

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**VITOR SILVEIRA INÁCIO**

**RESPOSTAS DA CULTURA DO TOMATEIRO A DIFERENTES  
FREQUÊNCIAS DE APLICAÇÃO DE ACIBENZOLAR-S-METIL E  
QUITOSANA**

**FLORIANÓPOLIS  
2011**

VITOR SILVEIRA INÁCIO

**RESPOSTAS DA CULTURA DO TOMATEIRO A DIFERENTES  
FREQUÊNCIAS DE APLICAÇÃO DE ACIBENZOLAR-S-METIL E  
QUITOSANA**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo no curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

FLORIANÓPOLIS

2011

VITOR SILVEIRA INÁCIO

**RESPOSTAS DA CULTURA DO TOMATEIRO A DIFERENTES  
FREQUÊNCIAS DE APLICAÇÃO DE ACIBENZOLAR-S-METIL E  
QUITOSANA**

Termo de aprovação

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo no curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

BANCA EXAMINADORA:

-----  
ROBSON MARCELO DI PIERO

Prof. Dr., Depto. de Fitotecnia/CCA/UFSC – Orientador

-----  
NUNO DE CAMPOS FILHO

Engenheiro Agrônomo – Fazenda Experimental da Ressacada  
Supervisor do estágio

-----  
JULIANA BERNARDI OGLIARI

Profª. Dra., Depto. de Fitotecnia/CCA/UFSC

## IDENTIFICAÇÃO DO ESTÁGIO

Estagiário: Vitor Silveira Inácio

E-mail: vsinacio@gmail.com

Orientador: Prof.Dr. Robson Marcelo Di Piero

Supervisor: Nuno de Campos Filho

Área de estágio: Fitotecnia / Fitopatologia

Período de estágio: 1 de Março a 13 de junho de 2011

Carga horária: 430 horas

Local do estágio: Fazenda Experimental da Ressacada – Universidade Federal de Santa Catarina

Endereço: Rua José Olímpio da Silva, 1326.

CEP: 88049-500 – Tapera, Florianópolis/SC.

Telefone: (48) 3233-0685

Home Page: [www.fazenda.ufsc.br](http://www.fazenda.ufsc.br)

Dedico este trabalho a Fábio Schiessl (*in memoriam*) que partiu cedo durante esta longa caminhada, deixando a seus familiares e amigos, um grande aprendizado de vida e eterna saudade.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e condições de chegar até o final desta etapa de minha vida.

À Universidade Federal de Santa Catarina, por todo o conhecimento adquirido durante estes anos, ao qual levarei por toda minha vida.

À Fazenda Experimental da Ressacada e a todos que lá trabalham (Otávio, Nuno, Sebastião, Marcelo, Claudio, aos demais trabalhadores da fazenda e especialmente à bolsista Elaine), pelo enorme apoio e pela companhia do dia a dia nesta trajetória.

Ao prof. Dr. Robson Marcelo Di Piero, por acreditar em minha capacidade, pela orientação e conhecimentos transmitidos.

À minha família, que desde que me conheço por gente, me apóia com carinho e compreensão, dando condições para a realização deste trabalho.

À minha namorada Caroline pelo amor, carinho e paciência, me ajudando a crescer e a vencer mais uma etapa de minha vida.

A todos os meus amigos e colegas que estiveram comigo durante minha vida acadêmica que aqui não caberia citar nomes para não ser injusto, sempre me ajudando e me incentivando.

A todos que contribuíram para que isto fosse possível, muito obrigado.

“O mais importante da vida não é a situação em que estamos, mas a direção para a qual nos movemos.”  
Oliver Wendell Holmes

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE ABREVIACÕES .....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1. A cultura do tomateiro ( <i>Solanum lycopersicon</i> ).....	14
2.1.1. Aspectos gerais .....	14
2.1.2. O cultivar Santa Cruz Kada .....	16
2.1.3. Principais pragas do tomateiro .....	16
2.1.4. Principais doenças do tomateiro .....	18
2.2. Resistência induzida em plantas .....	23
2.3. Indutores de resistência .....	26
2.3.1. Acibenzolar – S – metil .....	26
2.3.2. Quitosana .....	27
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>29</b>
3.1. Objetivo geral .....	29
3.2. Objetivos específicos .....	29
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
4.1. Local do experimento .....	30
4.2. Preparo do solo, obtenção das mudas e tratos culturais .....	31
4.3. Tratamentos .....	31
4.4. Avaliação das doenças e outras variáveis .....	33
4.5. Análise estatística .....	34
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
5.1. Avaliação de doenças .....	34
5.2. Avaliação de variáveis de produção .....	37
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>7. OUTRAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....</b>	<b>44</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>45</b>

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Canteiros experimentais de 1,20 x 32 m.....	30
<b>Figura 2.</b> Ocorrência de Oídio ( <i>Oidium lycopersici</i> ) no campo experimental .....	33
<b>Figura 3.</b> Efeito da frequência de aplicação de ASM e quitosana em lavoura de tomate sobre a severidade de oídio. ....	35
<b>Figura 4.</b> Efeito da aplicação dos tratamentos sobre a incidência de folíolos apresentando Mancha de Alternaria. A barra em cada coluna representa o desvio padrão da média. ....	36
<b>Figura 5.</b> Efeito da aplicação dos tratamentos sobre a severidade das duas doenças em conjunto na planta inteira (Oídio + Alternaria).. ....	36
<b>Figura 6.</b> Diâmetro médio dos frutos de tomate no primeiro cacho de plantas tratadas com água destilada, fungicida, acibenzolar (ASM) ou quitosana, em diferentes frequências.. ....	37
<b>Figura 7.</b> Peso médio do primeiro cacho de plantas de tomate tratadas com água destilada, fungicida, acibenzolar (ASM) ou quitosana, em diferentes frequências. ....	38
<b>Figura 8.</b> Peso de frutos de tomate por planta após o tratamento com água destilada, fungicida, acibenzolar (ASM) ou quitosana, em diferentes frequências. ....	39
<b>Figura 9.</b> Número total de frutos por planta em cada tratamento. ....	39

## LISTA DE ABREVIACÕES

AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários

ASM – Acibenzolar – S – Metil

DISPRO – Programa computadorizado de treinamento de avaliação de doenças foliares do amendoim

EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organization

FAO – Food and Agriculture Organization

ICEPA – Instituto Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola

Proteínas RP – Proteínas Relacionadas à Patogênese

ROLAS - Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos

RSA – Resistência Sistêmica Adquirida

RSI – Resistência Sistêmica Induzida

SASM-Agri - Sistema para a análise e separação de médias em experimentos agrícolas

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

## RESUMO

O tomateiro (*Solanum lycopersicon*) está entre as hortaliças mais importantes economicamente do mundo. Uma grande quantidade de patógenos ataca a cultura, nem sempre sendo fácil realizar um correto diagnóstico, seja por falta de conhecimento ou de literatura especializada. Devido a este fato, uma vasta gama de produtos químicos é utilizada no tomateiro, contaminando o ecossistema e a saúde das pessoas envolvidas em toda a cadeia produtiva. A indução de resistência pode ajudar na redução do uso de agroquímicos, gerando comprovadamente resultados satisfatórios no combate a certos patógenos. Nem sempre o efeito da indução é positivo, seu uso inadequado pode ser refletido em perdas na produção e produtividade. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos decorrentes de diferentes frequências de aplicação de acibenzolar – S – metil (ASM) e da quitosana no produto final da cultura, no controle de doenças e na produtividade. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Ressacada, pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina, adotando-se o delineamento experimental de blocos completamente casualizados, com 8 tratamentos e 4 repetições. Os indutores foram testados em três frequências de aplicação (semanal, quinzenal e mensal). Os demais tratamentos consistiram de uma testemunha com aplicação de água destilada e da aplicação de um fungicida de amplo espectro (oxicloreto de cobre + mancozeb), ambos para o efeito de comparação. Nas plantas tratadas, avaliou-se a incidência e a severidade das doenças (Mancha de alternaria e oídio) nas parcelas, e variáveis relacionadas ao desenvolvimento vegetal, tais como o diâmetro médio dos frutos no primeiro cacho basal, peso médio do primeiro cacho basal, número e peso de frutos por planta. Constatou-se uma alta incidência de Oídio no canteiro experimental (aproximadamente 100% das plantas) em praticamente todo o período do experimento. Nas avaliações de Oídio, foi observado que todos os tratamentos reduziram a severidade da doença no terço inferior das plantas, quando da primeira avaliação. A incidência da doença Mancha de Alternaria em folíolos não apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos e foi de aproximadamente 60%. Na avaliação de severidade das duas doenças em conjunto na planta inteira, no final do ciclo de cultivo, reduções significativas puderam ser observadas nas frequências semanais de aplicação de ASM ou quitosana. As frequências de aplicação não afetaram significativamente as variáveis de produção analisadas neste experimento. Dessa forma, discute-se o efeito do ASM e da quitosana no controle das doenças de tomateiro e na produtividade da cultura.

**Palavras-chave:** indução de resistência; *Solanum lycopersicon*; quitosana; acibenzolar –S – metil; produção; frequência de aplicação; *Alternaria solani*; *Oidium lycopersici*.

## 1.INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O tomateiro (*Solanum lycopersicon*) pertence à família das solanáceas e está entre as hortaliças mais consumidas no mundo. Essa família é uma das mais importantes para a alimentação humana, destacando-se além do tomate, a batata, a berinjela, o pimentão e a pimenta. O tomate é rico em licopeno, um poderoso antioxidante, importante no combate aos radicais livres, retardando o envelhecimento, além de possuir substâncias anti-carcinogênicas. O tomate também contém vitaminas A, B e C, e sais minerais como fósforo, ferro e potássio. Possui baixo valor calórico, e por este motivo é indicado em dietas nutricionais. No Brasil, o tomate para processamento industrial vem sendo cultivado desde o início do século XX. A maior produção está concentrada nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo, dentre os quais o estado de São Paulo é o maior produtor, representando 60% da produção da região Sudeste (Simão & Rodríguez, 2008).

A cultura do tomate é extremamente exigente em tratamentos culturais, necessitando uma boa condução para a obtenção de resultados satisfatórios. É sensível a numerosas doenças, a sua nutrição requer cuidados especiais e os frutos são de alta perecibilidade. Mais de duzentas doenças do tomateiro, provocadas por diversos agentes bióticos ou abióticos, já foram relatadas em todo o mundo. A produção do tomate é feita a custos elevadíssimos devido à necessidade de altas dosagens de adubo, irrigação pesadas, controle semanal das doenças e pragas, manutenção da lavoura sem outros concorrentes. Entre outros fatores, ainda temos as variações climáticas nas áreas em que o tomateiro é cultivado e as diferentes formas de condução da cultura.

Há estudos a respeito da identificação de doenças no tomateiro e seus respectivos métodos de controle e as questões ambientais estão tendo cada vez mais destaque no cenário atual. Por este motivo, técnicos e tomaticultores vêm utilizando uma grande quantidade de produtos químicos, de uma forma inadequada e com resultados por vezes insatisfatórios, causando danos ao ecossistema, aos consumidores e aos próprios aplicadores. O uso abusivo e muitas vezes ineficiente de agrotóxicos nas grandes culturas vem gerando problemas como a contaminação de alimentos, animais e da água, diminuindo a qualidade de vida da população. Tendo em vista a alta demanda mundial por alimentos, há um conseqüente aumento das áreas cultivadas com espécies de alto valor comercial, tanto para o interesse alimentar quanto para o industrial. Tais espécies possuem uma base genética estreita e juntamente com o uso abusivo de defensivos, ocasionam a seleção de novas raças de patógenos, gerando perdas consideráveis de produção. Diante destes problemas, há a necessidade do estudo de métodos

de controle alternativos de baixo impacto ao meio ambiente e aos seres vivos. A indução de resistência entra como uma alternativa para a preservação de cultivares com alto potencial agrícola que apresentam susceptibilidade a doenças economicamente importantes.

