatologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

QUEZADO-SOARES, A. M.; SILVA, V. L.; GIORDANO, L. de B.; LOPES, C. A. Redução da produtividade de tomateiro para processamento industrial devido à mancha-bacteriana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina**. Resumo...** Petrolina: SOB, 1998. p. 266.

SHEPHERD, C.; WILLIAMS, R.; SOEHNER, S. Controlling fungal and bacterial diseases of tomatoes with TanosTM, a new fungicide from DuPont. In: Momol, M.T.; Jones, J.B. (eds). 1st International Symposium on Tomato Diseases and 19th Annual Tomato Disease Workshop, 19., Florida. **Resumos...** Florida: University of Florida/IFAS Extension/IHS, 2004, p. 48.

SILVA, L. H. C. P. da, **Resistência sistêmica ativada pelo acibenzolar-S-metil contra doenças em tomateiro.** 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SOUSA, M. A. N.de. **Avaliação do efeito do uso de fegatex® no controle de mancha-bacteriana em tomateiro para processamento industrial**. 2006. 43 f. Monografia (Bacharel em Agronomia). Faculdade da Terra de Brasília, Brasília, 2006.

STALL, R.E.; THAYER, P.L. Streptomycin resistance of the bacterial spot pathogen and control with streptomycin. **Plant Disease**, Beltsville, v. 46, n. 6, p. 389-392, 1962.

THAYER, P.L.; STALL, R.E. Effect of variation in the bacterial spot pathogen of pepper and tomato on control with streptomycin. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 51, n. 8, p. 568-572, 1961.

4 CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA BACTERIANA EM MUDAS TOMATEIRO

RESUMO

Foram realizados três experimentos independentes, conduzidos no viveiro comercial de mudas de tomate VIVATI – Viveiro Vale do Tiête, município de Rio Verde – GO, nos períodos de agosto a setembro e novembro a dezembro de 2008. O híbrido utilizado foi o ´Heinz 9553'. Os ensaios foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizados com três repetições. A parcela foi representada por 450 mudas em uma bandeja comercial. Os tratamentos para o primeiro ensaio foram: 1- testemunha; 2- oxicloreto de cobre; 3- hidróxido de cobre; 4- acibenzolar-S-metil; 5- metiram + piraclostrobina; 6 - famoxadona + mancozebe ; 7 – cloretos de benzalcônio 8 - fosfito 9 – hidróxido de cobre (líquido). No segundo e terceiro ensaio não foram incluídos os tratamentos- fostito e hidróxido de cobre (líquido). Esses últimos ensaios diferiram quanto à aplicação de paclobutrazol, realizada no terceiro ensaio. As aplicações dos tratamentos foram realizadas quinze dias após a semeadura com o primeiro par de folhas definido. Os tratamentos foram aplicados via pulverização foliar, utilizando pulverizador costal de barra, de pressão constante. A inoculação foi feita aos 29 dias após a semeadura, com o isolado EH 2008-13 de *Xanthomonas perforans*, originário da própria região. A concentração de inóculo foi de aproximadamente 5 x 10^7 ufc/mL. Para cada tratamento foi utilizada uma bandeja contendo 18 L de suspensão bacteriana. As mudas foram imersas na suspensão por um 1 minuto. Foi avaliada a severidade da mancha bacteriana nos folíolos aos quatorze dias após a inoculação do primeiro e 16 para o segundo experimento, respectivamente. A severidade da doença foi determinada em 15 folíolos de cada parcela. Para tanto utilizou-se o programa Quant 2002. Para o primeiro experimento foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os tratamentos que diferiram da testemunha pelo teste de Tukey (5%), e que também apresentaram as menores severidades médias foram o metiram + piraclostrobina, o oxicloreto de cobre, a famoxadona + mancozebe, o fosfito e o hidróxido de cobre. A maior severidade foi a da testemunha. No segundo experimento não houve diferenças significativas entre os tratamentos. No terceiro, apesar de ter sido detectada diferenças entre os tratamentos, com exceção do metiram + piraclostrobina, que apresentou a maior severidade, os demais não diferiram da testemunha. Acibenzolar-S-metil seguido de famoxadona + mancozebe, foram os únicos que apresentaram severidades inferiores ao da testemunha, sem no entanto diferir da mesma significativamente. Os resultados indicam possível efeito do regulador de crescimento no comportamento dos tratamentos.

Palavras-chave: Indutor de resistência, paclobutrazol, *Xanthomonas perforans*.

ABSTRACT

CHEMICAL PRODUCTS IN THE CONTROL OF THE BACTERIAL SPOT IN SEEDLINGS OF TOMATO

Three independent experiments were carried out at a commercial tomato nursery in Rio Verde, Goiás, during the periods of August to September and November to December of 2008. The hybrid Heinz 9553 was used in all trials. The trials were in a completely randomized design with three replications. The plots were represented by a commercial plantlet trays of 450 cells. The treatments in the first trial were: 1 - control; 2 - copper oxicloreto; 3 - copper hydroxide; 4 - acibenzolar-S-methyl; 5 - metiram + pyraclostrobin, 6 - famoxadone + mancozebe ; 7 – benzalkonium chloride 8 - phosphite 9 – liquid copper hydroxide . whereas in the second and third trials treatments with phosphite and liquid copper hydroxide were not included. The last both trials were carried out simultaneously and differed only in the paclobutrazol application which was made in the third trial. Treatments applications were started fifteen days after sowing corresponding at defined first pair of leaves stage. The products were applied by using a CO_2 portable sprayer with constant pressure. The inoculation occurred at 29 days after sowing, with isolated EH 2008-13 of *Xanthomonas perforans* which was originated from Rio Verde. Plantlets were inoculated with a bacterial suspension made at approximately 5×10^7 ufc/mL (ufc = units of forming colony) concentration. The aerial part of the plantlets were immersed during 1 minute in a 18 L of the bacterial suspension placed in a large plastic tray. Disease severity was evaluated on 15 leaflets per plot at 14 and 16 days after inoculation for the first and second trial, respectively. It was expressed in terms of average percentage of foliar area with symptoms by using the computational program Quant 2002. Significant differences were detected for the first and third trial. For the first experiment significant differences were detected among the. In the former, the check-control presented the greater severity and significantly differed, by Tukey test (5%), from the treatments metiram + pyraclostrobin, famoxadone + mancozebe, phosphite and copper hydroxide, which presented the lesser severities in that order. Despite presenting significant differences, in the third trial, except for treatment metiram + pyraclostrobin, which resulted in the higher disease value, all treatments were not significantly different from the check-control. In that trial, acibenzolar-S-methyl following by famoxadone + mancozebe, were the only ones that presented inferior values comparing with the check-control, however not being significantly different. It can be inferred that interaction between the growth regulator and some treatments should exist.

Key words: resistance inducer, paclobutrazol, *Xanthomonas perforans*.

4.1 INTRODUÇÃO

O cultivo do tomate para indústria é uma atividade que requer alto nível tecnológico e altos investimentos, apresentando custos elevados devido a altas dosagens de adubos, grande demanda de mão-de-obra e várias aplicações de defensivos (Silva & Giordano, 2000). A produção de mudas de tomate para indústria também não foge a essa realidade, sendo necessária tecnologia avançada para obtenção de mudas de boa qualidade. No período da safra também há uma grande demanda de mão-de-obra.

Essa produção de mudas tem sido feita por empresas especializadas que produzem, na maioria das vezes, por encomenda (Seabra Junior, 2002). Nos últimos anos vem sendo utilizadas modificações importantes neste setor, com o emprego basicamente de ambiente protegido, bandeja de plástico rígido com 450 células, tanques de emersão e máquinas de lavagens de bandeja para desinfecção, semeio mecânico, substrato de melhor qualidade, irrigação automatizada, transporte de mudas viabilizando a entrega a longas distâncias entre outros (Vivati, 2009).

A produção de mudas em bandejas em ambiente protegido foi introduzida pelos tomaticultores paulistas em 1985. Esta produção vem substituindo os demais métodos para a produção de mudas, e algumas vantagens podem ser destacadas. Elevação do rendimento operacional na execução de todas as operações. Maximização do aproveitamento da semente e racionalização do uso do espaço e do tempo, inclusive facilitando o manuseio e o transporte da muda para o campo. Também acelera o desenvolvimento da planta, proporcionando colheita precoce (Filgueira, 2003).

Para alcançar o nível tecnológico atual, os empresários viveiristas têm passado por diversos desafios, buscando novas tecnologias fora do Brasil, principalmente na Itália e realizando suas próprias pesquisas. Este sistema empresarial de produção de mudas tem contribuído bastante para o crescimento do setor.

A produção de mudas é um setor de grande importância no Estado de Goiás devido ao Estado ser o maior produtor brasileiro de tomate para indústria (Martins, 2008). Este setor também gera benefícios sociais, uma vez que emprega muita mão-de-obra no período da safra, que vai de janeiro a junho.

O ciclo da muda de tomate pode variar entre 28 a 40 dias, e durante este período, devem ser tomados vários cuidados para formar uma muda de boa qualidade. Medidas fitossanitárias foram estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária

Abastecimento (MAPA) onde a produção de mudas deve ser feita em viveiros com pedilúvio, antecâmaras e telados com malha máxima de 0,239 mm (Instrução Normativa nº 24 de 15/04/2003, do Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Assim, facilita o controle de pragas dentro das estufas, principalmente a mosca-branca (*Bemisia tabaci* raça B) que transmite as geminiviroses.

Condições de alta temperatura e umidade são predominantes dentro do telado no período de produção, tornando o ambiente favorável à ocorrência de doenças, notadamente as veiculadas por sementes. Uma das doenças de importância que atacam as mudas de tomate é a mancha bacteriana. De acordo com Lima (2008)[2], foram registradas perdas na ordem de R$ 80.000,00 e R$ 120.000,00, respectivamente, nos anos de 2001 e 2004, provocadas pela incidência da mancha bacteriana em alguns lotes de mudas, que levou à eliminação dos mesmos.

A mancha bacteriana causada pela *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* é favorecida por temperaturas entre 20ºC a 30ºC e alta umidade relativa (Vale et al., 2004). A doença pode atacar todos os órgãos aéreos da planta, reduz a produtividade pela destruição do tecido foliar e pela derrubada de flores e frutos em formação, também há uma redução dos sólidos solúveis nos frutos pela exposição direta ao sol, causada pela desfolha (Lopes & Quezado-Duval, 2005).

A bactéria penetra na planta através de estômatos ou de ferimentos provocados por equipamentos ou por pequenas partículas de solo movimentadas pelo vento. A disseminação a curta distância se dá por respingos de água e, a longa distância por mudas ou sementes contaminadas (Lopes & Quezado-Duval, 2005).

É uma doença de difícil controle devido à rápida disseminação em condições ambientais favoráveis (umidade e temperaturas elevadas), transmissão por sementes, sobrevivência em plantas voluntárias ou como epífitas em plantas daninhas, pouca eficiência dos produtos químicos e indisponibilidade de cultivares com resistência adequada (Souza, 2006).

O controle químico da mancha bacteriana tem sido feito com antibióticos para uso em agricultura e produtos à base de cobre (Lopes & Quezado-Soares, 2000). No entanto, vários relatos apontam para a baixa eficiência dos mesmos, tendo como uma possível causa o aparecimento de indivíduos resistentes nas populações bacterianas (Marco & Stall, 1983; Bouzar et al., 1999; Aguiar et al., 2000; Quezado-Duval, et al., 2003). Além disso, o uso de antibióticos agrícolas em muitos países ou não é permitido, ou é restrito,

[2] LIMA, Gelson Goulart da Silva. “Comunicação pessoal”, 2008, Vivati: Rio Verde-GO, Brasil.

devido a fatores ligados ao custo, eficiência, proteção ambiental e saúde humana (Mcmanus & Stockwell, 2000).

Atualmente existem, além dos fungicidas cúpricos e antibióticos, outros princípios ativos registrados no MAPA para o controle da mancha bacteriana, o acibenzolar-S-metil e o cloretos de benzalcônio. Uma outra molécula que tem apresentado resultados promissores nos EUA para o controle da mancha bacteriana e da pinta bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) é a famoxadona. Naquele país, o produto comercial Tanos®, que possui 25% de famoxadona em sua composição, é indicado em mistura de tanque com hidróxido de cobre, alternando-se semanalmente com mancozebe ou clorotalonil para o controle de doenças fúngicas (Shepherd et al., 2004). Também se tem comentado a utilização do metiram + piraclostrobina no controle da mancha bacteriana (Junior Jacobelis, 2008).

Os produtos comerciais formulados com base nos princípios ativos mencionados acima, no entanto, ainda não são amplamente adotados devido a uma eficiência variável, falta de ensaios comparativos com produtos tradicionais, desconhecimento, alto custo, ausência nas revendas, entre outros. O objetivo do presente trabalho foi avaliar esses produtos como agentes de controle da mancha bacteriana em mudas de tomate para processamento industrial, com e sem a utilização de regulador de crescimento.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos, ambos conduzidos no viveiro comercial de mudas de tomate VIVATI – Viveiro Vale do Tiête, Fazenda Rio Verdinho localizado na Rodovia GO – 174, Km 11, município de Rio Verde – GO, possuindo coordenadas 17º43’02’’ de latitude Sul 50º59’25’’ de longitude Oeste e 855 m de altitude, nos períodos de agosto a setembro e novembro a dezembro de 2008.

4.2.1 Híbrido de tomate

O híbrido utilizado para os três experimentos foi o Heinz 9553. Este híbrido apresenta crescimento determinado, podendo levar de 110 a 124 dias a sua maturação.

Apresenta teor de sólidos solúveis entre 4,9 a 5,1, é resistente a *Verticillium* raça 1, a *Fusarium* raça 1; *Fusarium* raça 2; a nematóides spp.; a *Stemphylium* spp. (Embrapa, 2003). Em 2006, foi plantada uma área de 1.907 ha deste híbrido, o colocando entre os mais plantados, atrás apenas do Heinz 9992 com uma área de 2.927,5 ha, dados pesquisados pela empresa de sementes Agristar.

4.2.2 Instalação do experimento

4.2.2.1 Primeiro experimento de controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate no período de agosto a setembro de 2008.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com nove tratamentos (Tabela 4.1) e três repetições, sendo a parcela representada por uma bandeja de 450 células (34 cm/68 cm) (Figura 4.1). As bandejas foram preenchidas com substrato de fibra de côco. A semeadura foi mecanizada (máquina semeadora modelo HT 1200), semeando-se uma semente por célula, que foi coberta com vermiculita. As bandejas foram mantidas em uma estufa na área experimental do viveiro.

Tabela 4.1. Tratamentos, ingredientes ativos, concentração do ingrediente ativo, dosagens e número de aplicações dos produtos, nos períodos de 28 de agosto a 9 de setembro de 2008, Rio Verde-GO.

Nº	Tratamentos (Produto Comercial)	Nome técnico (ingrediente ativo)	Concentração de IA	Dose P.C (g, mL/ L)	Número de Aplicações**
1	Testemunha	Convencional* sem aplicação de cobre	-	-	5
2	Recop®	oxicloreto de cobre	840 g/kg	3 g	5
3	Kocide®	hidróxido de cobre (WG)	538 g/kg	3 g	5
4	Bion®	acibenzolar-S-metil	500 g/L	0,05 g	2
5	Cabrio Top®	metiram + piraclostrobina	550g + 50 g/kg	3 g	2
6	Midas®	famoxadona + mancozebe	62,5g + 625 g/kg	2 g	5
7	Fegatex®	cloretos de benzalcônio	100 g/L	2,5 ml	2
8	Hortifós®	fosfito	28% e 26% /L	2 ml	5
9	Supera®	hidróxido de cobre (líquido)	537,44g/L	3,5 ml	5

* Convencional: aplicações de Dithane, Actara e Silwet (5 aplicações durante o ciclo das mudas).

Figura 4.1. Vista geral do experimento inteiramente casualizado com nove tratamentos e três repetições. Rio Verde-GO, 2008.

O início das aplicações dos tratamentos variou de acordo com a época realizadas de cada experimentos, quando as plantas apresentavam o primeiro par de folhas

As aplicações dos tratamentos foram realizadas quinze dias após a semeadura, quando as plantas apresentavam o primeiro par de folhas definido (Figura 4.2). Os tratamentos foram feitos via pulverização foliar, utilizando pulverizador costal de barra, de pressão constante (Figura 4.3). As aplicações foram realizadas 15, 19, 22, 25 e 30 dias após o semeio para os tratamentos T1, T2, T3, T6, T8 e T9. Os tratamentos T4, T5 e T7 receberam duas aplicações que foram feitas aos 19 e 25 dias após a semeadura.

Os tratamentos T1, T3, T4, T5, T6, T7, T8 e T9 receberam pulverizações de Dithane®, Actara® e Silwet®, aos 14, 18, 21, 24 e 29 dias após o semeio. Somente o tratamento T2 recebeu estes produtos em mistura, no mesmo intervalo de aplicação referida para este tratamento (Tabela 4.1). Este tratamento é considerado o convencional no viveiro de mudas onde se realizou o experimento.

Figura 4.2. Mudas de tomateiro com quinze dias após o semeio, com o primeiro par de folhas definidos, Rio Verde-GO, 2008.

Figura 4.3. Pulverização foliar em mudas de tomateiro utilizando pulverizador costal de barra de pressão constante. Rio Verde-GO, 2008.

A inoculação das mudas aconteceu aos 29 dias após a semeadura, com o isolado EH 2008-13 de *Xanthomonas perforans*, originário da própria região. A concentração do inóculo foi de aproximadamente 5 x 10^7 ufc/mL (ufc = unidades formadoras de colônia) (1:10 de A_{600nm} =0,3). Para cada tratamento foi utilizada uma bandeja contendo 18 L de suspensão bacteriana. As mudas foram imersas na suspensão por um minuto.

4.2.2.2 Segundo e terceiro experimentos de controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate no período de novembro a dezembro de 2008

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos (Tabela 4.2) e três repetições, mudando somente, de um ensaio para o outro, a aplicação do regulador de crescimento (paclobutrazol, 0,7 mL/L) aos oito dias após a semeadura no terceiro experimento. Esses ensaios foram realizados concomitantemente. A parcela foi representada por uma bandeja de 450 células (34 cm/68 cm). O preparo das bandejas, semeadura e local de condução foram como descrito para o primeiro experimento (Item: 4.2.2.1).

Tabela 4.2. Tratamentos, ingredientes ativos, concentração do ingrediente ativo, dosagens e número de aplicações dos produtos, no período 4 novembro a 12 de dezembro de 2008, Rio Verde-GO.

Nº	Tratamentos Produto Comercial	Nome técnico (ingrediente ativo)	Concentração de IA	Dose P.C (g, mL/ L)	Número de Aplicações
1	Testemunha	Convencional * (sem aplicação de oxicloreto de cobre)	-	-	6
2	Recop®	oxicloreto de cobre	840 g/kg	3 g	6
3	Kocide®	hídroxido de cobre (WG)	538 g/kg	3 g	6
4	Bion®	acibenzolar-S-metílico	500 g/L	0,1 g	3
5	Cabrio Top®	metiram + piraclostrobina	550g + 50 g/kg	3 g	3
6	Midas®	famoxadona + mancozebe	62,5g + 625 g/kg	2 g	6
7	Fegatex®	cloreto de benzalcônio	100 g/L	2,5 ml	3

* Convencional: aplicações de Dithane®, Actara® e Silwet® (6 aplicações durante o ciclo das mudas).

Os tratamentos também foram feitos via pulverização foliar, utilizando pulverizador costal de barra, de pressão constante (Figura 4.3). As aplicações foram realizadas 11, 15, 18, 22, 25 e 29 após o semeio para os tratamentos T1, T2, T3, T6. Para os tratamentos T4, T5 e T7 as aplicações foram feitas aos 15, 22 e 29 dias após o semeio.

Os tratamentos T1, T3, T4, T5, T6, T7, T8 e T9 receberam pulverizações de Dithane®, Actara® e Silwet®, aos 10, 14, 21, 24 e 28 dias após o semeio. Somente o tratamento T2 que recebeu estes produtos em mistura, idem ao primeiro experimento (Item: 4.2.2.1).

A inoculação ocorreu aos 23 dias após a semeadura, assim como descrito para o primeiro experimento (Item: 4.2.3.1).

4.2.3 Variável estudada e análise estatística

A variável estudada foi a mesma em todos os experimentos. Foi avaliada a severidade da mancha bacteriana nos folíolos aos 14 dias após a inoculação no primeiro e 16 no segundo e terceiro experimentos, respectivamente. Para padronizar as amostragens, foram retiradas 15 mudas de cada repetição baseando-se em um croqui previamente definido. De cada muda, foi retirado o folíolo que apresentava mais sintomas, sendo este fixado em uma folha de papel A4 por uma fita adesiva de dupla face para digitalização da imagem (Figura 4.4).

Para obtenção dos valores de severidade da mancha bacteriana em porcentagem de área foliar lesionada, as imagens foram processadas pelo programa Quant 2002 (Francisco Xavier R. do vale; Elpidio I. Fernandes Filhos; Laércio Zambolim; Jose Ricardo Liberato, Departamento de Fitopatologia, programa computacional para quantificação de doenças, Universidade Federal de Viçosa, versão 1.0 Beta). Os dados foram submetidos à Análise de Variância e teste de médias.

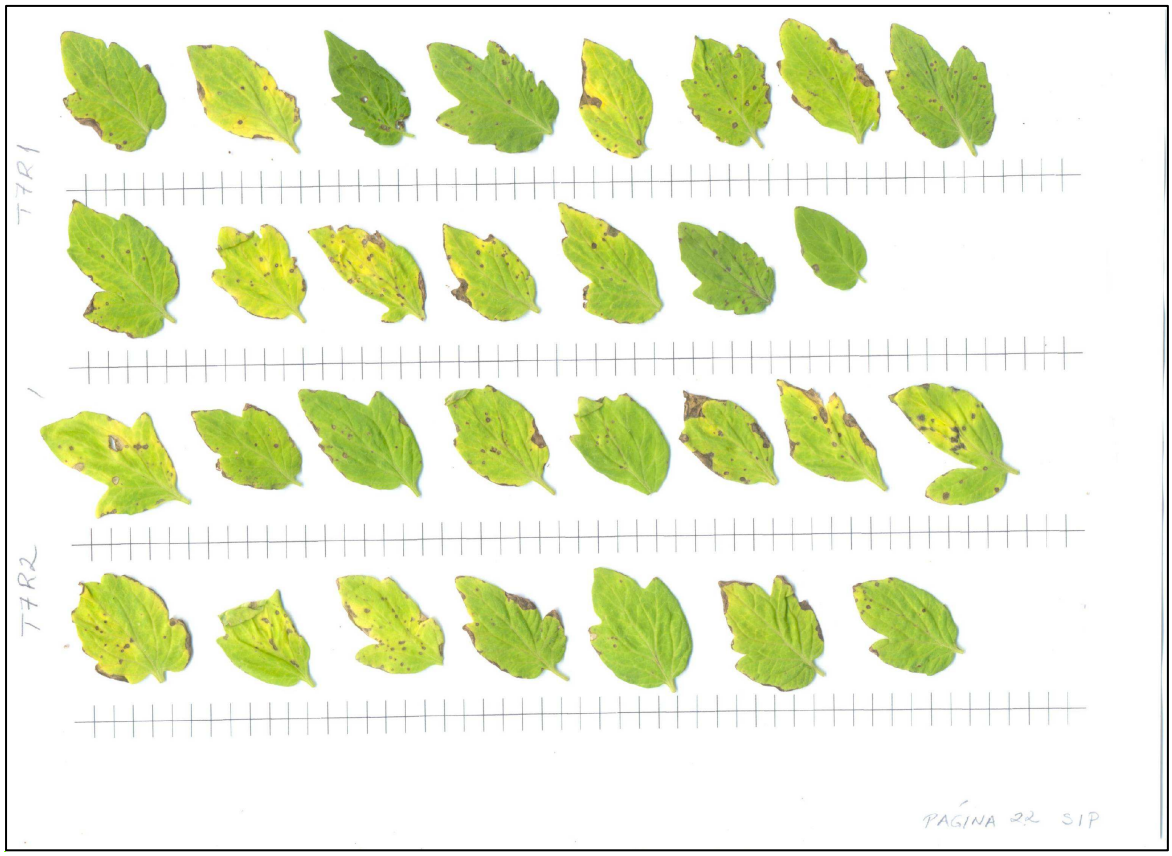

Figura 4.4. Amostra do preparo dos folíolos para digitalização e posterior avaliação da mancha bacteriana pelo programa Quant. Rio Verde-GO, 2008.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Primeiro experimento de controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate no período de agosto a setembro de 2008

Foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos (P=0,00). Pelo teste de Tukey (5%), a menor severidade média foi apresentada pelo tratamento T5 (metiram + piraclostrobina) seguida do T2 (oxicloreto de cobre) e do T6 (famoxadona + mancozebe), T8 (fosfito) e T3 (hidróxido de cobre), que diferiram da testemunha (Tabela 4.3).

Tabela 4.3. Severidade da mancha bacteriana nos folíolos das mudas de tomate, aos quatorze dias após a inoculação, em função dos tratamentos (Primeiro experimento realizado de agosto a setembro de 2008). Rio Verde-GO, 2008.

Tratamentos	Severidade (%)
1- testemunha	13,60 a
2- oxicloreto de cobre	3,31 c
3- hidróxido de cobre (WG)	4,42 bc
4- acibenzolar-S-metil 5g	11,49 ab
5- metiram + piraclostrobina	2,74 c
6- famoxadona + mancozebe	3,34 c
7- cloreto de benzalcônio	6,00 abc
8- fosfito	3,65 bc
9- hidróxido de cobre (líquido)	6,79 abc
CV%	42,54

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

4.3.2 Segundo experimento de controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate no período de novembro a dezembro de 2008

No segundo experimento não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos (P=0,42). Apenas os tratamentos T2 (oxicloreto de cobre), T3- hidróxido de cobre, T4- acibenzolar-S-metil e T7 (cloreto de benzalcônio) apresentaram valores médios de severidade inferiores à testemunha, sendo a maior severidade apresentada pelo T5 (metiram + piraclostrobina) com 8,14% e a menor pelos tratamentos T2 e T7 ambos com 4,43% de severidade (Tabela 4.4).

Tabela 4.4. Severidade da mancha bacteriana nos folíolos das mudas de tomate, aos dezesseis dias após a inoculação, em função dos tratamentos (Segundo experimento realizado de novembro a dezembro de 2008). Rio Verde-GO, 2008.

Tratamentos	Severidade (%)
1- testemunha	6,21 [NS 1]
2- oxicloreto de cobre	4,43
3- hidróxido de cobre (WG)	5,89
4- acibenzolar-S-metil	5,43
5- metiram + piraclostrobina	8,14
6- famoxadona + mancozebe	6,27
7- cloretos de benzalcônio	4,43
CV%	21,53

[1] NS, não foi significativo pelo teste de Tukey a 5%.

4.3.3 Terceiro experimento de controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate no período de novembro a dezembro de 2008 utilizando regulador de crescimento (paclobutrazol)

No terceiro experimento, utilizando regulador de crescimento (paclobutrazol), foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos (P=0,001). Os únicos tratamentos que apresentaram valores médios de severidade inferiores à testemunha foram o acibenzolar-S-metil e o famoxadona + mancozebe, no entanto, sem diferir significativamente desta. Esses tratamentos diferiram, pelo teste de Tukey, do tratamento metiram + piraclostrobina (Tabela 4.5). O tratamento metiram + piraclostrobina apresentou a maior severidade da manha bacteriana e diferiu dos tratamentos testemunha, acibenzolar-S-metil e famoxadona + mancozebe

Tabela 4.5. Severidade da mancha bacteriana nos folíolos das mudas de tomate, aos dezesseis dias após a inoculação, em função dos tratamentos, com aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol. Rio Verde-GO, 2008.

Tratamentos	% severidade
1- testemunha	5,33 b
2- oxicloreto de cobre + mancozebe	7,13 ab
3- hídroxido de cobre (WG)	6,06 ab
4- acibenzolar-S-metil	3,44 b
5- metiram + piraclostrobina	9,98 a
6- famoxadona + mancozebe	4,92 b
7- cloretos de benzalcônio	6,05 ab
CV%	36,62

* médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

4.3.4 Análise de correlação entre os ensaios realizados em novembro a dezembro de 2008 (segundo e o terceiro experimento)

A correlação entre as médias do segundo experimento (sem paclobutrazol) e do terceiro experimento (com paclobutrazol) não foi significativa (P=0,24). Nota-se que alguns produtos utilizados no segundo e terceiro experimento podem ter comportamento diferenciado quando da utilização do regulador de crescimento "paclobutrazol" (Figura 4.5). O tratamento T2 (oxicloreto de cobre) e T7 (cloreto de benzalcônio) apresentaram severidade da mancha bacteriana menor sem aplicação do regulador de crescimento, ambos com 4,43% de severidade. Já com a utilização do regulador de crescimento (terceiro experimento) a severidade destes tratamentos foi maior (T2- 7,13% e T7- 6,05%) (Figura 4.5). Os tratamentos T4 (acibenzolar-S-metil) e T6 (famoxadona + mancozebe) tiveram maior severidade sem aplicação do regulador de crescimento do que com a aplicação (5,43% e 6,27% versus 3,44% e 4,92%, respectivamente) (Figura 4.5).

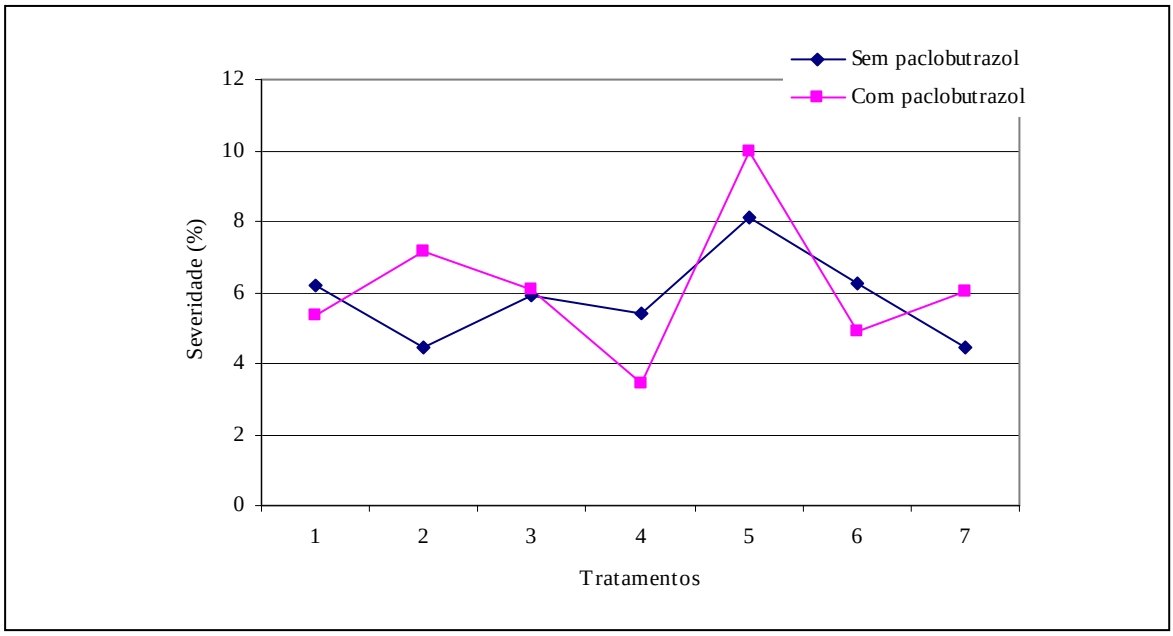

Figura 4.5. Dispersão das médias da severidade da mancha bacteriana em mudas de tomateiro, tratadas com produtos químicos, nos ensaios realizados em novembro a dezembro de 2008 (segundo e terceiro experimento). Onde: 1- testemunha, 2- oxicloreto de cobre + mancozebe, 3- hídroxido de cobre (WG), 4- acibenzolar-S-metil, 5- metiram + piraclostrobina, 6- famoxadona + mancozebe e 7- cloretos de benzalcônio. Rio Verde-GO, 2008.

Dos três experimentos realizados somente no segundo experimento não foi possível atestar diferenças significativas entre os tratamentos. Porém, apenas no primeiro experimento alguns tratamentos diferiram da testemunha. Observando-se os resultados dos três experimentos, nota-se certa variação na consistência no desempenho dos produtos quanto à capacidade em reduzir a severidade da mancha bacteriana.

No primeiro experimento, onde se detectou diferenças significativas entre os tratamentos, todos os tratamentos apresentaram valores de severidade da doença inferiores aos da testemunha, porém apenas cinco tratamentos (metiram + piraclostrobina, oxicloreto de cobre, famoxadona + mancozebe, hidróxido de cobre WG e fosfito) foram significativamente distintos.

A eficiência do metiram + piraclostrobina em reduzir a doença neste experimento corrobora com comentário feito em apresentação no II Congresso Brasileiro de Tomate Industrial, sobre bons resultados no controle da mancha bacteriana em condições de campo obtidos pela empresa fabricante (Junior Jacobelis, 2008). Porém, foi um produto um pouco contraditório nos experimentos subseqüentes. Informações sobre o modo de ação do mesmo para a mancha bacteriana ainda não estão completamente esclarecidos. Deduz-se,

com os resultados apresentados neste trabalho (Capítulo 1), de sua ação bactericida sobre os isolados estudados de *X. perforans* e *X. gardneri*.

Os produtos à base de cobre, com exceção do hidróxido de cobre líquido, cuja quantidade de cobre inferior ao cobre WG, tiveram resultados satisfatórios nesse primeiro experimento. Esses produtos são tradicionalmente utilizados para o controle da mancha bacteriana e outras bacterioses foliares da cultura (Miller et al., 1998; Louws et al., 2001). Sua eficiência, no entanto, parece ser dependente da sensibilidade intrínseca das estirpes predominantes na lavoura. Já que se conhecem relatos de resistência *in vitro* (Marco & Stall, 1983; Bouzar et al., 1999; Aguiar et al., 2000; Quezado-Duval et al., 2003). Para o isolado utilizado nos três experimentos, essa característica ainda não foi determinada.

Produtos à base de cobre são geralmente utilizados por produtores de mudas e de tomateiro estaqueado em mistura com mancozebe, pois a eficiência de controle de bacterioses foliares parece ser aumentada (Marco & Stall, 1983). Vale ressaltar que, apesar de ser uma prática comum a utilização do cobre + mancozeb em vários países, no Brasil esta mistura não é regulamentada pelo MAPA.

Apesar de ter apresentado um resultado positivo na redução da severidade da mancha bacteriana, o uso do produto famoxadona + mancozebe, segundo descrito no rótulo do produto comercial, não é recomendado em culturas hidropônicas, ou plantas em vasos ou outros recipientes ou em condições de estufa/casa-de-vegetação. Essa recomendação deve está associada a sua classificação toxicológica (Anexo 4A). O produto foi incluído no experimento para que se visualizar um possível efeito de controle, sem as interferências observadas a campo, já que a famoxadona está contida em um produto americano, o Tanos®, que é recomendado para o controle da mancha bacteriana, entre outras doenças (Shepherd et al., 2004; Lewis et al., 2005). Nos testes *in vitro* (Capítulo 1), famoxadona + mancozebe, mostraram ação bactericida aos isolados das espécies de *X. perforans* e *X. gardneri*.

Em campo foi observado uma tendência na redução da severidade da macha bacteriana com a utilização de fosfito (Nascimento, 2006; Nascimento et al., 2008). O resultado do primeiro experimento suporta essa tendência. Foi observado em plantas de feijoeiro um aumento da atividade de peroxidase, nas plantas tratadas com fosfito comparadas com as não tratadas. Segundo Jackson et al. (2000), o fosfito induz a formação de mecanismos naturais de autodefesa na planta, inibindo a progressão dos patógenos. No teste *in vitro* o fosfito não apresentou atividade direta sobre o patógeno, indicando assim a sua possível ação de indução de resistência.

Acibenzolar-S-metil, apesar de não ter diferenciado significativamente da testemunha no primeiro experimento deste trabalho, tem se mostrado eficiente em ensaios de casa-de-vegetação visando o controle da mancha bacteriana (Jones et al., 2005; Obradovic et al., 2005) Este produto é um indutor de resistência, e no teste *in vitro* (Capitulo 1), assim como o fosfito, não apresentou ação direta sobre os isolados estudados.

Apesar dos tratamentos determinados no segundo e terceiro experimento não terem sido delineados em um experimento fatorial, com um fator A sendo determinado à aplicação de paclobutrazol e o fator B aos tratamentos, a análise de correlação deu uma indicação de que a interação entre paclobutrazol e produtos deve de fato existir.

A utilização de reguladores de crescimento faz parte de uma das práticas utilizadas na produção de mudas, pois um dos problemas comumente observado é o rápido desenvolvimento da parte aérea, podendo ocorrer o estiolamento, com formação de mudas alongadas, frágeis e com poucas raízes. Mudas alongadas causam problemas no sistema de distribuição da transplantadeira mecânica, resultando em falhas no transplantio. Além disso, plantas estioladas tendem a ser menos resistentes aos estresses ambientais ou a determinadas doenças, principalmente por ocasião do transplantio (Nascimento et al., 2003).

Comparando-se visualmente as plantas do segundo com as do terceiro experimento, nota-se uma diferença no porte, onde as plantas sem a utilização do paclobutrazol são mais alongadas do que as plantas tratadas com o produto (Figura 4.6).

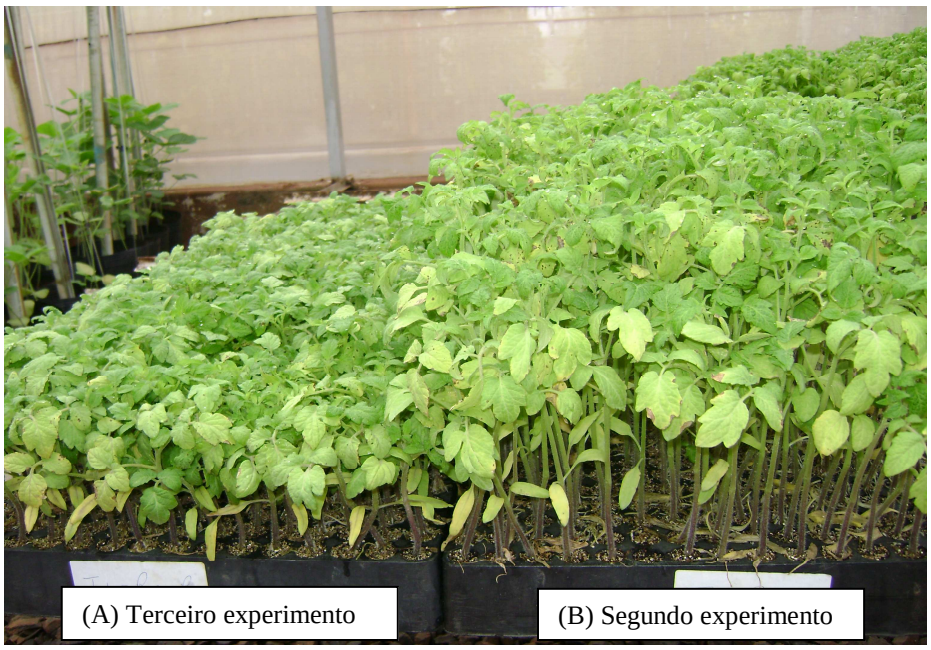

Figura 4.6. Mudas de tomateiro estioladas (B) sem aplicação do regulador de crescimento e mudas com aplicação do regulador de paclobutrazol aos 16 dias após a inoculação. RioVerde-GO, 2008.