A busca por métodos alternativos de controle de doenças tem gerado produtos com o potencial de induzir mecanismos latentes de defesa das plantas ao ataque de patógenos. Tais produtos podem ser bióticos (organismos vivos ou partes destes) ou abióticos (ácido salicílico, acibenzolar –S– metil, jasmonato, quitosana, entre outros). O desenvolvimento do éster S-metil do ácido benzo –(1,2,3)- tiadiazole-7- carbotióico deu origem ao acibenzolar – S– metil (ASM), considerado um dos mais promissores indutores de resistência vegetal. A partir do desenvolvimento da molécula, obteve-se o primeiro indutor de resistência utilizado comercialmente sob as marcas comerciais Bion® e Actigard®, indicado para várias espécies vegetais como o pepino, fumo, tomate, trigo e arabisopsis (Cavalcanti et al., 2005). Apesar de o ASM ser recomendado para a cultura do tomateiro, pouco se conhece sobre seu efeito na produção final da cultura e no desempenho das plantas. O uso agrícola da quitosana, polissacarídeo derivado da quitina, é relativamente recente na escala do tempo, porém vem demonstrando resultados satisfatórios no tratamento de sementes e na indução de resistência a insetos e fungos patogênicos.

Com o surgimento da resistência induzida, vieram também questionamentos ao seu respeito. Algumas das questões principais seriam: a influência dos indutores na produção final da cultura, efeitos sobre o desempenho da planta e principalmente sobre a produtividade. A proteção induzida é dependente do intervalo de tempo em que ocorre o tratamento com o indutor e a subsequente inoculação da planta, indicando mudanças específicas no metabolismo da planta que envolvem a síntese e/ou acúmulo de substâncias importantes no fenômeno da resistência (Pascholati & Leite, 1995). Esta representa custos energéticos para a planta visto que, recursos que seriam destinados ao seu crescimento e desenvolvimento são destinados a respostas de defesa. Na ausência de pragas e patógenos, em plantas com estresse nutricional e em frequências muito altas de aplicação, estes gastos energéticos poderão ser refletidos em perdas na produtividade (Coley et al., 1985). Pode também afetar negativamente a adaptabilidade das plantas, gerando propriedades autotóxicas das características de defesa e afetar negativamente microorganismos benéficos às plantas, como por exemplo, as micorrizas (Heil, 2001). A influência dos indutores no produto final das culturas ainda é pouco conhecida, sendo necessários mais estudos em relação ao desempenho das plantas, produtividade e aos custos energéticos para a cultura. Considerando a grande quantidade de patógenos presentes na cultura e a necessidade de medidas menos impactantes de controle de

doenças, objetiva-se nesse trabalho encontrar uma frequência de aplicação mais adequada para estes indutores. Para tanto, quitosana e ASM foram aplicados semanal, quinzenal e mensalmente nas plantas de tomate em campo experimental da Fazenda da Ressacada (UFSC) para a avaliação da intensidade das doenças e variáveis relacionadas à produção da cultura.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicon*)

#### 2.1.1. Aspectos gerais

A cultura do tomate tem como centro de origem a região andina (Equador, Bolívia, Colômbia, Peru e norte do Chile). Segundo Nuez (2001), sua domesticação ocorreu no México. Na cultura asteca era chamado de “tomatl”, apresentando frutos pequenos e altamente perecíveis. Com a chegada dos espanhóis, as sementes foram levadas para a Europa onde a cultura foi incorporada à culinária européia.

O tomateiro é uma dicotiledônea pertencente à família das solanáceas, ordem Tubiflorae, apresentando os subgêneros *Eulycopersicon* e *Eriopersicon*. Estes dois subgêneros são diferenciados através da coloração de seus frutos quando maduros (*Eulycopersicon* = avermelhados, *Eriopersicon* = verde, amarelada, esbranquiçada) (Alvarenga, 2004). Os principais representantes desta família são a batata, a berinjela, o pimentão, a petúnia, o fumo. O fruto do tomate é a parte comestível, sendo fonte de diversas vitaminas e sais minerais, podendo ser consumido cru ou cozido. A partir da polpa se faz o extrato, purê, catchup, molhos para massas, suco e doces (Minami & Haag, 1989).

Diversos são os motivos para o tomate estar presente em diferentes culturas e povos como o hábito de alimentação, disponibilidade do produto em todos os lugares e o ano inteiro, versatilidade de uso, atratividade, baixo teor calórico, aroma estimulante e principalmente seu poder nutracêutico e funcional, que corresponde a altos teores de potássio, vitamina A, vitamina C, vitamina E e entre outros (Fontes & Silva, 2002). Além de ser uma rica fonte de vitaminas e minerais, o tomate e seus derivados são as mais ricas fontes de licopeno, um carotenóide com alto poder antioxidante, benéfico no combate aos radicais livres e à saúde humana (Rao, 2000).

A raiz é do tipo pivotante, podendo chegar a uma profundidade de 1,5 m sendo que 70% do sistema radicular encontra-se nos primeiros 20 cm. Quando encontra interrupções, logo emite raízes secundárias superficialmente (Alvarenga, 2004). As flores se encontram em cachos, sendo pequenas e amarelas; o cálice possui 5 pétalas lanceoladas e largas. Possui cinco estames de anteras curtas e largas. O fruto é do tipo carnoso, possuindo 2 ou mais lóculos. As sementes são reniformes, pequenas, com pêlos curtos. A coloração dos frutos varia entre vermelho, amarelo ou rosa dependendo de características da variedade utilizada (Minami & Haag, 1989).

Em relação ao hábito de crescimento, este pode ser indeterminado, tendo como características a presença de dominância apical e a emissão de ramos florais a cada três folhas lançadas. Já o hábito de crescimento determinado é marcado pela ausência de dominância apical e hastes ou ramificações apresentando um ramo floral apical (Alvarenga, 2004).

O tomateiro é uma planta perene, porém cultivada como uma planta anual. Os fatores climáticos como a temperatura, umidade do solo, umidade atmosférica e fotoperíodo afetam tanto a produção quanto seu desenvolvimento (Alvarenga, 2004). A temperatura pode gerar limitações na produtividade e qualidade dos frutos. Em locais com altas temperaturas no verão (médias maiores que 28-30° C), é cultivado entre o final do outono e início da primavera e em locais onde ocorrem temperaturas baixas no inverno (médias menores que 8-10 ° C) é cultivado do início da primavera ao início do outono.