O produto paclobutrazol é um inibidor da síntese de giberelinas, causando redução do crescimento das plantas e pertence ao grupo dos triazóis (Magnitskiy, 2004). Nascimento et al. (2003) avaliaram a aplicação dos produtos ethefon, uniconazole e paclobutrazol via pulverização foliar para retardar o crescimento das mudas de tomateiro. Estes autores observaram que todos os produtos retardaram o crescimento das plantas e não diferiram entre si. Diferentemente de ethefon e uniconazole, paclobutrazol afetou a qualidade das mudas, reduzindo a produção de massa seca, tanto na parte aérea como nas raízes. De acordo com os autores o paclobutrazol necessita de estudos, pois depois de ser aplicado nas mudas, exige aplicação de giberelina para reverter o efeito causado pelo mesmo.

Segundo Bovi & Minami (1999), ao retardar o crescimento das plantas, o paclobutrazol aumenta a "dureza" das mesmas, tornando-as mais resistentes a estresses ambientais bem como a determinadas doenças. Neste trabalho, a ação do paclobutrazol em reduzir a severidade da mancha bacteriana não foi estudada especificamente. Porém, observando-se a Figura 4.5, aparentemente houve influência do mesmo na eficiência em reduzir a severidade desta doença para determinado produto, como o acibenzolar-S-metil. A combinação do paclobutrazol com acibenzolar-S-metil, diminuiu a severidade da pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), em experimento de campo realizado no Canadá (Pitblado, 2001). Resultado semelhante foi relatado por Mahesaniya et al. (2008), onde o acibenzolar-S-metil em combinação com paclobutrazol reduziu o número de lesões provocadas pela pinta-bacteriana e também o efeito fitotóxico que era observado quando o ASM era utilizado sozinho. Segundo os autores, esta combinação pode ser uma ferramenta efetiva para proteger as mudas de tomateiro contra a pinta bacterina.

A interação com ASM foi observada também com bacteriófagos, vírus que especificamente infectam bactérias. Observou-se uma redução na severidade da mancha bacteriana do tomateiro em casa-de-vegetação, resultando em um melhor controle, ao utilizar ASM em interação com bacteriófagos. Os autores observaram ainda que, lesões necróticas típicas de reação de hipersensibilidade, provocadas pelo indutor, eram prevenidas pela aplicação dos bacteriófagos (Obradovic et al., 2005).

Por outro lado, outros produtos apresentaram aparentemente efeito inverso, com aumento da severidade no experimento onde o paclobutrazol foi aplicado, tais como, oxicloreto de cobre + mancozebe e cloretos de benzalcônio (Figura 4.5). Os produtos a base de cobre no primeiro experimento e segundo experimento sem a aplicação do paclobutrazol apresentaram severidade menor que da testemunha, já no terceiro experimento com aplicação do

regulador de crescimento, a severidade foi maior que da testemunha. Com relação aos cloretos de benzalcônio, apesar do efeito bactericida observado por Souza (2006) e no presente trabalho, não foi possível confirmar sua ação em reduzir significativamente a mancha bacteriana. Melhor controle por parte deste produto foi observado quando o mesmo foi aplicado imediatamente antes da inoculação (Souza, 2006). Já nos experimentos aqui relatados, a aplicação do produto foi diferente, sendo que para o primeiro experimento a aplicação do produto foi feita aos dez e quatro dias antes da inoculação e para o segundo e terceiro experimento a aplicação do produto foi realizada aos oito e um dias antes da inoculação.

Considerando o curto período de tempo na produção de mudas (cerca de trinta dias), para a realização de experimentos de avaliação da eficiência de produtos em condições de infecção artificial (inoculação), a época de aplicação dos produtos em relação à da inoculação pode ter influência no desempenho dos mesmos. Observou-se uma redução na severidade da queima das folhas das mudas de inhame com a aplicação do ASM na dose de 15 g i.a/100 l de água, quando a aplicação foi realizada 15 dias antes da inoculação com *Curvularia eragrostides*, mas não aos dez e 30 dias (Soares et al., 2008). Segundo Uknes et al. (1996), o intervalo entre a aplicação do indutor e a inoculação do patógeno é essencial para a indução de proteção.

Observando-se o comportamento de tratamentos comuns no primeiro e segundo ensaio, alguns produtos como o produto metiram + piraclostrobina e famoxadona + mancozebe apresentaram menor severidade para o primeiro experimento e maior severidade para o segundo, embora a irrigação, aplicação dos produtos, adubação, ambiente de cultivo dos ensaios terem sido semelhantes para todos os experimentos. No entanto, esses ensaios foram conduzidos em épocas distintas, tendo sido observado uma maior nebulosidade por ocasião da condução do segundo e terceiro experimentos. Este fato talvez tenha influenciado a aparente variação dos resultados. Notou-se que no primeiro ensaio as plantas, apesar de não terem recebido aplicação de paclobutrazol, apresentavam aparentemente um porte menor do que as plantas do segundo ensaio que estavam bem estioladas (Figura 4.7).

A condição ideal da mancha bacteriana nas mudas seria severidade zero, já que a doença tem crescimento exponencial (Marcuzzo, 2008) e mesmo um nível baixo de inóculo inicial poderia resultar em alta severidade no campo e consequente perda na produção. Da mesma forma com que seria desejável um nível zero de células bacterianas

associadas às sementes. Nos experimentos realizados não foi observado nenhum produto que apresentasse severidade zero, talvez devido à quantidade de inóculo aplicada. Porém, vale ressaltar que a quantidade de inóculo que aparece em um viveiro normalmente é bem menor.

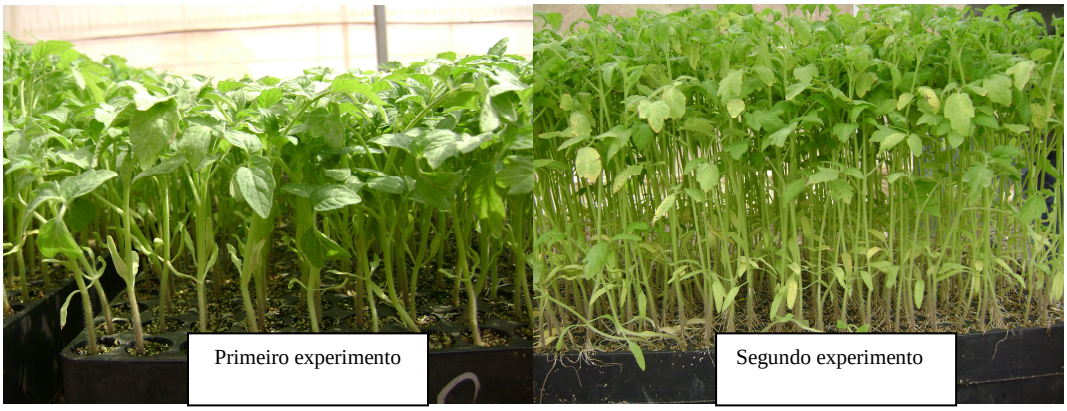

Figura 4.7. Diferença entre o crescimento das mudas de tomateiro no período de agosto a setembro no primeiro experimento e novembro a dezembro no segundo experimento. Rio Verde-GO, 2008.

4.4 CONCLUSÕES

- Os produtos metiram + piraclostrobina, oxicloreto de cobre, famoxadona + mancozebe, fosfito e hidróxido de cobre reduzem a severidade da mancha bacteriana em mudas em agosto de 2008.
- Não foi possível atestar a eficiência dos produtos oxicloreto de cobre + mancozebe, hídroxido de cobre (WG), acibenzolar-S-metil, metiram + piraclostrobina, famoxadona + mancozebe e cloretos de benzalcônio no mês de novembro para o c da mancha bacteriana.
- O regulador de crescimento parece afetar o comportamento de alguns produtos para mais ou para menos em relação à severidade da mancha bacteriana em mudas de tomateiro.

4.5 REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Sistema de agrotóxico fitossanitário**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 29 dez. 2008.

AGUIAR, L.; KIMURA, O.; CASTILHO, A.M.C.; CASTILHO, K.S.C.; RIBEIRO, R.L.D.; AKIBA, F.; CARMO, M.G.F. Resistência ao cobre em isolados nacionais de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* de pimentão e tomateiro. **Agronomia**, Seropédica, v. 34, n. 1, p. 78-82, 2000.

BOUZAR, H.; JONES, J.B.; STALL, F.J.; LOUWS, F.J.; SCHNEIDER, M.; RADEMAKER, J.L.W.; BRUIJN, de; JACKSON, L.E. Multiphasic analysis of xanthomonads causing bacterial spot disease on tomato and pepper in the Caribbean and Central America: evidence for common lineages within and between countries. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 89, n. 4, p. 328-335, 1999.

BOVI, J.E.; MINAMI, K. Condicionamentos mecânicos de mudas de tomateiro (lycopersicon esculentum Mill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 97-101, 1999.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Cultivo de tomate para industrialização**. 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/cultivares.htm>. Acesso: 5 nov. 2008.

FIGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas:** agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003. 333 p.

FRIEDRICK, L.; WEIMANN, K.; NEGROTTO, D.; GORLACH, J.; LANAHAN, M.; SALMERON, J.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Reduction of risk for growers: methods for the development of disease-resistance crops. **New Phytologist**, Cambridge, v. 133, n. 1, p. 3-10. 1996.

JACKSON, T. J.; BURGUESS, T.; COLQUHOUN, I.; HARDY, G. E. S. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, London, v. 49, n. 1, p. 147-154, 2000.

JONES, J. B.; MOMOL, M. T.; OBRADOVIC, A.; BALOGH, B.; OLSON, S. M. Bacterial spot management on tomatoes. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 1, n. 695, p. 119-123, 2005.

JUNIOR JACOBELIS, W. BASF no Mundo. **Palestra no II Congresso Brasileiro de tomate industrial**. Disponível em: <http://www.congressotomate.com.br/>. Acesso em: 6 nov. 2008.

LEWIS, M. L. I; MERA, J. R.; MILLER; S. A. **Evaluation of fungicides and bactericides for the control of foliar and fruit diseases of processing tomatoes**. 2005. Disponível em: <http://www.ag.ohio-state.edu/~vegnet/library/res04/tomato.pdf>. Acesso em: 4 out. 2008.

LOPES, C. A.; QUEZADO-SOARES, A. M. Doenças causadas por bactérias em tomate. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doenças de plantas:** hortaliças. 2 ed. Viçosa: UFV, 2000. v. 2. cap. 5, p. 754-784.

LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, M. A.; Doenças bacterianas. In: LOPES, C. A.; ÀVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 2005, cap. 2, p. 62-64.

LOUWS, F. J., WILSON, M., CAMPBELL, H. L., CUPPELS, D. A., JONES, J. B., SHOEMAKER, P. B., SAHIN, F., AND MILLER, S. A. Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 85, n. 5, p. 481-488, 2001.

MAGNITSKIY, S. V. **Controlling seedling height by treating seeds with plant growth regulators**. 2004. 157 f. Dissertation (Major Field: Horticulture and Crop Science)-Ohio State University, Ohio, 2004.

MAHESANIYA, A.; MACHADO, V. S. ; PITBLADO, R. COLLEGE, R.; KHAN, A.; CUPPELS, D. **Efficacy of acibenzolar-S-methyl and paclobutrazol for the control of bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) in tomato plug transplants.** Disponível em: <http://www.worldtomatocongress.com/presentations/Poster/P19%20Ron%20Pitblado.pdf .> Acesso em: 23 dez. 2008.

MARCO, G.M. & STALL, R.E. Control of bacterial spot of pepper initiated by strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* that differ in sensitivity to copper. **Plant Disease**, Beltsville, v. 67, n. 7, p. 779-781, 1983.

MARCUZZO, L. L**. Epidemiologia e previsão da mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro**. 2008. 68 f. Tese (Doutorado em agronomia: Fitopatologia)-Universidade de Passo Fundo Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Passo Fundo, 2008.

MARTINS, A. M. B. **Programa de prevenção e controle de pragas em tomate.** Disponível em: <http://www.agrodefesa.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=77>. Acesso em: 20 dez. 2008.

MCMANUS, P.; STOCKWELL, V. **Antibiotics for plant disease control:** silver bullets or rusty sabers? APSnet Feature Story. 2000. Disponível em: <http://www.APSFeatures\antibiotics.html>. Acesso em: 10 jun. 2008.

MILLER, S. A.; SAHIN, F.; DENNING, A.; KOTON, R.; ABBASI, P. Management of Bacterial spot of tomato, 1997. **Biological and Cultural Test**, Saint Paul**,** v. 13, n. 34, p. 108, 1998.

NASCIMENTO, A. R.; FERNANDES; P. M.; ROCHA, M. R. da; SILVA, E. A. da. Fontes de fosfito e acibenzolar-S-metil no controle de doenças e produtividade do tomateiro**. Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 53-59, 2008.

NASCIMENTO, A.D. R. **Efeitos de fosfitos sobre a sanidade das plantas e produtividade na cultura do tomate**. 2006. 71 f. Tese (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal)-Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

NASCIMENTO, W. M.; SALVALAGIO. R.; SILVA. J. B. C. **Condicionamento químico do crescimento de mudas de tomate**. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/olfg4046c.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2008.

OBRADOVIC, A., J. B. JONES, M. T. MOMOL, S. M. OLSON, L. E. JACKSON, B. BALOGH, K. GUVEN, AND F. B. IRIARTE. Integration of biological control agents and systemic acquired resistance inducers against bacterial spot on tomato. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, n. 7, p.712-716, 2005.

PITBLADO, R. **The development of pest management strategies for insects and plant diseases in processing tomatoes**. 2001. Disponível em <http://www.worldtomatocongress.com/presentations/Poster/P19%20Ron%20Pitblado.pdf >. Acesso em: 20 out. 2008.

QUEZADO-DUVAL, A.M., GAZZOTO FILHO, A., LEITE JÚNIOR, R.P. & CAMARGO, L.E.A. Sensibilidade a cobre, estreptomicina e oxitetraciclina em *Xanthomonas* spp. Associadas à mancha-bacteriana do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira,** Brasília, v. 21, n. 1, p. 670-675, 2003.

SEABRA JUNIOR, S. **Produção de pepino em função da idade das mudas produzidas em recipientes com diferentes volumes de substrato**. 2002. 51 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura)-Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Junior de Mesquita filho”, Botucatu, 2002.

SHEPHERD, C.; WILLIAMS, R.; SOEHNER, S. Controlling fungal and bacterial diseases of tomatoes with TanosTM, a new fungicide from DuPont. In: Momol, M.T.; Jones, J.B. (eds). 1st International Symposium on Tomato Diseases and 19th Annual Tomato Disease Workshop, 19., Florida. **Resumos...** Florida: University of Florida/IFAS Extension/IHS, 2004, p. 48.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. Produção mundial e nacional. In: SILVA, J.B.C. GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Comunicação para transferência de tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. cap. 1, p. 8-11.

SOARES, A.C. F.; PEREZ, J. O.; SOUSA, C. D. S.; GARRIDO, M. D. S.; ALMEIDA, N. S. Eficiência do acibenzolar-s-metil na proteção de plantas de inhame a *Curvularia eragrostides.* **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 147-151, 2008.

SOUSA, M. A. N.de. **Avaliação do efeito do uso de fegatex® no controle de mancha-bacteriana em tomateiro para processamento industrial**. 2006. 43 f. Monografia (Bacharel em Agronomia)-Faculdade da Terra de Brasília, Brasília, 2006.

VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M. ALVARENGA, M. A. R. Tomate produção em campo, em-casa-de-vegetação e em hidroponia. In: ALVARENGA,

M. A. R. (Ed.). **Manejo integrado das doenças do tomateiro:** epidemiologia e controle. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, 2004. cap, 9, p. 287-308.

VIVATI. **Mudas de Hortaliças**. Disponível em: <http://www.vivati.com.br/>. Acesso em: 8 jan. 2009.

UKNES, S.; VERNOIJ, B.; MORRIS, S.; CHANDLER, D.; STEINER, H.; SPECKER, N.; HUNT, M.; NEUENSCHWANDER, U.; LAWTON, K.; STARRET, M.; FRIEDRICK, L.; WEIMANN, K.; NEGROTTO, D.; GORLACH, J.; LANAHAN, M.; SALMERON, J.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Reduction of risk for growers: methods for the development of disease-resistance crops. **New Phytologist**, Cambridge, v. 133, n. 1, p. 3-10. 1996.

ANEXO

Anexo 4A. Produtos com suas respectiva classificação toxicológica, ambiental e para quais doenças o produto esta registrado.

Produtos	Ingrediente ativo	Classificação toxicológica	Classificação ambiental	Registro p/ doenças do tomate
Recop®	óxido Cuproso	IV	III	*Phytophthora infestans*
Kocide®	hidróxido de cobre	III	II	*Alternaria solani* *Xanthomonas vesicatoria* *Phytophthora infestans*
Bion®	acibenzolar-S-metil	III	III	*Alternaria solani* *Phytophthora infestans*
Cabrio top®	metiram + piraclostrobina	III	II	*Alternaria solani* *Xanthomonas vesicatoria* *Pseudomonas syringae pv. tomato* *Alternaria solani* *Phytophthora infestans*
Midas®	famoxadona + mancozebe	II	II	*Septoria lycopersici* *Phytophthora infestans*
Fegatex®	cloreto de benzalcônio	III	III	*Alternaria solani* *Xanthomonas vesicatoria*
Supera®	hidróxido de cobre	III	III	*Xanthomonas vesicatoria* *Alternaria solani* *Phytophthora infestans*

Fonte: Agrofit (2008).

5 CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA BACTERIANA DO TOMATE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL EM CAMPO

RESUMO

Com o objetivo de avaliar produtos químicos no controle da mancha bacteriana em tomateiro para para processamento industrial, foram conduzidos dois experimentos na área experimental da Unilever Bestfoods, em Goiânia-GO, de fevereiro a junho de 2007 e abril a agosto de 2008. O primeiro foi com o híbrido Heinz 9992 em blocos casualizados, com 15 tratamentos e três repetições. Inoculou-se *Xanthomonas perforans*. Já o segundo ensaio foi fatorial em parcelas subdivididas em blocos ao acaso com três repetições. O fator A foi os híbridos Hypeel 108 e U2006 e o fator B tratamentos. Inoculou-se *X. perforans* e *X. gardneri* em momentos distintos. Os tratamentos do primeiro ensaio foram: 1. Testemunha; 2. acibenzolar-S-metil (ASM)-hidróxido de cobre (WG); 3. acibenzolar-S-metil / hidróxido de cobre (WG); 4. acibenzolar-s-metil; 5. acibenzolar-s-metil / hidróxido de cobre (WG); 6. acibenzolar-s-metil / famoxadona + mancozebe; 7. acibenzolar-S-metil / famoxadona + mancozebe; 8. famoxadona + mancozebe; 9. metiram + piraclostrobina com quatro aplicações; 10. metiram + piraclostrobina / ; 11. hídroxido de cobre (WG); 12. fosfito PK; 13. óxido cuproso ; 14. hidróxido de cobre (SC); e 15. hidróxido de cobre (WP). Os tratamentos do segundo ensaio foram: 1. água; 2. acibenzolar-S-metil / hidróxido de cobre(WG); 3. acibenzolar-S-metil; 4. hidróxido de cobre (WG); 5. cloreto de benzalcônio; 6. acibenzolar-S-metílico / famoxadona + mancozebe; 7. famoxadona + mancozebe; 8. fosfito/ Supra Cu ; 9. fosfito e 10. metiram + piraclostrobina. Para ambos experimentos, foram avaliados severidade da doença, número de frutos com sintomas e produtividade. No segundo experimento foi também avaliado número de fruto com escaldadura. Para o primeiro experimento, diferenças significativas da severidade da mancha bacteriana nas folhas entre os tratamentos foram detectadas apenas para os dados da primeira e da segunda avaliação, mas nenhum dos tratamentos diferiu da testemunha. A menor severidade média foi apresentada pela combinação do ASM - famoxadona + mancozebe. Quanto à produtividade e número de frutos com sintomas, não houve diferença significativa entre os tratamentos. No segundo experimento, à severidade foliar na primeira avaliação, significância foi detectada para fator A e interação fator A X fator B. U2006 foi mais resistente do que Hypeel 108. O inverso ocorreu quanto ao número de frutos com sintomas. Menor severidade foliar foi dada com o ASM na primeira avaliação e por ASM - hidróxido de cobre, na segunda avaliação. Para produtividade, U2006 foi significativamente mais produtivo do que Hypeel 108, havendo também diferença significativa entre os tratamentos químicos. Porém, nenhum deles diferiu da testemunha. Para número de frutos com sintomas e número de frutos com escaldadura não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos químicos (fator B).