A cultura tem uma demanda por inúmeros tratamentos culturais e conseqüentemente muita mão de obra. A amontoa é uma prática comumente feita na lavoura onde a terra é juntada rente ao colo da planta para o aproveitamento da emissão das raízes adventícias da base do caule, gerando uma melhor absorção de água e nutrientes. Como o tomateiro não consegue manter-se ereto durante o desenvolvimento, independente de seu hábito de crescimento, o tutoramento da planta é feito evitando o contato do fruto com o solo e com patógenos ali presentes. À medida que cresce, a planta deve ser amarrada aos tutores, prática esta conhecida como amarrio. Outra prática comum feita em plantas de crescimento indeterminado é a desbrota, representando 20% do custo de mão de obra na cultura. Consiste na eliminação dos brotos laterais nas axilas de cada folha. Tem como objetivo diminuir a quantidade de ramos da planta, e conseqüentemente diminuir o número de pencas e frutos, possibilitando um aumento no peso médio dos frutos. Ocorre também uma melhora no arejamento da planta, facilitando o controle fitossanitário (Alvarenga, 2004).

No cenário global, China e Estados Unidos respondem por 30% da produção mundial. Grande parte da produção chinesa abastece o mercado para consumo “in natura” (95%)

enquanto que nos Estados Unidos, 79% da produção é processada pela indústria (Fontes & Silva, 2002). Segundo dados da FAO (2009), o cultivo no Brasil ocupa uma área de 65,96 mil hectares, com uma produção de 4.204.638 toneladas. Os estados de GO, SP e MG juntos respondem por 66% da produção brasileira, provavelmente pelo fato de produzirem 87% da produção para fins industriais (Fontes & Silva, 2002). A produção nacional na safra 2008/09 totalizou 3.534.040 toneladas. Dentre os estados com maior participação na safra nacional, destacam-se o estado de Goiás totalizando 939.043 toneladas, São Paulo com 706.847 toneladas e Minas Gerais com 457.783 toneladas. O estado de Santa Catarina totalizou 117.892 toneladas na safra 2008/09, ficando como 11º maior produtor no país (ICEPA, 2009).

### 2.1.2 O cultivar Santa Cruz Kada

A partir de seleções dentro de populações do grupo Santa Cruz visando à melhoria da qualidade dos frutos de tomate, produtores obtiveram resultados tão expressivos que estas seleções receberam o nome dos mesmos, como no caso da cultivar Kada. Esta seleção outrora foi considerada a mais promissora, com baixo índice de podridão apical e rachaduras, apresentando frutos de categoria extra, pesando em média 89 g (Alvarenga, 2004). As plantas são vigorosas e rústicas com pencas de 7 a 8 frutos arredondados, coloração vermelha não muito uniforme e frutos pesando de 90 a 130 g (Biggi, 1977). Possui hábito de crescimento indeterminado, resistência aos patógenos *Verticilium* e a raça 2 de *Fusarium* e frutos de tipo comum (Alvarenga, 2004). Segunda a empresa produtora de sementes ISLA®, o diâmetro comercial do fruto é de 5 cm. Este cultivar é muito utilizado em trabalhos na área da fitopatologia, por ser suscetível as principais doenças do tomateiro.

### 2.1.3 Principais pragas do tomateiro

As solanáceas em geral e a cultura do tomateiro são atacadas por inúmeros insetos, podendo causar sérios prejuízos no tomate produzido a campo e até mesmo em cultivos protegidos. Os mais comuns em uma lavoura são:

\*Vaquinha, larva-alfinete, patriota: *Diabrotica speciosa*.

Ataca diversas famílias de plantas, inclusive a das solanáceas, alimentando-se das folhagens. O adulto é um polífago relatado em mais de 60 espécies, particularmente

associado às cucurbitáceas (EPPO, 2005). Tem preferência pelas folhas mais tenras e quando o ataque é muito intenso, um atraso no desenvolvimento da planta pode ser observado (Gallo, 2002). Tem a coloração verde e mede de 5 a 6 mm de comprimento aproximadamente. A fêmea faz postura no solo de onde eclodem as larvas, conhecidas como larvas-alfinete pelos furos que causam nas folhas semelhantes a alfinetadas. Podem chegar até 10 mm de comprimento e possuem uma placa de coloração escura característica no último segmento abdominal. Os prejuízos causados pelos adultos são verificados pela presença de furos nas folhas, podendo causar até mesmo destruição total da parte aérea das mudas (Alvarenga, 2004).

\*Traça do tomateiro: *Tuta absoluta*.

Segundo Suinaga et al. (1999), o tomate (*L. peruvianum* e *L. esculentum*) possui substâncias hexânicas, associadas ao aumento da suscetibilidade aos ataques deste inseto. A traça ataca o tomateiro durante todo o ciclo, podendo iniciá-lo até mesmo em sementeira (Alvarenga, 2004). As larvas jovens do inseto penetram nos frutos, folhas ou meristemas, se alimentando e se desenvolvendo. Atacam os frutos assim que estes estão formados e as galerias funcionam como portas de entrada para patógenos (EPPO, 2005). A lagarta tem coloração verde com uma mancha parda no dorso, medindo de 6 a 9 mm. Atacam folíolos, brotos apicais, folhas, caule, botões florais, flores e frutos, formando galerias transparentes nas folhas. Os adultos são mariposas de 10 mm de envergadura e cor cinza, com o hábito de se movimentar ao entardecer. Tem um ciclo completo de 40 dias e as pulpas têm coloração marrom-amareladas (Alvarenga, 2004).

\*Broca-pequena-do-fruto: *Neoleucinodes elegantalis*.

Este inseto ocorre logo após períodos de chuva, antes do inverno, logo depois do inverno e antes das chuvas, atacando todas as solanáceas de fruto, tais como, berinjela e pimentão (Alvarenga, 2004). Após a eclosão do ovo, a lagarta penetra no tomate através da película, fazendo orifícios quase imperceptíveis. Estes orifícios podem ser portas de entrada para a colonização de patógenos (Gravena & Benvenega, 2003). Dentro do fruto, a broca-pequena devora a polpa e as sementes, abrindo galerias e inutilizando completamente o tomate (Biggi, 1977). Os frutos infestados tornam-se impróprios para o comércio e processamento industrial, visto que apresentam a polpa destruída, podendo causar prejuízos

que variam da ordem de 50 % (Gallo, 2002). A lagarta se desenvolve no interior do fruto em um período de 30 dias em média. Desenvolvida, mede cerca de 11 a 13 mm de comprimento, apresentando coloração rosada e primeiro segmento torácico amarelado. Abandona o fruto caindo no solo, onde confecciona seu casulo. Após 17 dias em média, emerge o adulto, uma mariposa de hábitos noturnos de coloração branca e 25 mm de envergadura (Alvarenga, 2004).

\*Broca-grande-do-fruto: *Helicoperva zea*.

Também conhecida como lagarta-da-espiga-do-milho, ataca também a cultura do tomate. O adulto mede de 30 a 40 mm de envergadura com asas anteriores de coloração cinza-esverdeadas ou amareladas. As lagartas de coloração branca e cabeça marrom danificam os frutos perfurando-os para se alimentarem da polpa (Alvarenga, 2004). Pode chegar a medir até 50 mm de comprimento, deixando o interior do fruto para empupar no solo. Na ausência de medidas de controle, a lagarta pode causar até 80% de perdas pela destruição da polpa (França et al., 2000).

#### 2.1.4 Principais doenças do tomateiro

Inúmeras são as doenças presentes na cultura do tomateiro. Em todo o mundo, há relatos de mais de duzentas doenças. A seguir, uma breve descrição das principais:

\*Murcha bacteriana: *Ralstonia solanacearum*.

Ocorre em locais com altas temperaturas e umidade. No Brasil, é mais limitante em plantios de tomate nas regiões nordeste e norte. Aproximadamente 50 famílias botânicas são hospedeiras, sendo a maioria da família Solanaceae (Alvarenga, 2004). A bactéria está compreendida em 5 biovars, sendo que os biovars I e III atacam o tomateiro (Kimati et al., 2005). Coelho Netto et al. (2003) demonstraram em experimentos realizados no ano de 1998, a alta susceptibilidade da cultivar Kada (grupo Santa Cruz) aos biovars 1 e 3 da raça 1, apresentando 78,5% e 98,5% de plantas mortas ao final do cultivo.

A bactéria penetra na planta através de ferimentos nas raízes invadindo os espaços intercelulares do córtex da raiz e posteriormente o parênquima vascular (Saile et al., 1997), causando a obstrução dos vasos do xilema e conseqüente murcha (Alvarenga, 2004). Os

primeiros sinais de murcha aparecem nos folíolos da parte superior da planta. Em condições favoráveis ao desenvolvimento deste patógeno, a planta murcha por inteiro de forma irreversível. O teste do copo para a verificação da corrida bacteriana é recomendado para o correto diagnóstico da doença visto que os sintomas podem ser facilmente confundidos com os de outras doenças vasculares causadas por fungos (Lopes & Santos, 1994).

O controle desta bactéria é complicado visto que plantas espontâneas e cultivadas podem manter a população do patógeno, garantindo sua sobrevivência no solo (Alvarenga, 2004). As principais medidas de controle são a rotação de culturas com gramíneas, a verificação do histórico da doença na área e o cuidado com a contaminação da água de irrigação (Kimati et al., 2005).

\*Mancha bacteriana: *Xanthomonas spp.*

É causada por espécies do gênero *Xanthomonas* (*X. euvesicatoria*, *X. gardneri*, *X. vesicatoria*, *X. perforans*), afetando a planta em qualquer estágio de desenvolvimento, diminuindo a qualidade e a quantidade da produção (Rabalho, 2007). No Brasil, foi relatada pela primeira vez no estado de São Paulo no ano de 1959 (Rodrigues Neto et al., 1984). Está presente em todas as regiões do país, podendo provocar perdas superiores a 35%. Atinge tanto a cultura do tomate quanto a cultura do pimentão, tendo já identificadas para o subpatovar vesicatoria três raças que atacam tomate e seis raças que atacam o pimentão. (Alvarenga, 2004).

É favorecida por temperaturas entre 20 e 30° C associada à ocorrência de chuvas e ventos fortes. Reduz a produtividade pela destruição do tecido foliar, provoca a queda das flores e frutos e compromete os frutos para o comércio. Nas folhas, os sintomas surgem como manchas de cor marrom, mais ou menos circulares e muitas vezes concentradas nos bordos. Em frutos jovens, as lesões novas podem apresentar um halo branco. Nas flores, pode ocasionar queda intensa, porém raramente a doença afeta a floração (Biggi, 1977). O controle é feito com rotação de culturas, uso de sementes sadias, tratamento térmico de sementes, higienização de implementos e manejo adequado da irrigação, evitando uso da aspersão (Lopes & Santos, 1994). O uso de ASM é recomendado de forma preventiva no controle desta doença (AGROFIT, 2011).

\* Pinta preta: *Alternaria solani*.

A doença é favorecida por temperaturas entre 25 e 32° C e umidade alta. Ocorre com frequência em todos os locais onde o tomateiro é cultivado, podendo ocasionar grandes perdas, devido à desfolha causada, redução de vigor da planta e infecção dos frutos (Alvarenga, 2004). Segundo Kimati et al. (2005), o patógeno ataca outras solanáceas como a batateira, a berinjela, o pimentão e o jiló.

Os sintomas iniciais da doença consistem em pequenas manchas circulares a elípticas, de cor marrom-preta. Inicialmente, atingem as folhas mais velhas, progredindo para as mais novas. À medida que estas manchas crescem, formam-se anéis concêntricos característicos da doença, podendo apresentar halos cloróticos. Em frutos, pode ocasionar uma podridão escura no ponto de inserção do pedúnculo. No caule, surgem manchas semelhantes às das folhas (Alvarenga, 2004).

Segundo Tofoli (2004), o aumento da suscetibilidade à doença está associado à presença de tecidos em maturidade fisiológica, pelo fato de que nesta fase, há uma maior demanda por açúcares e nutrientes para a formação dos frutos, em detrimento da folhagem, favorecendo o processo infeccioso.