Palavras-chave: *Xanthomonas*, produtos indutores de resistência, produtos de contato.

ABSTRACT

CHEMICAL CONTROL OF THE BACTERIAL SPOT OF THE TOMATO FOR INDUSTRIAL PROCESSING IN FIELD

In order to evaluate chemical products for the bacterial spot control of the bacterial spot of processing tomatoes, two experiments were conducted at the experimental farm Unilever Bestfoods, in Goiânia-GO. The trials occurred during the period of February to June of 2007 and April to August of 2008, respectively. The first onewas in a complete block randomized block design, with 15 treatments and three replications. The hybrid uses was Heinz 9992 and the inoculation was with *Xanthomonas perforans*. The second trial was in a split-plot completely randomized block design with factor A as variety (Hypeel 108 and U2006) and factor B as 10 treatments of chemical foliar applications. *Xanthomonas perforans* and *X. gardneri* were inoculated in distinct moments. The treatments of the first trial were: 1. check control; 2. acibenzolar-S-methyl (WG) - copper hydroxide; 3. acibenzolar-s-methyl / copper hydroxide (WG); 4. acibenzolar-s-methyl; 5. acibenzolar-s-methyl / copper hydroxide (WG); 6. acibenzolar-s-methyl / famoxadone + mancozebe; 7. acibenzolar-S-methyl / famoxadone + mancozebe; 8. famoxadone + mancozebe; 9. metiram + pyraclostrobin with four applications; 10. metiram + pyraclostrobin /; 11. copper hídroxido (WG); 12. Fosfito PK; 13. oxide cuproso; 14. copper hydroxide (SC); and 15. copper hydroxide (WP). The treatments of the second rehearsal were: 1. water; 2. acibenzolar-S-metílico / cobre(WG hydroxide); 3. acibenzolar-S-methyl; 4. copper hídroxido (WG); 5. benzalkonium chloride ; 6. acibenzolar-S-metyl / famoxadone + mancozebe; 7. famoxadona + mancozebe; 8. phosphite / Supra Cu ; 9. phosphite and 10. metiram + pyraclostrobin. For both trials, disease severity on foliage, number of fruits with symptoms and yield were evaluated. In the second experiment it was also evaluated the number of fruits with sun scald. For the first experiment, significant differences of the severity on foliage were detected among the treatments for the data of the first and of the second evaluation, but none of them differed of the check control. Less average severity was registered by combining ASM and famoxadona + mancozebe in a consecutive schedule. There was no significant difference among the treatments for number of fruits with symptoms and yield. In the second experiment significant, concerning disease severity on foliage, significant differences were detected for the factor A and the interaction A X B. U2006 was significantly more resistant than Hypeel 108. The contrary occurred for number of fruits with symptoms. Less severity was registered by ASM at the first evaluation and by ASM copper hydroxide, for the second one. Concerning yield data, U2006 was significantly more productive. Despite significantly differences have been detected among treatments of factor B, all treatments did not differ from the check-control in yield. Significant differences were not detected among chemical treatments (factor B) for number of fruits with symptoms and of sun scald.

Key words: *Xanthomonas*, systemic acquired resistance inducer products, contact products.

5.1 INTRODUÇÃO

No Brasil a mancha bacteriana foi relatada pela primeira vez em 1959 por Ciccarone & Dowson em municípios do estado de São Paulo (Rodrigues Neto et al., 1984). De acordo com Tokeshi & Carvalho (1980), a ocorrência em tomateiro era esporádica, sendo mais freqüente em pimentão. Com o tempo esta doença se tornou uma das mais importantes da cultura do tomateiro (Lopes et al., 2000), provocando perdas tanto em tomate para processamento industrial como para consumo *in natura*, principalmente quando cultivado acima de 25ºC (Lopes & Quezado-Soares, 1997). Em condições experimentais de campo, sob irrigação convencional, registrou-se uma redução de até 52% da produção de tomate para indústria devido à mancha bacteriana (Quezado-Soares et al., 1998).

Os prejuízos causados por esta doença são devido à redução da produtividade causada pela destruição da área foliar e derrubada de flores e frutos em formação. Nos frutos de tomate *in natura* a doença compromete a qualidade, dificultando a sua comercialização. Já em tomate para processamento industrial a doença favorece um amarelecimento e diminuição de sólidos solúveis (brix) nos frutos pela exposição direta ao sol, provocada pela diminuição da área foliar (Lopes & Quezado-Duval, 2005).

É uma doença de difícil controle e vários fatores contribuem para isso como: eficiência variável do controle químico, indisponibilidade de cultivares com resistência adequada, rápida disseminação nas lavouras em condições favoráveis de temperaturas elevadas (acima de 25ºC), alta umidade relativa e transmissão por sementes contaminadas (Lopes & Quezado-Soares, 2000).

O controle químico da mancha bacteriana tem sido feito com antibióticos e produtos à base de cobre (Lopes & Quezado-Soares, 2000). No entanto houve um uso indiscriminado desses produtos pelos agricultores e como conseqüência populações de bactérias resistentes surgiram corroborando para ineficiência desses produtos (Lopes, 2000). Atualmente, os princípios ativos acibenzolar-S-metil e cloretos de benzalcônio, que possuem registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para o controle de da mancha bacteriana do tomateiro, surgem como alternativa aos tradicionais (Quezado-Duval, 2006 a). O acibenzolar-S-metil é um indutor de resistência da própria planta, e os cloretos de benzalcônio são amônias quaternárias que agem por contato e induzem resistência localizada.

A pouca disponibilidade de produtos eficazes tem propiciado a busca por alternativas de controle da mancha-bacteriana do tomateiro, por exemplo, entre produtos fungicidas já registrados para a cultura do tomateiro, como o metiram + piraclostrobina (Junior Jacobelis, 2008) e a famoxadona + mancozebe. O metiram + piraclostrobina é registrado para os fungos *Phytophthora infestans* e *Septoria lycopersici* no tomateiro, possue duplo modo de ação, atuando através do ingrediente ativo Pyraclostrobin, inibindo a formação de ATP e através do ingrediente ativo mentiram que se decompõe formando compostos tóxicos, inibindo a germinação dos esporos formando assim uma excelente ação preventiva. A famoxadona é uma molécula que compõe o produto comercial Tanos, registrado nos EUA (Quezado-Duval, 2006 b). A famoxadona que age por contato, esta sendo utilizada nos EUA para o controle da mancha-bacteriana e da pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) no tomateiro com resultados promissores (Shepherd et al., 2004).

Além disso, ação de controle de doenças de plantas por produtos fertilizantes tem sido especulada em diversos fóruns. Como exemplo, citam-se os fosfitos (Nascimento, 2006; Nascimento et al., 2008). Os fosfitos parecem ter ação direta e indireta sobre microorganismos, agindo como uma toxina sobre os fungos e também estimulando a formações de substâncias de auto defesa das plantas (Dercks & Creasy, 1989).

No entanto, a eficiência desses produtos para o controle da mancha bacteriana, nas condições de cultivo em campo, em tomateiro para processamento industrial, em Goiás, ainda precisa ser melhor avaliada. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar alguns princípios ativos não tradicionais, no controle da mancha bacteriana do tomateiro em campo.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, ambos conduzidos na área experimental da Unilever Bestfoods, em Goiânia-GO, Latitude 16º35’12’’ Sul, Longitude 49º21’14’’ Oeste Gr, a 730 m de altitude, nos períodos de fevereiro a junho de 2007 e abril a agosto de 2008.

5.2.1 Primeiro experimento de controle químico da mancha bacteriana no tomateiro para processamento industrial em campo no período de fevereiro a junho de 2007

5.2.1.1 Hidrído de tomate

O híbrido utilizado foi o Heinz 9992. Este hìbrido em foi o mais plantado, segundo informações da empresa de sementes Agristar. Este híbrido apresenta crescimento determinado, podendo a sua maturação levar de 100 a 110 dias; é resistente a *Verticillium* raça 1, a *Fusarium* raça 1; *Fusarium* raça 2; a nematóides; a pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) e tolerância a cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) (Embrapa, 2003).

5.2.1.2 Instalação do experimento

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 15 tratamentos (Tabela 5.1) e quatro repetições. As mudas foram transplantadas com trinta dias após a semeadura, obedecendo o espaçamento de 1,30 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, em três linhas de plantio com 5 m de comprimento. A área total do experimento foi de 270 m^2.

A calagem e a adubação foram feitas de acordo com a análise do solo, utilizando-se a fórmula 04-30-16 na dosagem de 1.500 $kg.ha^{-1}$. Como adubação de cobertura utilizou-se a fórmula 18-00-27, na dosagem de 300 $kg.ha^{-1}$.

Tabela 5.1. Tratamentos do primeiro experimento de controle químico da mancha bacteriana no tomateiro, princípios ativos, formulações, dosagens e combinações dos produtos, Goiânia-GO, 2007.

Nº	Tratamentos (Nome comercial)	Nome técnico (ingrediente ativo e formulação)[1]	Ingrediente ativo (g/L,kg)	Dose P.C (Kg, L /ha)	Combinações dos produtos

[1] WG-Granulado dispersível; SC-Suspensão concentrada ; WP-pó molhável.
2 Mistura em tanque.

1	Testemunha	-		-	-
2	Bion® -Kocide®	acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre (WG)	500 g/kg 538 g/kg	25 g - 1,5 kg	cinco aplicações semanais de cada produto em seqüência;
3	Bion® / Kocide®	acibenzolar-S-metil / hidróxido de cobre (WG)	500 g/kg 538 g/kg	25 g - 1,5 kg	dez aplicações semanais alternando os produtos;
4	Bion®	acibenzolar-S-metil (WG)	500 g/kg	25 g	cinco aplicações semanais do produto;
5	Bion ®+ Kocide® 2	acibenzolar-S-metil + hidróxido de cobre (WG)	500 g/kg 538 g/kg	25 g - 1,5 kg	cinco aplicações semanais da mistura dos produtos;
6	Bion® – Midas®	acibenzolar-S-metil - famoxadona + mancozebe	500 g/kg 62,5 + 625 g/kg	25 g - 1,6 kg	cinco aplicações semanais de cada produto em seqüência;
7	Bion® / Midas®	acibenzolar-S-metil / famoxadona + mancozebe	500 g/kg 62,5 + 625 g/kg	25 g - 1,6 kg	dez aplicações semanais alternando produtos;
8	Midas®	famoxadona + mancozebe (WG)	62,5 + 625 g/kg	1,6 kg	dez aplicações semanais do produto
9	Cabrio Top®	metiram + piraclostrobina (WG)	550 + 50 g/kg -	3 kg	quatro aplicações do produto durante o ciclo da cultura.
10	Cabrio® / Kocide®	metiram + piraclostrobina / hidróxido de cobre (WG)	550 + 50 g/kg - 538 g/kg	3kg - 1,5kg	três e sete aplicações, respectivamente de cada produto.
11	Kocide®	hídroxido de cobre (WG)	538 g/kg	1,5kg	dez aplicações semanais do produto
12	Nutriphite®	Fosfito de K (28 % de P2O5 e 26%; K2O) (Líquido)	28% e 26%	3 L	dez aplicações semanais do produto
13	Redshield 750®	óxido cuproso (WP)	860 g/kg	2,4kg	dez aplicações semanais do produto
14	Supera®	hidróxido de cobre (SC -Líquido)	537,44g/L	3,0 kg	dez aplicações semanais do produto
15	Garra 450®	hidróxido de cobre (WP)	691 g/kg	3,0 kg	dez aplicações semanais do produto

Os tratamentos foram feitos via pulverização foliar, utilizando pulverizador costal de barra, de pressão constante, à base de CO_2 com volume de 300 $L.ha^{-1}$, no início e aumentado a vazão de acordo com o crescimento das plantas, finalizando com 600 $L.ha^{-1}$. As aplicações foram realizadas em intervalos semanais, iniciando-se aos nove dias após o transplantio, sendo a última realizada, aos 74 dias após o transplantio, totalizando em dez aplicações dos tratamentos (Tabela 5.1). Foram feitas pulverizações de rotina com fungicidas e inseticidas para uma boa condução da lavoura (Anexo 5A). a irrigação foi feita via pivô central.

A inoculação foi feita aos 33 dias após o transplantio das mudas para o campo, com o isolado EH 2005-54 de *Xanthomonas perforans*, originário da própria fazenda. A concentração do inóculo foi de aproximadamente 10^6 ufc/mL (ufc = unidades formadoras de colônia). O equipamento utilizado para fazer a inoculação foi um pulverizador de barras mecanizado (Figura 5.1).

Figura 5.1. Inoculação do primeiro experimento realizada aos 33 dias após o transplantio utilizando pulverizador de barras mecanizado. Goiânia-GO, 2007.

5.2.1.3 Variáveis e análise estatística

- Severidade da doença nas folhas: A severidade da doença foi estimada por parcela, utilizando-se notas de 1 a 5 (1= ausência ou traços da doença e 5= folhagem

totalmente atacada, inclusive folhas mais novas). Foram realizadas quatro avaliações (22, 33, 44 e 51 dias após a inoculação). As notas foram dadas por um avaliador, com exceção da segunda avaliação, que foi realizada por três avaliadores independentes. Neste caso, tomou-se os valores médios para a análise de variância;

- Incidência da doença nos frutos: Foram contados o número de frutos com sintomas da doença (Figura 5.2) em 12 plantas de cada parcela;
- Produtividade ($t.ha^{-1}$). Foi avaliada quatro meses após o transplantio das mudas, sendo colhidos e pesados os frutos de 12 plantas (3 m) da linha central de cada parcela.

Figura 5.2. Frutos de tomate com sintomas da mancha bacteriana. Goiânia-GO, 2007.

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância. As médias da severidade da doença nas folhas, incidência nos frutos e a produtividade foram comparados pelo teste Tukey em nível 5%. Foi feita a análise de correlação entre a produtividade e a severidade da doença.

5.2.1.4 Análise econômica

Foi realizada uma análise econômica, denominada relação baneficio/custo sendo este indicador considerado um método rígido dentro de um indicador econômico

este método calcula-se uma ração entre os benefícios e os custos de uma determinada alternativa em estudo. Neste calculo não é considerado o variável tempo. O critério de decisão estabelece que uma alternativa será melhor que outra quanto maior for a taxa de beneficio/custo associada a uma delas, este indicador é muito utilizado de alternativas sobe condição de risco (Benakouche & Cruz, 1994).

Os dados para realização dos cálculos foram obtidos da seguinte forma:

- A receita foi obtida multiplicando a produtividade (obtida dos experimentos e extrapolada para $t.ha^{-1}$) pelo preço da tonelada de tomate.
- O custo de aplicação (despesas) foi obtido considerando o número de aplicações vezes a quantidade de produto vezes preço dos produtos mais qunatidade e custo de hora/maquina.

5.2.2 Segundo experimento de controle químico da mancha bacteriana no tomateiro para processamento industrial em campo no período de abril a agosto de 2008

5.2.2.1 Híbrido de tomate

Neste ensaio foram utilizados dois híbridos, o Hypeel 108 e U2006. Ambos apresentam crescimento determinado e ciclo de 120 a 125 dias até a maturação. O Hypeel 108 é resistente a *Verticillium* raça 1, a *Fusarium* raça 1; a nematóides e a pinta-bacteriana (Embrapa, 2003). U2006 é um híbrido de uso exclusivo da empresa Unilever e tem sido utilizado nos primeiros plantios de safra por apresentar certa tolerância à mancha bacteriana.

5.2.2.2 Instalação do experimento

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso em parcela subdividida com 10 tratamentos (Tabela 5.2) e três repetições. As mudas foram transplantadas com 29 dias após a semeadura, obedecendo a um espaçamento de 1,30 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, em três linhas de plantio com 5 m de comprimento para cada hídrido. Sendo que uma parcela era constituída de dois hídridos contento 10 m de comprimento e entre os hídridos um espaçamento de 2 m. As parcelas também foram separadas por um espaçamento de 5 m e o espaçamento entre os blocos foi de 2,60 m. Com este espaçamento o trator utilizado para fazer as pulverizações movimentava-se dentro do experimento, facilitando assim as aplicações. A área total do experimento foi de 2.184 m^2.

Tabela 5.2. Tratamentos do segundo experimento de controle químico da mancha bacteriana do tomateiro, princípios ativos, formulações, dosagens e combinações dos produtos, Goiânia-GO, 2008.

Nº	Tratamentos (Nome comercial)	Nome técnico (ingrediente ativo e formulação[1])	Ingrediente ativo (g /L,kg)	Dose P.C (kg, L /ha)	Combnações dos produtos
1	Água	-	-	-	-
2	Bion®- Kocide®	acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre	500 g/kg 538 g/kg	25g - 1,5 kg	cinco aplicações semanais de cada produto em seqüência;
3	Bion®	acibenzolar-S-metil (WG)	500 g/kg	25 g	cinco aplicações semanais do produto;
4	Kocide®	hídroxido de cobre (WG)	538 g/kg	1,5 kg	dez aplicações semanais do produto
5	Fegatex®	cloretos de benzalcônio (SL)	100 g/L	3 L	dez aplicações semanais do produto
6	Bion®– Midas®	acibenzolar-S-metil - famoxadona + mancozebe	538 g/kg	25g - 1,6 kg	cinco aplicações semanais de cada produto em seqüência;
7	Midas®	famoxadona + mancozebe (WG)	62,5 + 625 g/kg	1,6 kg	dez aplicações semanais do produto;
8	Reforce®/Supra Cu®	Fosfito (25,6% de P_2O_5 e 17,8%; K_2O)/ Supra Cu	25,6% e 17%	3 L	cinco aplicações semanais de cada alternando em seqüência;
9	Hortifós PK®	Fosfito de K (28 % de P_2O5 e 26%; K_2O) (Líquido)	28% e 26%	3 L	dez aplicações semanais do produto ;
10	Cabrio Top®	metiram + piraclostrobina (WG)	550 + 50 g/kg	3 kg	quatro aplicações do produto durante o ciclo da cultura.

[1] WG-Granulado dispersível; SC-Suspensão concentrada ; WP-pó molhável.

A calagem e a adubação foram à mesma do primeiro experimento. Os tratamentos foram feitos via pulverização foliar, utilizando um trator (Yanmar®, modelo 1145- 4), com um tanque de capacidade de 400 L). O comprimento da barra de pulverização foi de 4 m, utilizando oito bicos tipo leque duplo com espaçamento de 0,50 m entre os bicos. Após aplicado cada tratamento o tanque era lavado, com a utilização de um tanque de água que era levado por outro trator para ficar próximo ao experimento (Figura 5.3).

Figura 5.3. Tanque de água acoplado ao trator próximo ao experimento para facilitar a lavagem do tanque (400 L) após cada aplicação. Goiânia-GO, 2008.

A aplicação via trator visou simular a realidade utilizada nos campos pelos produtores. O volume utilizado para as aplicações foi de 300 $L.ha^{-1}$, no início e, finalizando com 800 $L.ha^{-1}$. As aplicações foram realizadas em intervalos semanais, iniciando-se aos 22 dias após o transplantio, sendo a última pulverização realizada, aos 85 dias após o transplantio, totalizando em dez aplicações dos tratamentos (Tabela 5.2). Da mesma maneira do primeiro experimento todas as parcelas receberam pulverizações de rotina com fungicidas e inseticidas para uma boa condução da lavoura (Anexo 5B). A irrigação foi feita via pivô central.

Devido ao experimento ter sido implantando no período de abril, que seria uma época menos favorável para desenvolvimento da mancha bacteriana o experimento foi inoculado duas vezes. A primeira foi aos 37 dias após o transplantio das mudas para o campo, com o mesmo isolado do primeiro experimento (EH 2005-54 de *Xanthomonas perforans*) (Figura 5.4). A concentração do inóculo foi de aproximadamente 10^8 ufc/mL.