O fungo pode ser disseminado através do vento, insetos, sementes, manejo da lavoura, implementos agrícolas e sobrevive por longos períodos nos restos culturais (Kimati et al., 2005). A presença de água livre nas folhas é fundamental para a germinação dos conídios. A uma temperatura de 28 a 32°, a doença pode ocasionar epidemias severas (Alvarenga, 2004).

O controle envolve sementes de boa qualidade, rotação de culturas com gramíneas, evitar irrigações muito frequentes, eliminação de restos culturais e a aplicação de fungicidas preventivamente (Lopes & Santos, 1994). O uso de fungicidas sistêmicos tem demonstrado bons resultados, porém, alguns têm apresentado problemas de fitotoxicidade (Kimati et al., 2005). O controle da doença com uso de ASM também é registrado para cultura do tomateiro (AGROFIT, 2011).

\* Requeima ou Mela: *Phytophthora infestans*.

Trata-se de uma das doenças mais destrutivas do tomateiro e da batateira e talvez a mais importante. Encontra condições favoráveis para o seu desenvolvimento em baixa temperatura e alta umidade, podendo causar perdas de 100% da lavoura se não for controlada. Foi descrita pela primeira vez no ano de 1847 e, no Brasil, tornou-se um problema a partir de 1950 (Alvarenga, 2004).

É favorecida por umidade elevada e temperaturas em torno de 20° C. Nas folhas, os sintomas aparecem em forma de pequenas manchas de aparência úmida que se tornam necrosadas, marrons e com um halo verde-claro. No caule, as lesões são escuras e podem causar a morte do broto terminal. Os frutos ficam deformados, com manchas marrons, profundas e do tipo podridão dura (Lopes & Santos, 1994).

Na presença de umidade, os esporângios podem germinar diretamente ou produzirem zoósporos biflagelados em condições de frio. O patógeno é disseminado principalmente pelo vento, chuva e insetos, sendo a quantidade de inóculo maior em baixas temperaturas pela formação do zoósporo (Kimati et al., 2005). Segundo Alvarenga (2004), *P. infestans* sobrevive em restos culturais, mudas infectadas, plantas espontâneas e raramente em sementes. O vento é fundamental na disseminação a longas distâncias e a chuva a curtas distâncias.

Como medidas de controle estão a eliminação de restos culturais, a aplicação de fungicidas preventivamente, evitar irrigações excessivas, evitar excesso de nitrogênio e plantios muito adensados (Lopes & Santos, 1994). Atualmente, o uso de fungicidas é recomendado dentro de programas multidisciplinares de manejo, conhecendo-se o potencial de controle de cada produto (Tofoli, 2004). Este é mais um exemplo de doença em que o controle por ASM é registrado para a cultura do tomateiro (AGROFIT, 2011).

\*Oídio: *Oidium lycopersici*

Não costuma ser um grande problema em cultivos abertos, mas sim em cultivos fechados, sendo comum em anos de inverno seco. Em geral, temperaturas mais elevadas podem favorecer a ocorrência da doença e em condições de campo, chuvas pesadas podem danificar o micélio superficial e os conidióforos, desfavorecendo o patógeno (Kimati et al., 2005). Por este fato, em condições de campo com irrigação feita por gotejamento, a doença acaba tendo uma maior ocorrência quando comparada com a irrigação feita por aspersão, onde as folhas são molhadas mais frequentemente (Reis et al., 2009).

O sintoma mais comum consiste no aspecto pulverulento branco ao cinza presente em folíolos, pecíolos e caules, proveniente do micélio e órgãos de frutificação do patógeno. À medida que a doença progride, as áreas afetadas começam a se tornar amareladas, posteriormente necrosando.

Segundo Jones et al. (2001), o patógeno absorve nutrientes da planta através de haustórios, podendo atacar até mesmo espécies de plantas de outras famílias botânicas.

A principal forma de controle da doença continua sendo o uso de fungicidas recomendados pelo Ministério da Agricultura, utilizados preventivamente ou logo no início da doença. Fungicidas à base de enxofre estão entre os recomendados (Kimati et al., 2005). Em cultivos protegidos, deve-se levar em conta o isolamento das plantas visto que os esporos do patógeno são facilmente disseminados pelo vento (Reis & Lopes, 2009).

\* Murcha de Fusarium: *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*.

É uma doença cosmopolita, ocorrendo em todas as regiões onde é cultivado o tomateiro, alastrando-se rapidamente pela facilidade com que pode ser disseminada (Alvarenga, 2004). No Brasil, foi uma doença muito importante na época em que se plantavam variedades Kada e outra do grupo Santa Cruz. Deixou de ser importante com a chegada de variedades resistentes ao patógeno (Kimati et al., 2005). Estão presentes no país as raças 1, 2 e 3, sendo que a terceira foi descoberta recentemente (Alvarenga, 2004).

O sintoma mais comum desta doença é o amarelecimento das folhas mais velhas, progredindo para as mais novas, seguido de murcha (Lopes & Santos, 1994). Manifesta-se em qualquer estágio da cultura, porém é mais comum em plantas no início do florescimento e frutificação (Kimati et al., 2005).

É uma doença de difícil controle, pois o fungo forma clamidósporos que podem ser conduzidos pela água, vento e implementos agrícolas, podendo permanecer viável no solo por vários anos. A única forma de controle do fungo é o uso de variedades resistentes ou imunes, de acordo com a raça presente na região (Alvarenga, 2004).

\*Murcha de Verticílio: *Verticillium albo-atrum* e *Verticillium dahlie*.

Mais de 200 espécies de plantas são hospedeiras deste patógeno, tanto as silvestres, quanto as cultivadas como o algodoeiro, quiabeiro, berinjela, jiló, amendoim, feijoeiro, morangueiro, batata e em todas as regiões onde se cultiva o tomate, com 3 raças descritas atualmente (Alvarenga, 2004). Além de sobreviver em diversos hospedeiros, o fungo sobrevive em restos ou no solo por longos períodos de tempo, através de microescleródios (Goud, 2003).

Segundo Kimati et al. (2005), os sintomas podem variar de acordo com as variedades, estado nutricional, temperatura e umidade do ar e solo. Há o amarelecimento de folíolos, com

sintomas de murcha restritos à área. Estas áreas amareladas tendem a formar um “V” com o vértice voltado para a nervura principal.