Figura 5.4. Primeira inoculação de *X. perforans* em plantas de tomateiro aos 37 dias após o transplantio. Goiânia-GO, 2008.

A segunda inoculação foi aos 57 dias após o transplantio, utilizando outro isolado (EH 2006-17) da espécie *Xanthomonas gardneri* com a concentração do inóculo de aproximadamente 10^8 ufc/mL. Ambos isolados foram recuperados de plantas de tomateiro originados da própria fazenda. O equipamento utilizado para fazer a inoculação foi em pulverizador de barras mecanizado, o mesmo equipamento utilizado para fazer as aplicações dos tratamentos químicos.

5.2.2.3 Variáveis e análise estatística

- Severidade da doença nas folhas. A severidade da doença foi avaliada utilizando uma nova metodologia diferente das tradicionais desenvolvida ao decorrer do próprio experimento. Esta avaliação consistiu em duas etapas:

Primeira etapa. Foi avaliada a linha central de cada parcela (3 m de comprimento) que corresponde a 12 plantas, aos 28 dias após a inoculação. Para esta avaliação foi feito um quadro de madeira (1,30 m x 1,00 m) pintado de branco e colocado sobre a linha central da parcela e em seguida fotografaram-se as plantas que estavam inseridas dentro do quadro até completar os três metros da parcela central. Para conseguir um padrão das fotografias dentro do quadro foi utilizado uma escada de dois metros, por onde o fotógrafo subiu e tirou as fotografias digitais de cima para baixo com uma altura de 1,80 m (Figura 5.5). Cada parcela teve três fotos. Estas fotografias foram montadas em uma apresentação de PowerPoint (Microsoft Office Publisher 2003) e foram avaliadas por sete pessoas experientes da área. As avaliações de cada fotografia consistiu em notas que variaram de 1 a 5 (1- 0%; 2- 25%; 3- 50%; 4- 75% e 5 -100% de área foliar atacada dentro do quadro).

Figura 5.5. Captação de imagem para avaliação de severidade da mancha bacteriana. Goiânia-GO, 2008.

Segunda etapa. Esta avaliação foi realizada no dia da colheita aos quatro meses após o transplantio das mudas no campo. Foram avaliadas seis plantas de cada parcela depois de retirados os frutos. Para esta avaliação forrou-se o solo com um pano preto e colocaram-se três plantas de cada parcela em cima do mesmo que em seguidas foram fotografadas. Estas fotos foram avaliadas pelo programa Quant 2002 (Francisco Xavier R. do vale; Elpídio I. Fernandes Filhos; Laércio Zambolim; Jose Ricardo Liberato, Departamento de Fitopatologia, programa computacional para quantificação de doenças, Universidade Federal de Viçosa, versão 1.0 Beta).

- Incidência da doença nos frutos. Foi contado o número de frutos com sintomas da doença em 12 plantas de cada parcela;
- Sintomas de escaldadura nos frutos. Foi contado o número de frutos com escaldadura em 12 plantas de cada parcela;
- Produtividade ($t.ha^{-1}$). Foi avaliada quatro meses após o plantio, sendo colhidos e pesados os frutos de 12 plantas (3 m) da linha central de cada parcela.

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância. As médias de severidade da doença nas folhas, a incidência nos frutos e a produtividade foram comparados pelo teste Tukey em nível 5% de probabilidade. Foi feita a análise de correlação entre as variáveis.

5.2.2.4 Análise econômica

Foi realizada uma análise econômica conforme descrita no primeiro experimento (Item: 2.1.4)

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Primeiro experimento de controle químico da mancha bacteriana no tomateiro para processamento industrial em campo no período de fevereiro a junho de 2007

As condições ambientais foram relativamente favoráveis ao desenvolvimento da mancha bacteriana, sendo no primeiro experimento a média das Tmáx = 29,7 e de Tmín = 16,5) (Figura 5.6), segundo experimento (média de Tmáx = 28 e de Tmín = 14) (Figura 5. 7). Segundo Lopes & Santos (1994), a mancha bacteriana encontra as condições ideais

de desenvolvimento entre as temperaturas de 20 ºC e 30 ºC, mas a doença pode ser favorecida com temperatura entre 22 ºC a 28 ºC e umidade relativa entre 95% e 100%, associada com presença de água livre (Marcuzzo, 2008).

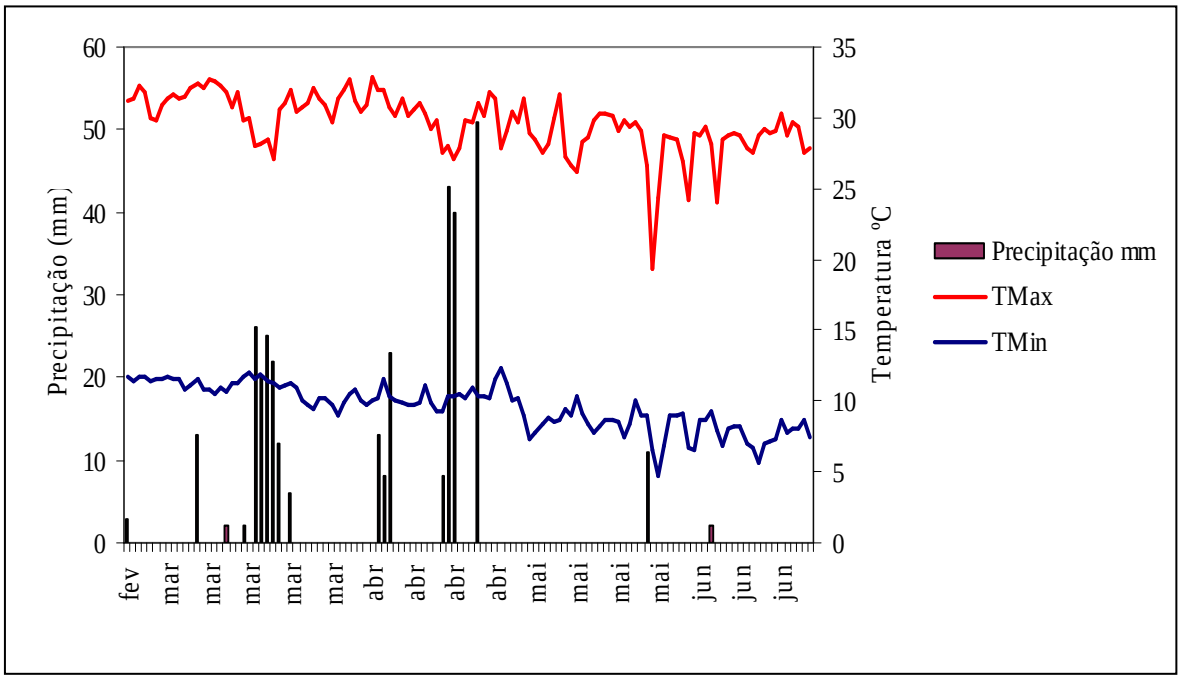

Figura 5.6. Dados de precipitação, temperatura mínima e máxima durante o período de condução do primeiro experimento. Goiânia-GO, 2007.

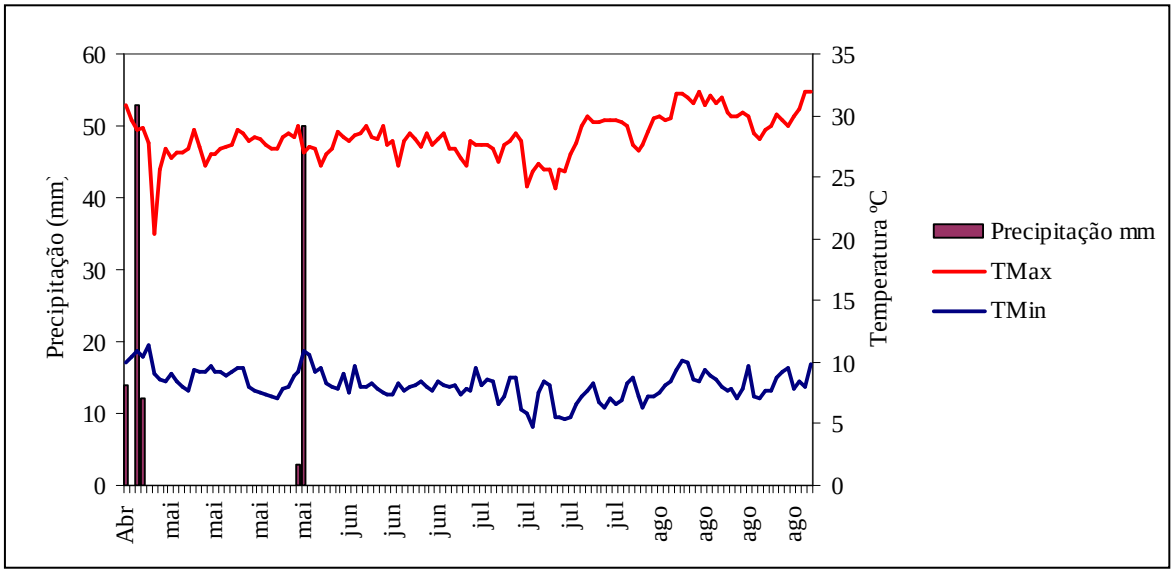

Figura 5.7. Dados de precipitação, temperatura mínima e máxima durante o período de condução do segundo experimento. Goiânia-GO, 2008.

5.3.1.1 Severidade da manha bacteriana nas folhas

Foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos apenas para os dados da primeira (P=0,02) e da segunda avaliação (P=0,04) (Tabela 5.3, Figura 5.8). Nenhum dos tratamentos diferiu do tratamento-testemunha água (Tabela 5.3). Nessas avaliações, a menor severidade média foi apresentada pelo tratamento 6 (ASM - famoxadona + mancozebe), que diferiu do tratamento 12, fosfito de potássio na primeira avaliação, e do tratamento 14, hidróxido de cobre na segunda avaliação. Observando a Figura 5.8, o aumento da severidade da mancha bacteriana foi mais expressivo da primeira para a segunda avaliação.

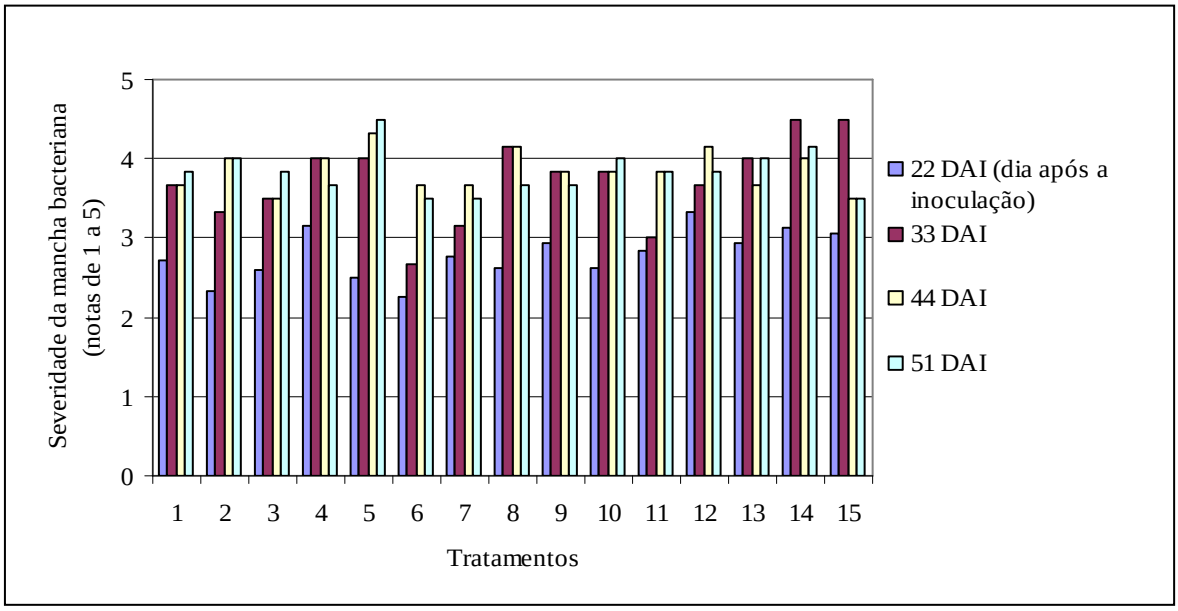

Figura 5.8. Severidade da mancha bacteriana no híbrido Heinz 9992 em 15 tratamentos de controle, onde: 1- testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre (WG), 3- acibenzolar-S-metil / hidróxido de cobre (WG), 4- acibenzolar-S-metil (WG), 5- acibenzolar-S-metil + hidróxido de cobre (WG), 6- acibenzolar-S-metil - famoxadona + mancozebe, 7- acibenzolar-S-metil / famoxadona + mancozebe, 8- famoxadona + mancozebe (WG), 9- metiram + piraclostrobina (WG), 10- metiram + piraclostrobina / hidróxido de cobre (WG), 11- hídroxido de cobre (WG), 12- Fosfito de K , 13- óxido cuproso (WP), 14- hidróxido de cobre (SC-Líquido) e 15- hidróxido de cobre (WP). Goiânia-GO, 2007.

5.3.1.2 Frutos com sintomas da mancha bacteriana

Não foram detectadas diferenças significativas nos números médios de frutos com sintomas de mancha bacteriana (P=0,19).

5.3.1.3 Produtividade

A produtividade média do experimento, variou de 55,81 $t.ha^{-1}$ a 74,70 $t.ha^{-1}$ apresentando um incremento de 25% de produtividade entre os tratamentos 14 (hidróxido de cobre) e 2 (acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre) no entanto, não foram detectadas diferenças significativas entre as produtividades obtidas nos diversos tratamentos (P= 0,65) (Tabela 5.3).

Detectou-se uma correlação significativa (P=0,01) negativa (r = -0,66) entre a produtividade e a severidade da doença por ocasião da segunda avaliação.

5.3.1.4 Análise econômica

Os tratamentos que resultaram em incremento de produtividade em relação à testemunha foram: (ASM - hidróxido de cobre (T2), ASM/ famoxadona + mancozebe (T7) e metiram + piraclostrobina / hidróxido de cobre (T10). No entanto, de acordo com a análise realizada, nenhum desses tratamentos promoveu uma relação benefício/ custo superior a 1 (Tabela 5.4).

Tabela 5.3. Severidade da mancha bacteriana em folhas, número de frutos com sintomas e produtividade do tomateiro (híbrido Heinz 9992), em função dos tratamentos. Goiânia-GO, 2007.

Tratamentos	Severidade da mancha bacteriana (notas de 1 a 5)				Média dos frutos com sintomas da mancha bacteriana em 12 plantas	Produtividade ($t.ha^{-1}$)
	22 DAI (dias após a inoculação (19/04)	33 DAI (30/04)	44 DAI (11/05)	51 DAI (18/05)		
1- água	2,73 ab	3,66 ab	3,66(NS)[3]	3,83(NS)	70,00(NS)	72,20(NS)
2- ASM - hidróxido de cobre (WG)	2,33 ab	3,33 ab	4,00	4,00	63,00	74,70
3- ASM/ hidróxido de cobre (WG)	2,60 ab	3,50 ab	3,50	3,83	45,33	61,88
4- ASM	3,16 ab	4,00 ab	4,00	3,66	42,33	59,32
5- ASM+ hidróxido de cobre (WG)[2]	2,50 ab	4,00 ab	4,33	4,50	36,33	57,86
6- ASM- famoxadona + mancozebe	2,26 b	2,66 b	3,66	3,50	45,00	69,40
7- ASM/ famoxadona + mancozebe	2,76 ab	3,16 ab	3,66	3,50	59,00	73,51
8- famoxadona + mancozebe	2,63 ab	4,16 ab	4,16	3,66	68,00	58,03
9- metiram + piraclostrobina	2,93 ab	3,83 ab	3,83	3,66	66,33	70,34
10- metiram + piraclostrobina / hidróxido de cobre (WG)	2,63 ab	3,83 ab	3,83	4,00	51,33	72,31
11- hídroxido de cobre (WG)	2,83 ab	3,00 ab	3,83	3,83	79,67	70,85
12- Fosfito de K	3,33 a	3,66 ab	4,16	3,83	42,67	62,05
13- óxido cuproso (WP)	2,93 ab	4,00 ab	3,66	4,00	83,67	63,51
14- hidróxido de cobre (SC)	3,13 ab	4,50 a	4,00	4,16	52,33	55,81
15- hidróxido de cobre (WP)	3,06 ab	3,66 ab	3,50	3,50	79,67	64,79
CV%	11,92	15,92	12,83	11,87	37,15	18,86

[1] WG-Granulado dispersível; SC-Suspensão concentrada ; WP-pó molhável.
2 Mistura em tanque.

[3] NS, não foi significativo a 5%.

Tabela 5.4. Análise econômica[1] do primeiro experimento Goiânia-GO, 2007.

Tratamentos	Prod. ($t.ha^{-1}$) (NS) (a)	Dose do produto comercial (Kg, L /ha) (b)	Número de aplicações x quantidade de produtos (total) (c)	Preço dos produtos R$ (d)	Custo de aplicação (c) x (d) + (1/2 h/m) R$ (e)	Diferenças de Produtividade considerando o trat. (1) como base[2] (f)	Receita (f) x R$ 123,00 ton.[3] (g)	Relação beneficio /custo. (g)/(e)
1- água	72,20							
2- ASM - hidróxido de cobre (WG)	74,70	25 g - 1,5 kg	5x25g=125g 5x1,5kg=7,5kg;	2,00 g 22,00 kg	715,00	2,50	307,50	0,40
3- ASM/ hidróxido de cobre (WG)	61,88	25 g - 1,5 kg	5x25g=125g 5x1,5kg=7,5kg	2,00 g 22,00 kg	715,00	-10,32	-1.269,36	-
4- ASM	59,32	25 g	10 x25g=250g	2,00 g	800,00	-12,88	-1.584,24	-
5- ASM/ hidróxido de cobre (WG)	57,86	25 g - 1,5 kg	10x25g=250 10x1,5kg=15kg	2,00 g 22,00 kg	1.130,00	-14,34	-1.763,82	-
6- ASM-famoxadona + mancozebe	69,40	25 g - 1,6 kg	5x25g=125g 5x1,6kg=8kg	2,00 g 40,00kg	870,00	-2,80	-344,40	-
7- ASM/ famoxadona + mancozebe	73,51	25 g - 1,6 kg	5x25g=125g 5x1,6kg=8kg	2,00 g 40,00kg	870,00	1,31	161,13	0,18
8- famoxadona + mancozebe	58,03	1,6 kg	10x1,6kg=16kg	40,00kg	940,00	-14,17	-1742,91	-
9- metiram + piraclostrobina	70,34	3 kg	4x3kg=12kg	30,00 kg	480,00	-1,86	-228,78	-
10- metiram + piraclostrobina / hidróxido de cobre (WG)	72,31	3kg - 1,5kg	3x3kg=9kig 7x1,5kg=10,5kg	30,00 kg 22,00 kg	621,00	0,11	13,53	0,01
11- hídroxido de cobre (WG)	70,85	1,5kg	10x1,5kg=15kg	22,00 kg	630,00	-1,35	-166,05	-
12 -fosfito de K	62,05	3 L	10x3L=30L	25,00 kg	1.050,00	-10,15	-1.248,45	-
13- óxido cuproso (WP)	63,51	2,4kg	10x2,4kg=24kg	-	-	-8,69	-1.067,64	-
14 -hidróxido de cobre (SC)	55,81	3,0 kg	10x3kg=30kg	29,00 kg	1.170,00	-16,39	-2.015,97	-
15- hidróxido de cobre (WP)	64,79	3,0 kg	10x3kg=30kg	29,00 kg	1.170,00	-7,41	-911,43	-

1. Índices técnicos : h/m = 1/2 hora de serviço de maquina por há, sendo o custo por há de R$ 60,00
Preço tonelada de tomate para pelas empresas = R$ 123,00
Preços dos produtos: Bion = R$ 2.000,00 kg; Kocide = R$ 22,00 kg Midas = R$ 40,00; Cabrio top = R$ 30,00kg ; Nutriphite = R$ 25,00L; Supera = R$ 29,00 Garra = R$ 29,00
2. f = produtividade média das parcelas tratadas com tratamento *x* menos a produtividade média das parcelas tratadas com água.
3. g = f x preço da tonelagem de tomate paga pelas empresas.

5.3.2 Segundo experimento de controle químico da mancha bacteriana no tomateiro para processamento industrial em campo no período de abril a agosto de 2008

5.3.2.1 Primeira avaliação da severidade

Nesta avaliação as médias das notas da severidade variaram de 1,80 a 2,46 (Tabela 5.5). Diferença significativa foi detectada apenas entre os tratamentos do fator A (hídrido) (P=0,00) não se detectando diferenças a 5% de probabilidade para o fator B (produtos aplicados) (P=0,08) e para a interação entre esses dois fatores (P=0,37). Considerando o fator A, o híbrido Hypeel 108 foi mais suscetível do que o híbrido U 2006, com valores médios de 2,50 e 1,80, respectivamente (Figura 5.9).

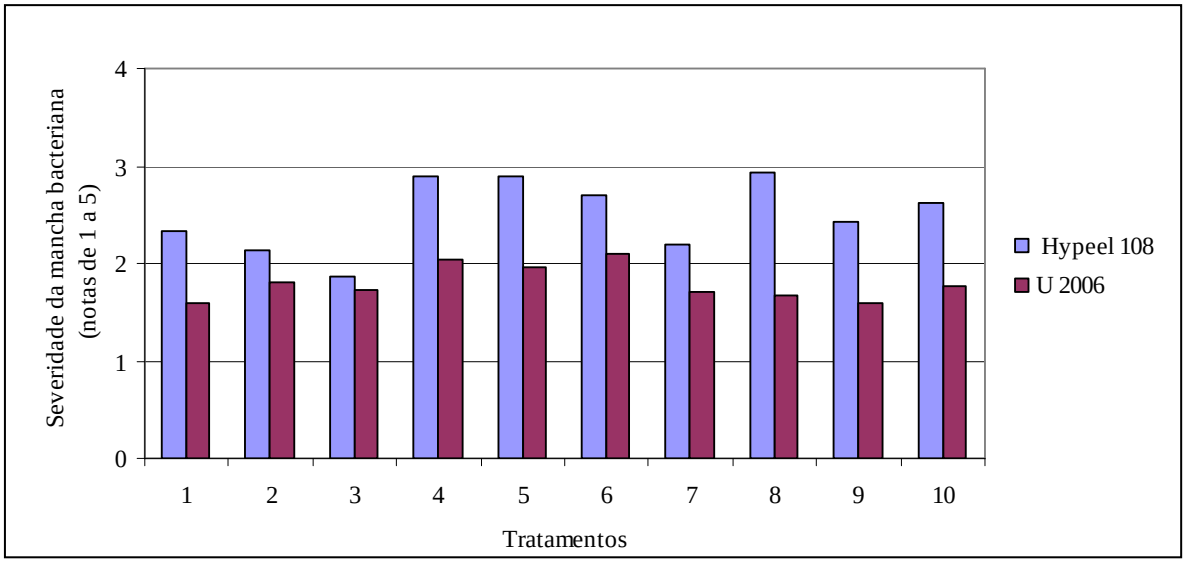

Figura 5.9. Severidade da mancha bacteriana nos híbridos Hypeel 108 e U2006 em dez tratamentos de controle aos 85 dias após o transplante das mudas no campo. Onde: 1-testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4-hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metil - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10-metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008.

5.3.2.2 Severidade em porcentagem de área foliar atacada após a colheita

A porcentagem da severidade nas plantas variou com médias de 18,41% a 29,91% (Tabela 5.5). Diferenças significativas não foram detectadas a 5% de probabilidade em nenhum dos componentes da variância: fator A (híbridos) (P=0,21), fator B (produtos

Tabela 5.5. Severidade da mancha bacteriana em folhas (avaliação por notas e porcentagem), número de frutos com sintomas da mancha bacteriana, número de frutos com sintomas de escaldadura e produtividade do tomateiro dos híbridos Hypeel 108 e U 2006, em função dos tratamentos. Goiânia-GO, 2008.

Tratamentos	Notas de 1 a 5 para severidade da mancha bacteriana. (84 DAT)[1]	Porcentagem da Doença na planta. (120 DAT)	Frutos com sintomas de mancha bacteriana em 12 plantas. (120 DAT)	Frutos com sintomas de escaldadura (120 DAT)	Produtividade ($t.ha^{-1}$) (120 DAT)		
					Hypeel 108	U 2006	Total
1- água	1,96(NS)[2]	24, 91(NS)	4,00 (NS)	9,00(NS)	91,54	108,03	99,79 abc
2- ASM - hidróxido de cobre	1,96	15,29	1,00	11,00	87,52	105,04	96,28 abc
3- ASM	1,80	21,37	3,00	9,00	92,91	118,03	105,47 ab
4- hídroxido de cobre	2,46	17,52	3,00	15,00	73,59	99,91	86,75 bc
5- cloreto de benzalcônio	2,41	24,11	4,00	14,00	76,67	90,26	83,46 c
6- ASM - famoxadona + mancozebe	2,40	21,89	2,00	12,00	75,21	97,44	86,32 bc
7- famoxadona + mancozebe	1,95	18,41	2,00	9,00	96,92	122,31	109,62 a
8- fosfito /Supra Cu	2,30	18,99	8,00	10,00	79,15	110,34	94,743 abc
9- fosfito de K	2,18	29,91	3,00	14,00	73,16	114,79	93,97 abc
10- metiram + piraclostrobina	2,20	22,53	7,00	13,00	80,77	122,39	101,58 abc
CV%	44,44	18,97	42,92	47,09	-	-	11,26

[1] DAT= dias após o transplantio;
[2] NS, não foi significativo a 5%.

aplicados) (P=0,36) e a interação entre os dois fatores (P= 0,96). Considerando o fator A, apesar de não ter sido atestado a significância o híbrido Hypeel 108 apresentou maior severidade do que o híbrido U 2006, como na avaliação por notas (item 3.2.1), com valores médios de 23,06% e 19,88%, respectivamente (Figura 5.10).

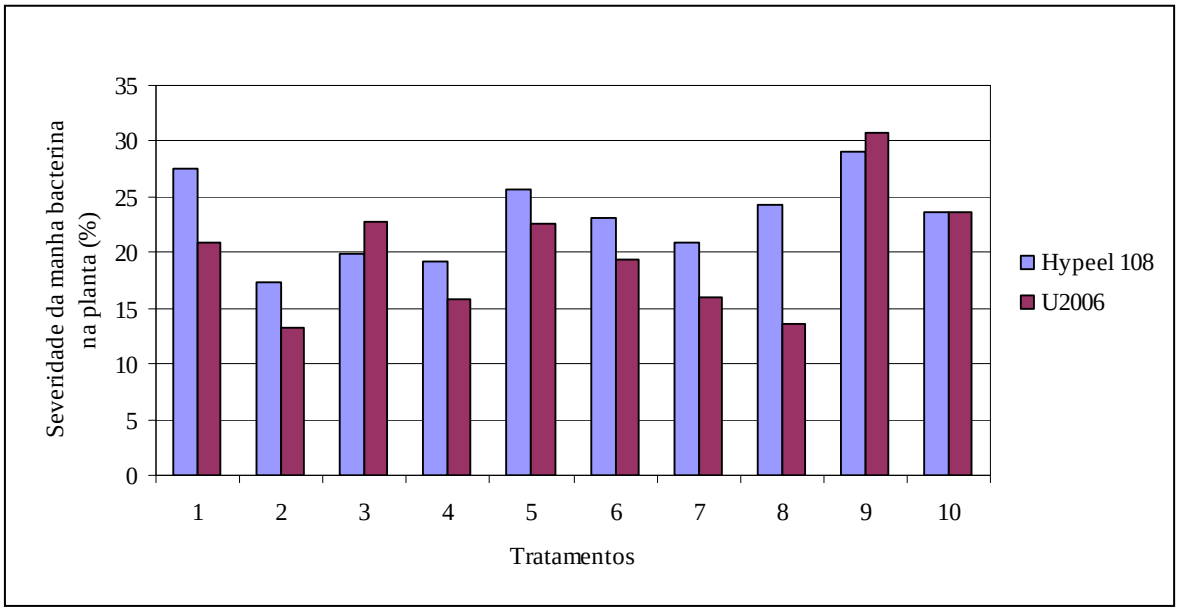

Figura 5.10. Porcentagem da severidade da mancha bacteriana (média de três plantas da linha central de cada parcela), aos 120 dias após o transplante das mudas no campo. 1- testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4- hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metílico - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10- metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008.

5.3.2.3 Frutos com sintomas da manha bacteriana

O número de frutos com sintoma de mancha bacteriana foi detectada diferença significativa apenas entre os tratamentos do fator A (híbridos) (P=0,00), não se detectando diferenças a 5% de probabilidade para o fator B (produtos aplicados) (P=0,92) e para a interação entre esses dois fatores (P=0,94). Considerando o fator A, o híbrido U 2006 foi mais suscetível do que o híbrido Hypeel 108, com valores médios de 6,96 e 1,86, respectivamente (Figura 5.11). Este fato poderia indicar que o controle genético da resistência em planta seja diferente da resistência em frutos, já que o posicionamento das variedades foi inverso com relação aos dados de severidade em planta.

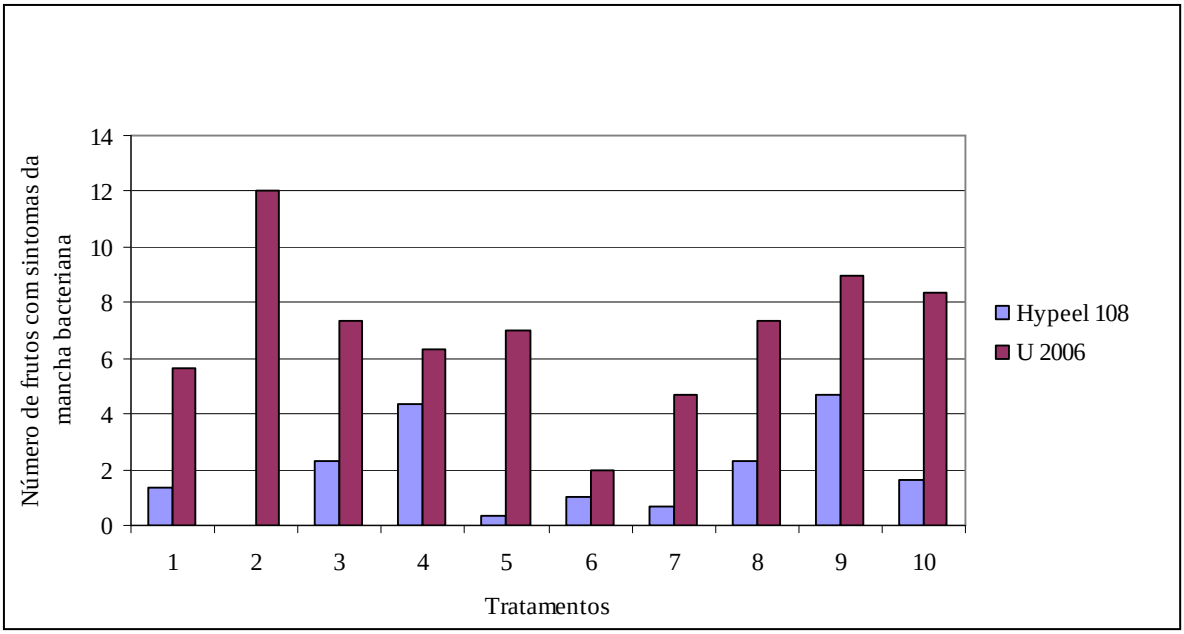

Figura 5.11. Número de frutos com sintomas da mancha bacteriana em doze plantas da linha central de cada parcela. Onde: 1- testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4- hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metil - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10- metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008.

5.3.2.4 Frutos com sintomas de escaldadura

Diferença significativa foi detectada para os tratamentos do fator A (híbridos) (P=0,01) e para a interação entre esses dois fatores (P=0,01), não se detectando diferenças a 5% de probabilidade para o fator B (produtos aplicados) (P=0,36). Considerando o fator A e a significância da interação, com exceção dos tratamentos 8 (fosfito /Supra Cu) e 9 (fosfito de K), o híbrido Hypeel 108 teve maior número de frutos com escaldadura do que o híbrido U 2006 (Figura 5.12).

5.3.2.5 Produtividade

A produtividade média das repetições variou de 73,16 $t.ha^{-1}$ a 122,31 $t.ha^{-1}$ (Tabela 5.5). Diferenças significativas foram detectadas entre os tratamentos do fator A (híbridos) (P=0,00) e fator B (produtos aplicados) (P=0,00). Para a interação entre estes dois fatores não foi detectado diferença estatística (P=0,31). O híbrido U 2006 foi mais produtivo do que o Hyppel 108 com médias 108,90 $t.ha^{-1}$ e 82,70 $t.ha^{-1}$, respectivamente (Figura 5.13).

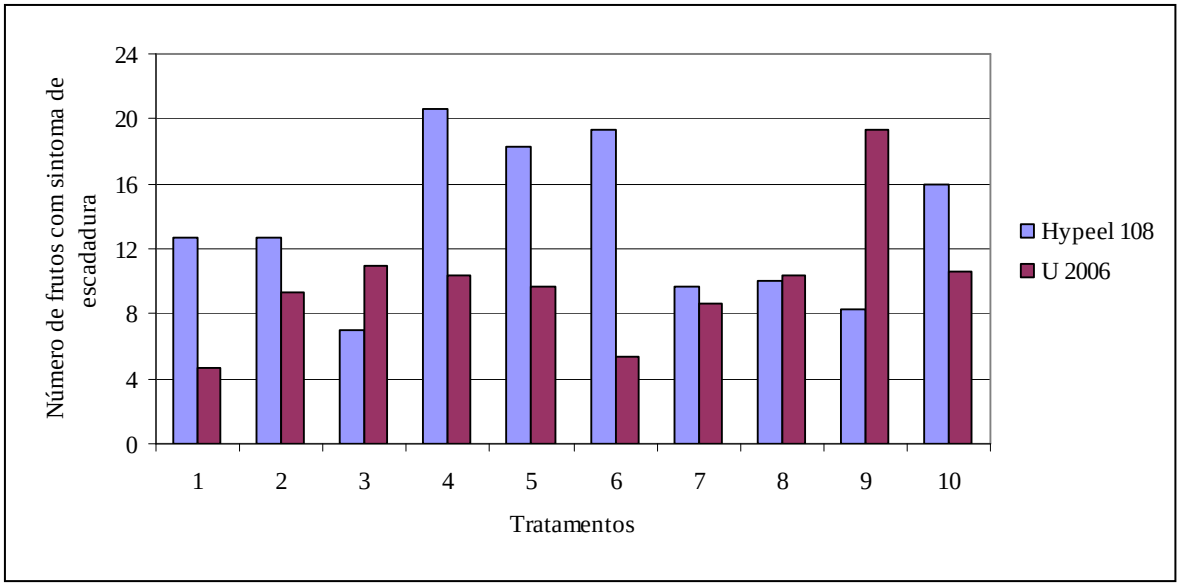

Figura 5.12. Número de frutos com sintomas de escaldadura provocada pela mancha bacteriana em doze plantas da linha central de cada parcela. 1- testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4- hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metílico - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10- metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008.

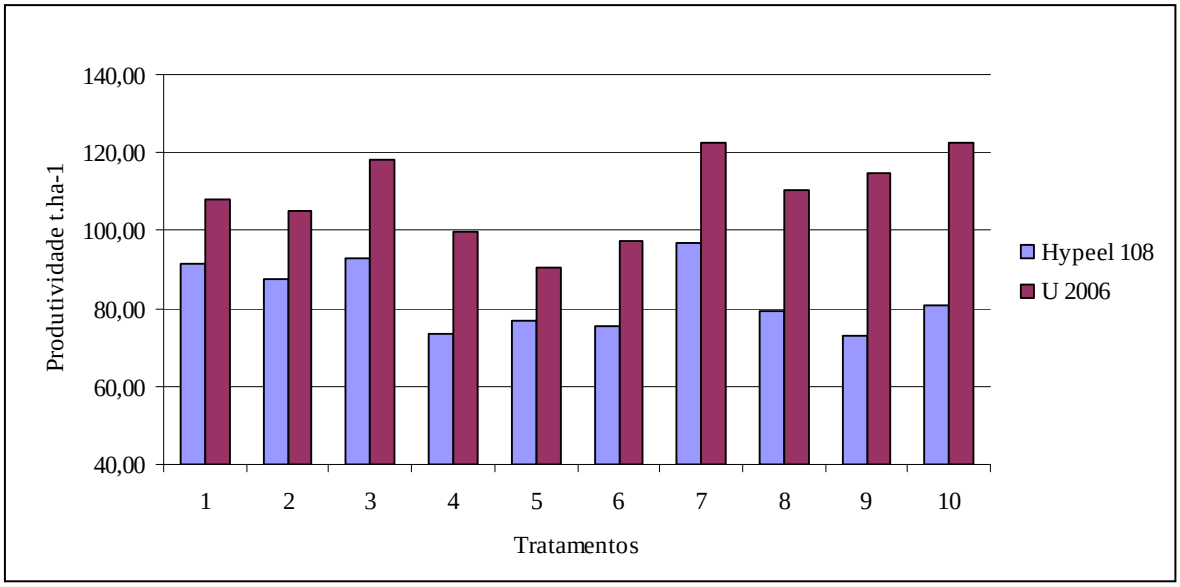

Figura 5.13. Produtividade média da cultura do tomateiro para processamento industrial (t.ha^{-1}) com os híbridos Hypeel 108 e U 2006 influenciado pelos diferentes tratamentos para o controle da mancha bacteriana. Onde: 1- testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4- hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metílico - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9- fosfito de K e 10- metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008.

Apesar de terem sido detectadas diferenças significativas entre os tratamentos do fator B, nenhum dos produtos químicos aplicados diferiram da testemunha (água) (99,79 t.ha^{-1}). O tratamento 7 (famoxadona + mancozebe), que resultou em maior produtividade (109,62 t.ha^{-1}) diferiu-se significativamente dos tratamentos 4 (hidróxido de cobre), 5 (cloreto de benzalcônio) e 6 (ASM-famoxadona + mancozeb). Estes tratamentos, que não diferiram entre si, foram os menos produtivos (86,75 t.ha^{-1}, 83,46 t.ha^{-1} e 86,32 t.ha^{-1}, respectivamente).

Entre as correlações realizadas para todas as variáveis, somente a correlação entre produtividade e severidade tomada aos 28 dias após a segunda inoculação na forma de notas, tanto para Hypeel 108 quanto para U 2006, foi significativa (P=0,00 para ambos) e negativa (r = -0,58 e r =-0,47, respectivamente) e considerada moderada (r^2=0,34) e (r^2= 0,22, respectivamente), o que significa que 34% para Hypeel 108 e 22% para U 2006 da variação das produtividades de cada variedade é explicada pela variação das respectivas severidades estimadas com notas, aos 85 dias após o transplantio das mudas para o campo (Figura 5.14).