Os sintomas de murcha são similares aos da murcha de fusarium, porém mais suaves (Lopes & Santos, 1994). Segundo Alvarenga (2004), a murcha causada por *Fusarium* ocorre em uma maior velocidade em comparação à de *Verticilium*, contudo, o correto diagnóstico somente é feito por isolamento em laboratório (Alvarenga, 2004). Outro ponto que contribui nesta diferenciação é o fato da Murcha de *Fusarium* causar amarelecimento dos folíolos do tipo “gema de ovo” e não em V, além de causar descoloração bem visível do sistema vascular (Kimati et al., 2005).

A principal forma de controle é o uso de variedades resistentes ao fungo, a verificação do histórico da área e a solarização do solo que tem demonstrado resultados eficientes no combate ao fungo. A rotação de culturas com gramíneas é útil, porém ineficaz visto que o fungo permanece muito tempo no solo e tem uma ampla gama de hospedeiros (Kimati et al., 2005).

## 2.2 Resistência induzida em plantas

Os primeiros relatos de indução de resistência a patógenos constam do ano de 1901, em trabalhos realizados por Ray e Beauverie na interação entre *Botrytis cinerea* e *Begonia sp.* (Kessman et al., 1994). No Brasil, teve início com pesquisas realizadas pela Dra. Walkyria B. C. Moraes, pesquisadora junto a Seção de Bioquímica Fitopatológica do Instituto Biológico de São Paulo, na indução de resistência em cafeeiros contra *Hemileia vastatrix* utilizando como indutores a goma xantana, *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus thuringiensis*, *Hemileia vastatrix* e uredósporos inativados (Bonaldo, 2005). O termo “resistência induzida” foi primeiramente proposto no Primeiro Simpósio Internacional sobre Resistência Induzida a Doenças de Plantas realizado na Grécia no ano de 2000, designando todos os tipos de respostas da planta relacionados à proteção contra doenças, podendo estas respostas serem locais ou sistêmicas (Hammerschmidt et al., 2001).

Segundo Margis-Pinheiro et al. (1999), a primeira defesa da planta é a resistência constitutiva, de caráter hereditário e presente mesmo sem a presença do patógeno. Ainda há a resistência localizada, ativada no ponto da agressão e a resistência induzida, que protege a planta contra subseqüentes ataques de patógenos. Stadnik (2000) conceitua a resistência induzida como o aumento do nível de resistência da planta com a utilização de um agente

externo (indutor), sem que haja alteração do genoma da planta. Esta ocorre de maneira não específica, atuando na ativação de genes que codificam respostas de defesa nas plantas tais como a produção de glucanases e quitinases (enzimas envolvidas na rota de síntese de fitoalexina) e acúmulo de lignina em tecidos próximos ao local de penetração do patógeno. Esta proteção gerada pode durar pouco tempo ou o ciclo completo da planta (Bonaldo, 2005).

A resistência induzida é caracterizada por dois mecanismos distintos: resistência sistêmica adquirida (RSA) e resistência sistêmica induzida (RSI). São fenômenos distintos, porém fenotipicamente parecidos, pois as plantas após o contato com o indutor têm seus mecanismos de defesa ativados tanto no sítio de indução, como em locais distantes dele, ocorrendo de forma mais ou menos generalizada (Sticher et al., 1997). Tais fenômenos são diferenciados através do acúmulo de proteínas relacionadas à patogênese (proteínas RP), das rotas de sinalização, de alterações visuais na planta, eliciadores e a amplitude da indução que os leva a expressão das defesas. A RSA envolve o acúmulo de proteínas RP, como, por exemplo, quitinases, glucanases, lisozimas, peroxidases e as osmotinas (Boava et al., 2010); sua rota de sinalização é salicilato-dependente; causa alterações visuais como a necrose; os eliciadores são patógenos e produtos químicos e a amplitude da indução é parcial. Já no caso da RSI, não há o acúmulo de proteínas RP; a rota de sinalização parece estar associada ao etileno e jasmonatos; a planta não exibe alterações visuais; eliciadores não são patógenos e a amplitude da indução é generalizada (Romeiro, 2002).

Não necessariamente o indutor como um todo induz a resistência da planta e sim um agente eliciador, isto é, a molécula presente no indutor responsável diretamente pela ativação destes mecanismos. O termo “eliciador” foi primeiramente proposto por Keen (1975) para denominar ou designar moléculas ou substâncias que estimulavam a síntese de fitoalexinas nas plantas. Atualmente, o termo é utilizado para moléculas que estimulam qualquer resposta de defesa, podendo ser de origem biótica ou abiótica (Ebel, 1986; Hahn, 1996; Smith, 1996). Segundo Bonaldo et al. (2005), a velocidade com que a planta reconhece a presença deste eliciador determina o tempo de resposta à invasão, portanto quanto mais rápida é a resposta da planta, maiores são as chances de conter o processo infeccioso. A ativação destes mecanismos de defesa pode ser obtida por tratamento com agentes bióticos, como microorganismos viáveis ou inativados (Stangarlin & Pascholati, 1994), ou com o uso de agentes abióticos como o ácido salicílico, por exemplo (Hammerschmidt & Dann, 1997).

Diversos agentes abióticos podem induzir sinais de ativação das defesas das plantas, mimetizando a presença de patógenos. Dentre os mais comuns utilizados na agricultura estão o ácido salicílico (AS), o Acibenzolar – S – Metil, o ácido jasmônico, o ácido beta-

aminobutírico, indução por temperatura, por raios UV e gama e entre outros. Com a descoberta do Acibenzolar – S – Metil, um grande passo no campo da indução de resistência foi dado. O composto deu o impulso necessário para que empresas se interessassem na fabricação de produtos a partir de compostos passíveis de serem patenteados (Sobrinho et al., 2005).

O uso de indutores bióticos consiste na utilização de organismos vivos ou parte destes, capazes de ativar defesas locais ou sistêmicas na planta como, por exemplo, bactérias, vírus, fungos, nematóides e insetos (Duke et al., 1987). A ativação de defesas da planta através de microorganismos por exemplo, é um fato que ocorre na natureza a todo o momento. As plantas percebem a presença destes microorganismos através de receptores vegetais que detectam moléculas eliciadoras ou substâncias secretadas durante o desenvolvimento destes, desencadeando a transdução de sinais e posterior ativação das defesas (Métraux, 2001). Segundo Di Piero et al. (2005), existem poucos produtos comerciais à base de indutores bióticos no mercado. No Brasil, há algumas pesquisas realizadas com produtos à base de *Saccharomyces cerevisiae* e *Bacillus thuringiensis*, porém estes não têm a finalidade para o uso no controle de doenças.