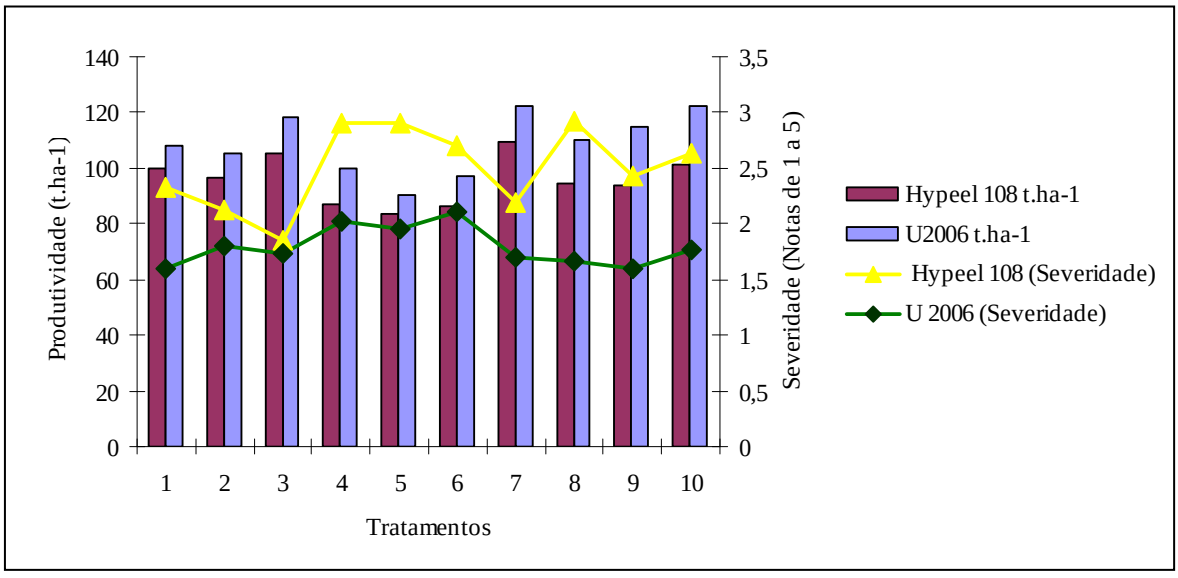

Figura 5.14. Correlação entre as médias da severidade da mancha bacteriana nas folhas com a produtividade. 1- testemunha, 2- acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre, 3- acibenzolar-S-metil, 4- hídroxido de cobre, 5- cloretos de benzalcônio, 6- cibenzolar-S-metílico - famoxadona + mancozebe, 7- famoxadona + mancozebe, 8- Fosfito/ Supra Cu, 9-fosfito de K e 10- metiram + piraclostrobina. Goiânia-GO, 2008.

5.3.2.6 Análise econômica

Os tratamentos que resultaram em incremento de produtividade em relação à água (Tabela 5.8) foram: ASM (T3), famoxadona + mancozebe (T7) e metiram + piraclostrobina / hidróxido de cobre (T10). De acordo com a análise realizada, dois desses tratamentos, ASM (T3), famoxadona + mancozebe (T7) também promoveram uma relação benefício/custo superior a 1 (Tabela 5.6).

Poucos trabalhos têm sido publicados relatando avaliações de produtos químicos para o controle da mancha bacteriana em lavouras de tomate para processamento industrial no Brasil (Maringoni et al., 1986; Quezado-Soares et al., 1998; Quezado-Duval et al., 2005) e no mundo (Abbasi et al., 2002; Lewis et al., 2005). Para o registro de um produto no MAPA, com relação à eficiência sobre os patógenos-alvo, é necessário por parte da empresa interessada a apresentação dos dados técnicos de apenas um ensaio mostrando que o produto-candidato foi eficiente em campo. Além disso, provavelmente em razão da grande variedade de culturas e patógenos, não se encontram metodologias normatizadas para a realização de tais testes. Dentre os fatores a serem considerados para uma padronização de metodologia menciona-se: o tamanho das parcelas, espaçamento e dados a serem tomados que demonstrem a ação de controle. Para a mancha bacteriana do tomateiro, em geral são tomados dados de severidade e de produtividade (Maringoni et al., 1986; Abbasi et al., 2002; Al-Dahmani et al., 2003; Quezado-Duval et al., 2005).

A avaliação de severidade da mancha bacteriana na parte foliar tem sido utilizada tanto para estudos epidemiológicos (Marcuzzo, 2008), como para avaliações da resistência de genótipos (Mello et al., 1997a) e de controle químico (Maringoni et al., 1986; Abbasi et al., 2002, Al-Dahmani et al., 2003; Quezado-Duval et al., 2005), tem sido feita de diferentes modos nas diversas avaliações. Mello et al. (1997a) compararam critérios para avaliação da resistência em genótipos de tomate de crescimento indeterminado (envarado, para mesa) e consideraram que a porcentagem de área foliar infectada da planta foi adequada por ter sido eficiente e mais simples, permitindo a avaliação de um grande número de genótipos.

Dados tomados ao logo do tempo podem ser utilizados para o cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e do Componente Principal o que permite resumir as variáveis representadas por épocas de leitura sem grandes perdas de informação (Mello et al., 1997a).

Tabela 5.6. Análise econômica[1] do segundo experimento, Goiânia-GO, 2008.

Tratamentos	Produtividade ($t.ha^{-1}$) (a)	Dose do produto comercial (kg, L /ha) (b)	Número de aplicações x quantidade de produtos (total) (c)	Preço dos produtos R$ (d)	Custo de aplicação ((c) x (d) + (1/2 h/m)) R$ (e)	Diferenças de Produtividade considerando o trat. (1) como base[2] (f)	Receita (f) x R$ 123,00 ton.[3] (g)	Relação beneficio /custo. (g)/(e)
Água	99,79 abc	-						
ASM- hidróxido de cobre (WG)	96,28 abc	25g - 1,5 kg	5x25g=125g 5x1,5kg=7,5kg;	2,00 g 22,00 kg	715,00	-3,51	-431,73	-
ASM	105,47 ab	25 g	5x25g=125g	2,00 g	400,00	5,68	698,64	1,74
hidróxido de cobre (WG)	86,75 bc	1,5 kg	10 x1,5kg=15kg	22,00 kg	630,00	-13,04	-1.603,92	-
cloretos de benzalcônio	83,46 c	3 L	10x3L=30L	35,00kg	1.350,00	-16,33	-2.008,59	-
ASM – famozadona + mancozebe	86,32 bc	25g - 1,6 kg	5x25g=125g 5x1,6kg=8kg	2,00 g 40,00kg	870,00	-13,47	-1.656,81	-
famozadona + mancozebe	109,62 a	1,6 kg	10x1,6kg=16kg	40,00kg	940,00	9,83	1.209,09	1,28
fosfito /Supra Cu	94,743 abc	3 L	10x3L=30L	24,90kg	1.047,00	-5,05	-621,15	-
fosfito	93,97 abc	3 L	10x3kg=30kg	30,00 kg	1.200,00	-5,82	-715,86	-
metiram + piraclostrobina	101,58 abc	3 kg	4x3kg=12kig	30,00 kg	480,00	1,79	220,17	0,46

1. Índices técnicos : h/m = 1/2 hora de serviço de maquina por há, sendo o custo por há de R$ 60,00
Preço tonelada de tomate = R$ 123,00
Preços dos produtos: Bion = R$ 2.000,00 kg; Kocide = R$ 22,00 kg Midas = R$ 40,00; Cabrio top = R$ 30,00kg ;Nutriphite = R$ 25,00L; Supera = R$ 29,00 Garra = R$ 29,00
2. f = produtividade média das parcelas tratadas com tratamento *x* menos a produtividade média das parcelas tratadas com água.
3. g = f x preço da tonelagem de tomate paga pelas empresas.

A utilização dessas variáveis compostas tem permitido a diferenciação de genótipos quanto à resistência (Mello et al., 1997a; Mello et al., 1997b) e de produtos quanto à eficiência no controle da mancha bacteriana (Abbasi et al., 2002; Quezado-Duval et al., 2005). No entanto, a comparação entre este tipo de abordagem em relação a uma tomada de dado pontual em determinada época no ciclo da cultura ainda não foi feita para o patossistema estudado. Para o tomate rasteiro de crescimento determinado, há ainda a dificuldade no manuseio das plantas, que poderia levar a danos, influenciando os resultados de produtividade. Este fato deve ser considerado na escolha da unidade de observação que poderia ser uma ou mais folhas (Maringoni et al., 1986; Mello et al., 1997a; Quezado-Duval et al., 2005) ou folíolos (Al-Dahmani et al., 2003), planta inteira (Mello et al., 1997a) ou a parcela como um todo. Muitos autores não relatam a unidade de observação utilizada (Abbasi et al., 2002) e outros usam a escala de Horsfall-Barrat para transformar dados de porcentagem de severidade em notas (Louws et al., 2001; Balogh et al., 2003). Ressalta-se que, em tomate rasteiro, o manuseio das plantas é intensificado quando a severidade é tomada na folha ou na planta, em contraste com a tomada do dado na parcela como um todo, que seria o mais viável. Deste modo, no presente trabalho, três metodologias foram utilizadas para a avaliação da severidade, na tentativa de aprimorá-la a cada ensaio. Para quantificar a doença, além da severidade foliar, alguns autores têm utilizado a quantidade de frutos com sintomas da doença (Maringoni et al., 1986, Abbasi et al., 2002; Quezado-Duval et al., 2005), o que também foi registrado no presente trabalho, acrescentando-se a escaldadura como um possível resultado da severidade da doença. A variação entre as metodologias de avaliação da severidade e os resultados obtidos neste trabalho, onde diferentes metodologias foram desenvolvidas e utilizadas nos distintos experimentos, como discutido em seguida, indicam a necessidade de ajuste e padronização da mesma para tomada dessa variável em tomate rasteiro.

Em nenhum dos experimentos foi possível atestar a eficiência dos tratamentos, em termos de redução de severidade foliar, em relação à testemunha água. No entanto, alguns tratamentos indicaram uma tendência em reduzir a doença, tais como acibenzolar-S-metil em combinação com famoxadona + mancozebe no primeiro experimento e acibenzolar-S-metil (primeira avaliação), acibenzolar-S-metil - hidróxido de cobre no segundo experimento.

Para os tratamentos que foram presentes em ambos os experimentos pode-se fazer algumas considerações. Enquanto o tratamento ASM-famoxadona + mancozebe foi o

melhor no primeiro experimento, com valor de severidade inferior à testemunha, no segundo experimento, apresentou comportamento distinto, dependendo da avaliação (por nota-85 dias após transplantio e porcentagem-colheita). Neste experimento, ASM apresentou o menor valor na primeira avaliação (notas) e o ASM – hidróxido de cobre na segunda (porcentagem). Vários trabalhos têm atestado a eficiência do ASM no controle de doenças, inclusive da mancha bacteriana do tomateiro (Louws et al., 2001; Paradela et al., 2001; Balogh et al., 2003; Lewis et al., 2005; Obradovic et al., 2005), como também para pinta-bacteriana (Pitblado, 2001)

O acibenzolar-S-metil é um produto químico indutor de resistência sistêmica adquirida, que após ser absorvido e translocado por toda parte da planta ativa genes de defesa. No Brasil, conhecido como Bion® o produto foi registrado junto ao Ministério da Agricultura e Abastecimento, para proteção contra doenças bacterianas em tomateiro, *Crinipellis perniciosa* em mudas de cacau e *Xyllela fastidiosa* em mudas de citros (Silva, 2002). Experimentos realizados por Silva (2002) em tomate, a severidade da mancha bacteriana nas plantas tratadas com ASM foi reduzida, em média, 56,27 % em relação às plantas não tratadas. Reduções significativas da severidade da mancha bacteriana do tomateiro em plantas tratadas com ASM também foram observadas por Inbar et al. (1998). Resultado semelhante foram obtidos por Silva et al. (2000) quando avaliaram o efeito de épocas e modo de aplicação do ASM na proteção contra essa doença.

Os resultados do presente trabalho ainda não permitem confirmar essa eficiência nas condições de cultivo do tomate para processamento industrial em Goiás, mas observa-se uma tendência de que o ASM sozinho ou combinado com hidróxido de cobre ou com famoxadona+mancozebe venha a reduzir a severidade da doença. Em relação à combinação durante o calendário de aplicação verificou-se comportamento contraditório entre os dois experimentos, tanto para severidade como para produtividade. Novos estudos precisam ser realizados para elucidar esse tema.

A utilização do ASM em combinação com outros produtos tem sido avaliada em outros trabalhos (Louws et al., 2001; Balogh et al., 2003; Lewis et al., 2005), porém em mistura de tanque e não em combinações de aplicações ao longo do ciclo da cultura como no presente trabalho. Ressalta-se que a prática de mistura não é legalizada no Brasil.

De maneira geral, os fungicidas à base de cobre, nas concentrações e intervalos de aplicações utilizados nos dois experimentos, não apresentaram resultados satisfatórios no controle da mancha bacteriana. Resultado semelhante foi observado por Marigoni et al.

(1986) ao avaliar diferentes fungicidas e antibióticos no controle da mancha bacteriana em condições de campo, segundo o autor os fungicidas cúpricos não reduziram a área foliar e também não aumentaram significativamente a produtividade. A sensibilidade ao princípio ativo, característica intrínseca das estirpes do patógeno, é fato documentado em relação a antibióticos e ao cobre (Marco & Stall, 1983; Aguiar et al., 2000; Quezado-Duval et al., 2005) Ainda não se conhece a sensibilidade *in vitro* dos isolados utilizados nos dois experimentos aos produtos aplicados, tal informação ajudaria a elucidar a baixa eficiência de certos produtos.

Para a produtividade, observou-se que o ASM, apesar não ter diferenciado significativamente dos demais tratamentos, no primeiro experimento foi o que teve maior produtividade e no segundo experimento o que teve a segunda maior produtividade. Poucos trabalhos de avaliação da eficiência de tratamentos de controle químico da mancha bacteriana têm demonstrado estatisticamente diferenças estatísticas na variável produtividade.

Apesar da correlação entre severidade e produtividade ter sido significativa no segundo experimento para ambos os híbridos, a relação entre a ação na redução de severidade e a produtividade parece não ser uma constante nos ensaios envolvendo aplicações de ASM. Jones et al. (2005) observaram que com as aplicações de acibenzolar-S-metil foram eficientes em reduzir a severidade da mancha bacteriana, sem, no entanto, aumentar significantemente a produtividade nas parcelas. Romero et al. (2001) observaram, um efeito negativo na produção de pimentão (*Capsicum annumm* L.) quando o ASM foi aplicado intensivamente (oito aplicações durante o ciclo da cultura, semanalmente) para o controle da mancha bacteriana, este efeito foi conseqüência da redução do número de gemas florais e do atraso na maturação de frutos. A ação de redução de severidade sem implicação em aumento de produtividade foi relatado em melão (Rizzo et al., 2003) e tomate (Louws et al., 2001; Paradela et al., 2001; Lewis et al., 2005; Quezado-Duval et al., 2005).

O número de aplicações poderia interferir no possível efeito negativo sobre a produtividade. De fato, Quezado-Duval et al. (2005) relataram que em um ensaio de tomate para processamento industrial em campo com a variedade AP533, apesar de resultar em menor área de progresso da doença, em 10 aplicações semanais, o ASM resultou na menor produtividade do ensaio, não diferindo da testemunha água. Também Paradela et al. (2001), em tomate envarado, observaram bons resultados em reduzir a

severidade com o emprego do ASM em cinco e sete aplicações sem ação efetiva na produtividade. Há de se ressaltar que a produtividade é uma variável indireta da avaliação da eficiência no controle da doença, pois as aplicações dos produtos poderiam por si só ter algum efeito positivo ou negativo na fisiologia da planta, levando a um aumento ou a uma redução da produtividade. Para a observação desse tipo de efeito seria desejável que parcelas tratadas fossem mantidas, ou por isolamento ou por não inoculação, na ausência do patógeno. A observação de uma baixa produtividade em detrimento de uma eventual redução de severidade ressalta a importância da tomada da produtividade e da realização de ensaios de campos, em complementação aos ensaios de casa de vegetação onde são tomados apenas dados de severidade (Silva, 2002; Balogh et al., 2003).

O fato de os dois experimentos de campo terem sido realizados em diferentes condições (variedades; fatores ambientais ligados à época de plantio tais como fotoperíodo, temperatura e precipitação, e pH da água de preparo da calda) indicam que interações de diversas ordens possam estar envolvidas em sua eficiência. Além disso, diferentes tipos de avaliação de severidade não permitiram uma melhor comparação entre os ensaios. Aplicações do ASM em diferentes variedades (Agriset 761, Rutgers, Solar Set, Sun Leaper, Oh 7814, Peto 692, Sunbeam e Heinz 9478) visando o controle da mancha bacteriana, foram realizados por Louws et al. (2001). Foi observado uma proteção do ASM em relação a testemunha variando de 36,3% na cultivar Sunbeam a 67, 95% na Heinz 9478. Já em cultivares de tomate para processamento industrial, a proteção média proporcionada pelo ASM foi de 58,64%, variando entre 52,93% para Hypeel 108 e 64, 18 para Heinz 9665 (Silva et al., 2001). A variação na proteção conforme a cultivar avaliada, infere que a resistência induzida pelo ASM é dependente de genótipos, sendo assim, o produto pode conferir maior ou menor proteção em determinadas cultivares (Silva, 2002). Romero et al. (2001) observaram que aplicações de ASM a cada duas semanas em parcelas de pimentão causaram redução em produtividade em uma das seis variedades testadas.

O emprego de variedades resistentes seria um dos meios de controle da mancha bacteriana mais econômico e promissor, nem sempre disponível ao produtor nos diversos patossistemas. O híbrido U2006 apresentou menor severidade e menor número de frutos com escaldadura em relação ao Hypeel 108, o que corrobora com a indicação dos técnicos da empresa Unilever de que este material seria mais tolerante à mancha bacteriana, sendo por isso posicionado para os primeiros plantios do ano, quando as condições ambientais são mais favoráveis ao desenvolvimento da doença.

Os resultados dos experimentos realizado não premitiram a comprovação dos resultados de um ensaio anterior onde observou-se uma tendência da aplicação de produtos à base de fosfitos, na redução da severidade de uma infecção natural da mancha-bacteriana em campo (Nascimento et al., 2008). Além disso, a utilização do fosfito não incrementou a produtividade nesse e nos realizados no presente trabalho.

O tratamento com metiram + piraclostrobina, mesmo não se detectando diferenças significativas resultou, nos dois experimentos, na segunda maior produtividade registrada (70 $t.ha^{-1}$ e 101 $t.ha^{-1}$, respectivamente). Este produto pertence a linha F500 **(**piraclostrobina) que proporciona aumento médio na produtividade, bem como na qualidade das lavouras, resultando em plantas mais saudáveis, com folhas mais verdes. O Efeito Fisiológico do F500 é a combinação de processos benéficos dentro da planta que resultam no aumento da fotossíntese líquida e da atividade da enzima nitrato-redutase, além da diminuição da síntese do etileno. Todos esses fatores reunidos contribuem para o aumento da produtividade e qualidade das lavouras (Amaral, 2007; Galvino, 2008). Famoxadona + mancozebe apresentou maior produtividade, que diferiu significativamente do tratamento cloretos de benzalcônio. A ação da molécula famoxadona é por contato presente em um fungicida registrado nos EUA, o Tanos® (famoxadona + cimoxamil) para o controle, entre outras doenças, da mancha bacteriana e da pinta bacteriana. Lewis et al. (2005) obtiveram bom controle da mancha bacteriana e outras doenças em um programa de pulverização foliar combinando pulverizações de ASM e pulverizações com Tanos® em mistura com hidróxido de cobre e mancozeb em alternância com hidróxido de cobre misturado ao mancozeb apenas. Nesse experimento, no entanto, não foi detectado diferenças significativas em produtividade, apenas na porcentagem de frutos comercializáveis.

Já, para os cloretos de benzalcônio os resultados de produtividade foram variáveis, tendo resultado em menor produtividade no segundo experimento. Não foram encontradas na literatura inferências da utilização e resultados de ensaios relativos a produtos à base de amônias quaternárias para o controle da mancha bacteriana do tomate em campo, apesar de relatos preliminares de sua ação in vitro e em casa-de-vegetação (Souza, 2006).

Em relação aos dados obtidos na análise econômica, ressalta-se que não foram encontrados trabalhos na literatura onde esta abordagem é realizada, talvez em razão da flutuação dos preços tanto da tonelada do tomate como dos produtos. Ressalta-se aqui que,

um possível aumento de eficiência no controle pelo incremento de um produto, em mistura ou em mais aplicações, vai também resultar em um aumento no custo e que a relação benefício/custo deve ser superior a um para apresentar vantagem econômica. Desse modo, no presente trabalho, os dados do primeiro experimento indicam que naquela situação, a aplicação dos produtos não resultaria em vantagem econômica ao produtor, já que a relação benefício/custo não foi superior a um naqueles poucos tratamentos onde os produtos incrementaram em valor bruto a produtividade em relação à da testemunha água (ASM - hidróxido de cobre, ASM /famoxadona + mancozebe + metiram + piraclostrobina / hidróxido de cobre). Por outro lado, nas condições do segundo experimento, os produtos que apresentaram vantagem econômica foram apenas o ASM e o famoxadona + mancozebe. A análise é interessante para subsidiar a tomada de decisão por parte do produtor/técnicos da assistência na aplicação ou não dos produtos.

Em relação à variabilidade das *Xanthomonas* associadas à mancha bacteriana do tomateiro, vale ainda ressaltar que, *Xanthomonas perforans* e *X. gardneri* são atualmente as espécies de maior ocorrência em campos de tomate para processamento industrial em Goiás, a maior região produtora da cultura no Brasil (Quezado-Duval et al., 2005; Mazutti, 2006), daí a importância da priorização na utilização dessas espécies nos experimentos que focam o tomate para processamento industrial.

5.4 CONCLUSÕES

- Acibenzolar-S-metil alternando com aplicações de famoxadona + mancozebe diminui a severidade da mancha bacteriana do híbrido Heinz 9992, no início do desenvolvimento da doença;
- A produtividade do híbrido Heinz 9992 e sintomas nos frutos não são influenciados pelos diferentes tratamentos utilizados para controlar a mancha bacteriana;
- O híbrido U2006 é mais resistente à mancha bacteriana e mais produtivo na presença da doença do que o Hypeel 108.
- Famoxadona + mancozebe aumentam a produtividade dos híbridos Hyppel 108 e U2006 em relação ao hidróxido de cobre, cloretos de benzalcônio e ASM – famoxadona + mancozebe;

- Os diferentes tratamentos testados não influenciam o número de frutos com sintomas da doença e nem o número de frutos com escadadura para os híbridos Hyppel 108 e U2006;
- De uma maneira geral acibenzolar-S-metil e famoxadona + mancozebe apresentam os melhores resultados avaliados neste ensaio. O efeito desses produtos depende de outros fatores: cultivar, ambientes, espécies, raça do patogéno entre outros.

5.5 REFERÊNCIAS

ABBASI, P. A., SOLTANI, N., CUPPELS D. A., & LAZAROVITS G. Reduction of Bacterial Spot Disease Severity on Tomato and Pepper Plants with Foliar Applications of Ammonium Lignosulfonate and Potassium Phosphate. **Plante Disease**, Saint Paul, v. 86, n. 11, p. 1232-1236, 2002.

AGUIAR, L.A., KIMURA, O., CASTILHO, A.M., CASTILHO, K.S.C., RIBEIRO, R.L.D., AKIBA, F. & CARMO, M.G.F. Resistência ao cobre em isolados nacionais de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* de pimentão e tomateiro. **Agronomia,** Seropédica, v. 34, n. 1, p. 78-82, 2000.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxico fitossanitário**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 29 dez. 2008.

AL-DAHMANI. J. H.; ABBASI. P. A.; MILLER. S. A.; HOITINK. H. A. J. Supression of Bacterial Spot of Tomato with Foliar Sprays of Compost Extracts Under Greenhouse and Field Conditions. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, n. 8, p. 913-919, 2003.

AMARAL, J. **Rendimento e Produtividade são os diferenciais da BASF no Congresso de Tomate Industrial, em Goiânia (GO). 2007.** Disponível em: <http://www.basf.com.br/default.asp?id=4770>. Acesso em: 21 jan. 2008.

BALOGH. B.; JONES. J. B. Improved Efficacy of Newly Formulated Bacteriophages for Management of Bacterial Spot Tomato. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, n. 8, p. 949-954, 2003.

BENAKKOUCHE, R., CRUZ, R. S. **Avaliação monetária do meio ambiente**. 1. ed. McGraw-HILL Ltda: São Paulo, 1994. 198 p.

DERCKS, W.; CREASY, L. L. Influence of fosetyl – Al on phytoalexin accumulation in the *Plasmopara viticola*-grapevine interaction. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orland, v. 34, n. 3, p. 203-213, 1989.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Cultivo de tomate para industrialização**. 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/cultivares.htm>. Acesso em: 5 nov. 2008.

GALVINO, S. B. F. **Efeito de fungicida na produção de batata e na disseminação de vírus e detecção dos variantes genéticos PVY^{n-wi} e NE-11 no Brasil**, 2008. 42 f. Dissertação (Mestrado em fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

INBAR, M.; DOOSTAR, H.; SONODA, R. M.; LEIBEE, G. L.; MAYER, T. Elicitors of plant defensive system reduce insect densities and diese incidence. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 24, n. 1, p. 135-149, 1998.

JONES, J. B.; MOMOL, M. T.; OBRADOVIC, A.; BALOGH, B.; OLSON, S. M. Bacterial spot management on tomatoes. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 1, n. 695, p. 119-123, 2005.

JUNIOR JACOBELIZ, W. BASF no Mundo. Palestra **no II Congresso Brasileiro de tomate industrial**. Disponível em: <http://www.congressotomate.com.br/>. Acesso em: 6 nov. 2008.

LEWIS , M. L. I; MERA, J. R.; MILLER; S. A. **Evaluation of fungicides and bactericides for the control of foliar and fruit diseases of processing tomatoes**. 2005. Disponível em: <http://www.ag.ohio-state.edu/~vegnet/library/res04/tomato.pdf>. Acesso em: 4 out. 2008.

LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, M. A.; Doenças bacterianas. In: LOPES, C. A.; ÀVILA, A. C. (Ed.) **Doenças do tomateiro**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 2005, cap. 2, p. 62-64.

LOPES, C. A. Bacterioses de hortaliças: situação atual e perspectivas de controle. In ZAMBOLIM, L. (ed.) **Manejo integrado de doenças, pragas e plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2000. v. 2, cap. 3, p. 187-208.

LOPES, C. A.; QUEZADO-SOARES, A. M. Doenças causadas por bactérias em tomate. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; COSTA, H. (Ed.). **Controle de doenças de plantas:** hortaliças. 2. Ed. Viçosa: UFV, 2000. v. 2. cap. 5, p. 754-784.

LOPES, C. A.; SANTOS, J. R. M. dos; ÀVILA, A. C. de; BEZERRA, I. C.; CHARCHAR, J. M.; QUEZADO-DUVAL, A. M. Doenças: Identificação e controle. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. (Ed.). **Tomate para processamento industrial.** Brasília: Comunicação para transferência de tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. p. 88-111.

LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. **Doenças bacterianas das hortaliças – diagnose e controle.** 1. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1997. 70 p.

LOPES, C. A.; SANTOS, J. R. M. **Doenças do tomateiro**. 1. Ed. Brasília: Embrapa-CNPH, p. 51-58. 1994.

LOUWS, F. J., WILSON, M., CAMPBELL, H. L., CUPPELS, D. A., JONES, J. B., SHOEMAKER, P. B., SAHIN, F., AND MILLER, S. A. 2001. Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. **Plant Disease,** Beltsville, v. 85, n. 5, p. 481-488, 2001.

MARCO, G.M. & STALL, R.E. Control of bacterial spot of pepper initiated by strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* that differ in sensitivity to copper. **Plant Disease,** Beltsville, v. 67, n. 7, p.779-781, 1983.

MARCUZZO, L. L. **Epidemiologia e previsão da mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro**. 2008. 68 f. Tese (Doutorado em agronomia: Fitopatologia)-Universidade de Passo Fundo Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo, 2008.

MARINGONI, A.C.; KUROZAWA, C.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J.C. Controle químico da mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye) do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 12, n. 2, p. 92-101, 1986.

MAZUTTI, J. **Dinâmica populacional de *Xanthomonas* spp. que causam a mancha bacteriana em campos de tomate para processamento industrial em Goiás e Minas Gerais**. 2006. 33 f. Monografia (Bacharel em Agronomia). Faculdade da Terra de Brasília, Brasília, 2006.

MELLO, S. C. M.; LOPES. C. A. TAKATSU, A. GIORDANO, LEONARDO. Resistência de genótipos de tomateiro à mancha bacteriana, em campo e em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 496-501, 1997a.

MELLO, S. M.; LOPES, C. A.; TAKATSU, A. Critérios de avaliação da resistência em tomateiro à mancha-bacteriana. **Fitopatologia Brasileira,** v. 22, n. 4, p. 502-506. 1997b.

NASCIMENTO, A. R.; FERNANDES; P. M.; ROCHA, M. R. da; SILVA, E. A. da. Fontes de fosfito e acibenzolar-s-metil no controle de doenças e produtividade do tomateiro**. Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 53-59, 2008.

NASCIMENTO, A.D. R. **Efeitos de fosfitos sobre a sanidade das plantas e produtividade na cultura do tomate**. 2006. 71 f. Tese (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal)-Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

OBRADOVIC, A., J. B. JONES, M. T. MOMOL, S. M. OLSON, L. E. JACKSON, B. BALOGH, K. GUVEN, AND F. B. IRIARTE. Integration of biological control agents and systemic acquired resistance inducers against bacterial spot on tomato. **Plant Disease**, St. Paul, v. 89, n.7, p.712-716, 2005.

PARADELA, A. L., SCACHETTI, A. P., MUNHOZ, R., BORIM, JR. N., CALAFIORI, M. H., GALLI, M. A. Eficiência de Bion (acibenzolar – s – methyl) como indutor de resistência para o complexo bacteriano (*Xanthomonas vesicatoria pseudomonas syringae* pv *tomato* e *clavibacter michiganense* subsp *michiganense*) e insetos vetores de fitoviroses na cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). **Revista Ecossistema**, São José dos Pinhais, v. 26, n. 1, p. 17-22, 2001.

PITBLADO, R. **The development of pest management strategies for insects and plant diseases in processing tomatoes**. 2001. Disponível em

<http://www.worldtomatocongress.com/presentations/Poster/P19%20Ron%20Pitblado.pdf >. Acesso em: 20 out. 2008.

QUEZADO-DUVAL, A.M.; LEITE JÚNIOR, R.P.; LOPES, C.A.; LIMA, M.F.; CAMARGO, L.E.A. Diversity of *Xanthomonas* spp. associated with bacterial spot of processing tomatoes in Brazil. **Acta Horticulturae**, Belgium, v. 1, n. 695, p.101-108, 2005.

QUEZADO-DUVAL, A. M. Período Chuvoso – Aumenta incidência de doenças bacterianas. **Campos e Negócios**, Ubelândia, v. 1, n. 5, p. 27-28, 2006 a.

QUEZADO-DUVAL, A. M. Mancha bacterina do tomateiro e de Capsicum spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 11, p. S85-S85, 2006 b.

QUEZADO-SOARES, A. M.; SILVA, V. L.; GIORDANO, L. de B.; LOPES, C. A. Redução da produtividade de tomateiro para processamento industrial devido à mancha-bacteriana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina**. Resumo...** Petrolina: SOB, 1998. p. 266.

RIZZO, A. A. N., FERREIRA, R. M., BRAZ, L. T. **Ação de acibenzolar-s-methyl (BTH) isolado e em combinação com fungicidas no controle do cancro da haste em melão rendilhado**. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S0102-05362003000200024>. Acesso em: 27 jan. 2008.

RODRIGUES NETO, J; SUGIMORI, M.H.; MALAVOLTA JUNIOR, V.A. RAÇAS DE Xanthomonas campestris pv. vesicatoria (Doidge) dye, no estado de São Paulo. **Arquivo de Instituto Biológico**, São Paulo, v.51, n.1/4, p.13-16, 1984.

ROMERO, A.M.; KOUSIK, C.S; RITCHIE, D. F. Resistence to bacterial spot in bell pepper induced by acibenzolar-S-methyl. **Plant Disease**, Beltsville, v. 85, n. 2, p. 189-194, 2001.

SHEPHERD, C.; WILLIAMS, R.; SOEHNER, S. Controlling fungal and bacterial diseases of tomatoes with TanosTM, a new fungicide from DuPont. In: Momol, M.T.; Jones, J.B. (eds). 1st International Symposium on Tomato Diseases and 19th Annual Tomato Disease Workshop, 19., Florida. **Resumos...** Florida: University of Florida/IFAS Extension/IHS, 2004, p. 48.

SILVA, L. H. C. P. da**, Resistência sistêmica ativada pelo acibenzolar-S-metil contra doenças em tomateiro.** 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitopatologia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SILVA, L. H. C. P., RESENDE, M. L. V.; MARTINS JÚNIOR, H.; CAMPOS, J. R.; SOUZA, R. M.; CASTRO, R. M. Épocas e modo de aplicação do ativador de plantas benzothiadiazole (ASM) na proteção contra a mancha bacteriana em tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., São Pedro. **Resumos...** Brasília: SOB, 2000. p. 375-377.

SILVA, L. H. C. P., CAMPOS, J. R.; MORAES, S. R.; RESENDE, M. L. V.; SOUZA, R. M.; CASTRO, R. M. Efeito do indutor de resistência acibenzolar-S-metil (ASM) contra Xanthomonas campestris pv. vesicatoria em cinco genótipos de tomateiro industrial. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 119, 2001.

SOUSA, M. A. N.de. **Avaliação do efeito do uso de fegatex® no controle de mancha-bacteriana em tomateiro para processamento industrial**. 2006. 43 f. Monografia (Bacharel em Agronomia). Faculdade da Terra de Brasília, Brasília, 2006.

TOKESHI, H; CARVALHO, P. C. T. Doenças do Tomateiro – Lycopersicum esculentum Mill. In: Galli, F. (Org.). **Manual de fitopatologia:** doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p. 511-552.

ANEXOS

Anexo 5A. Produtos utilizados no experimento I com suas respectivas dosagem. Goiânia – GO, 2007.

Produtos e classe toxicológicas	Classe	Ingrediente Ativo	Grupo Químico	Dosagens (kg ou $L.ha^{-1}$)
Actara III	Inseticidas	Tiametoxam	Neonicotinóide	0,45 kg
Amistar IV	Fungicida	Azoxystrobin	Estrobilurinas	0,1 kg
Bravonil II	Fungicida	Clorotalonil	Isoftalonitrila	2,0 kg
Cartap III	Inseticida	Cloridrato de cartape	Bis (tiocarbamato)	1,2 kg
Cefanol III	Inseticida Acaricida	Acephate	Organofosforados	1 kg
Cercobim 700 PM	Fungicida	Tiofanato-metílico	Benzimidazol (precursor de)	1,0 kg
Cordial I	Inseticida	Pyriproxifen	Éter piridiloxipropílico	0,75 L
Daninem I	Inseticida Acaricida	Fenpropathin	Piretróide	0,2 L
Folicur III	Fungicida	Tebuconazole	Triazóis	1 L
Frownsid	Acaricida Fungicida	fluazinam	fenilpiridinilamina	1 L
Harpon	Fungicida	Cimoxanil + zoxamida	Acetamida + benzamida	0,35 kg
Oberon	Inseticida Acaricida	Espiromesifeno	Cetoenol	0,5 L
Polo	Acaricida Inseticida	Diafentiurom	Feniltiouréia	1 kg
Sialex	Fungicida	Procimidona	Dicarboximida	1,5 L
Tracer III	Inseticida	Espinosade	Espinosinas	0,12 L
Vertimec III	Inseticida Acaricida	Abamectina	Avermectinas	1 L

Fonte: Agrofit (2008).

Anexo 5B. Produtos utilizados no experimento II com suas respectivas dosagem. Goiânia-GO, 2008.

Produtos e classe toxicológicas	Classe	Ingrediente Ativo	Grupo Químico	Dosagens (kg ou $L.ha^{-1}$)
Actara III	Inseticidas	Tiametoxam	Neonicotinóide	0,45 kg
Bravonil II	Fungicida	Clorotalonil	Isoftalonitrila	1,5 kg
Cartap III	Inseticida	Cloridrato de cartape	Bis (tiocarbamato)	1,2 kg
Cefanol III	Inseticida Acaricida	Acephate	Organofosforados	1,0 kg
Cercobim	Fungicida	Tiofanato-metílico	Tiofanato-metílico	1,0 kg
Connect	Inseticida	Imidacloprido+ beta-ciflutrina	Neonicotinóide+Piretróide	1 L
Escore	Fungicida	Difenoconazol	Triazol	0,5 L
Forum	Fungicida	Dimetomorfe	Morfolina	0,75
Fuginil	Fungicida	Clorotalonil	Isoftalonitrila	2,5 L
Gallexy	Inseticida	Novalurom	Benzoiluréia	0,15 kg
Harpon	Fungicida	cimoxanil + zoxamida	Acetamida + benzamida	0,35 kg
Karate III	Inseticida	Lambdacialotrina	Piretróide	0,4 L
Oberon	Inseticida Acaricida	Espiromesifeno	Cetoenol	0,5 L
Pirate III	Inseticida Acaricida	Clorfenapir	Análogo de pirazol	0,5 L
Polytrin III	Inseticida	Profenofós + cypermethrin	Piretróide e Organofosforado	1 L
Rumo	Inseticida	Indoxacarbe	Oxadiazina	0,12
Sialex	Fungicida	Procimidona	Dicarboximida	1,5 L
Tamaron Br II	Inseticida Acaricida	Metamidofós	Organofosforado	1 L
Tracer III	Inseticida	Espinosade	Espinosinas	0,12 L
Trigard IV	Inseticida	Ciromazina	Triazinaminas	0,12 kg

Fonte: Agrofit (2008).

6 CONCLUSÕES GERAIS

A mancha bacteriana atualmente está entre as doenças que mais preocupam os produtores de mudas e os técnicos das empresas de processamento que prestam assistência em campo, igualada talvez apenas às geminiviroses. A ausência de informações sobre o correto posicionamento dos agrotóxicos disponíveis no mercado nacional no sistema de produção da cultura, não tem resultado em uma eficiência adequada quando do emprego dessa ferramenta.

Informações importantes que, se geradas e em seguida sistematizadas em meios de divulgação apropriados (palestras, boletins de pesquisa), seriam acerca do modo de ação dos produtos e das interações dos mesmos com os fatores que afetam o patossistema mancha bacteriana tomateiro industrial. Este trabalho esclarece em parte o modo de ação de alguns produtos, como o metiram + piraclostrobina e o famoxadona + mancozebe, que mostraram um efeito bactericida nos testes *in vitro*. Também levanta o questionamento sobre a possibilidade de um produto agir tanto dessa forma como por meio de indução de resistência. Do mesmo modo, analisando os resultados dos vários experimentos conduzidos, interações de diversas ordens parecem influenciar a ação do produto em reduzir a severidade da doença e conseqüentemente aumentarem a produtividade. Dentre elas, cita-se as interações com: variedades; espécies e estirpes do agente causador; condições ambientais de água, luminosidade, temperatura e precipitação, e outros produtos utilizados na cultura. O início e o número de aplicações são apontados como fatores importantes a serem considerados, notadamente em relação ao produto indutor de resistência, comparando-se os resultados obtidos com dados da literatura. Um excesso de aplicações de determinados produtos poderia ter algum efeito adverso sobre a produtividade e ainda ser dependente da variedade utilizada.

O tema ainda está longe de ser esgotado. Importante é ainda ressaltar que uma abordagem econômica deveria ser sempre realizada nos experimentos com agentes do controle químico bem como pelo responsável pela tomada de decisão na lavoura. Uma tendência em reduzir determinada quantidade de doença aliada ao aumento da

produtividade, mas que seja constante em vários experimentos, dependendo do custo do produto e do valor da tonelagem na ocasião, poderia levar a uma vantagem econômica, mesmo que nesses experimentos tenha se observado ausência de significância estatística. Da mesma forma, um produto poderia apresentar efeito significativo em reduzir a doença e aumentar a produção, sem, contudo resultar em uma relação benefício/custo superior a um.