A indução de resistência pode ocorrer tanto em cultivos fechados, quanto em cultivos a campo, podendo trazer benefícios como a redução no uso de agroquímicos e um correto manejo de pragas e doenças, causando um menor impacto no ecossistema (Di Piero et al., 2005). Pode trazer vantagens ao cultivo como a efetividade contra patógenos como vírus, bactérias, fungos e nematóides; gerar estabilidade devido à ação de diferentes mecanismos de resistência; caráter sistêmico, persistente e natural de proteção; transmissão por enxertia; economia de energia metabólica e a utilização do potencial genético envolvido na resistência de plantas suscetíveis (Pascholati, 2002). Por outro lado, a resistência gerada é parcial e incompleta, podendo necessitar de reativações temporárias. No entanto, por ser parcial e inespecífica, não impõe pressão de seleção sobre o patógeno, dificultando a quebra de resistência (Silva & Resende, 2001).

A energia direcionada pela planta para a ativação de suas defesas representa um custo para a mesma. O custo da resistência induzida pode afetar sua adaptabilidade com o ecossistema a sua volta (microorganismos benéficos e maléficos) e também levar a planta a gastar suas reservas de energia (Heil & Baldwin, 2002), visto que em condições naturais, a resistência induzida representa custos apenas na presença do patógeno (Heil, 2002). Estes custos são difíceis de serem mensurados e têm levado pesquisadores a comparar resultados de estudos com plantas induzidas e não induzidas através de indutores. Seria necessário um

hospedeiro totalmente no estado não induzido para a comparação efetiva, o que não ocorre na natureza (Purinton, 2000).

## 2.3 Indutores de resistência

### 2.3.1 Acibenzolar – S – metil

Inúmeros trabalhos demonstram a eficiência do acibenzolar-S-metil na resistência induzida de plantas, sendo considerado um dos mais promissores. A partir da síntese da molécula, foi lançado comercialmente sob as marcas Bion® e Actigard®, sendo o primeiro representante da geração de produtos eficientes na indução de resistência (Lyon e Newton, 1997). Tem-se mostrado mais eficiente na indução de resistência quando comparado ao ácido salicílico (AS) e ao ácido 2,6, dicloroisonicotínico (INA), além de apresentar baixa fitotoxidez (Kunz et al.,1997). Atua de forma independente na expressão de genes relacionados à resistência sistêmica adquirida (Benhamou & Bélanger, 1998).

Em estudos realizados com cevada, o ASM proporcionou um aumento da síntese de cumarina, uma fitoalexina (Siegrist et al., 1998). Em plantas de *Vigna* inoculadas com *Colletotrichum destructivum*, provocou um rápido e efetivo aumento nas atividades de duas enzimas-chave na via de fenilpropanóides, levando a um acúmulo de substâncias do grupo dos flavonóides, kievitonas e faseolidina (Latunde-Dada & Lucas, 2001). Em beterraba, Jacobsen & Kiewnick (1998) observaram a redução na severidade da mancha de cercóspera. Em café, o ASM diminuiu o número de lesões foliares provocadas pelo patógeno *Cercospora coffeicola* em função do aumento das dosagens utilizadas. Em pimentão, se mostrou eficiente na indução de resistência a diversas bactérias como *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* e *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Venâncio et al.,2000).

Tofoli & Domingues (2005) comprovaram a redução da severidade da doença pinta preta causada por *Alternaria solani*, em folíolos de tomate e aumento da produção comercial de frutos em programa de aplicação com fungicidas (ASM + mancozeb alternado com difenoconazole e azoxystrobin), em experimento realizado em cultivo comercial. Em plantas de tomate inoculadas com o patógeno *Xanthomonas vesicatoria*, causador da Mancha Bacteriana, a pulverização com ASM resultou em um aumento de enzimas ligadas à resistência induzida (peroxidases de guaiacol e oxidases de polifenóis), relacionadas à lignificação como estratégia de defesa da planta (Cavalcanti et al., 2006). Contra a murcha

causada por *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*, Benhamou & Bélanger (1998) puderam observar que plantas tratadas com ASM, 4 dias antes da inoculação, tiveram redução significativa na severidade dos sintomas e no número de lesões nas raízes.

### 2.3.2 Quitosana

A quitosana é um polissacarídeo derivado da quitina, um dos materiais mais abundantes e renováveis do mundo. Na natureza, a quitina está presente no exoesqueleto de crustáceos e insetos, na parede celular de alguns fungos e leveduras e também em nematóides. Estes dois copolímeros são formados por unidades de N-acetil-D-glicosamina e D-glicosamina sendo que o primeiro se encontra em maior proporção na quitina e o segundo na quitosana (Kubota et al., 2000).

Segundo Moura et al. (2006), as principais fontes comerciais de quitina são provenientes de resíduos de camarão (5-7%), siri (15-20%), e lagosta. Visto a grande preocupação da produção e destino dos resíduos gerados por esta indústria, há também um grande interesse no desenvolvimento de produtos de valor agregado a partir destes, como a quitosana. Por ser um material seguro para o meio ambiente, biodegradável, bactericida, emulsificante e quelante, a quitosana possui inúmeras aplicações nos ramos da biologia, cosmética, alimentação, tratamento de efluentes, remoção de metais pesados, na indústria têxtil, na medicina e entre outras (Zhang & Tan, 2003).

A quitosana é obtida através da remoção de grupos acetilados da quitina a partir de ácidos fortes (Peniston e Jonson, 1980). Com o grau médio de acetilação (GA), variável utilizada para caracterizar o conteúdo médio de unidades N-acetil-D-glicosamina na quitina e quitosana, há a possibilidade da obtenção de diferentes tipos de quitosana, variando em propriedades físico-químicas como, por exemplo, viscosidade e solubilidade (Singla et al., 2001). Uma quitosana com um alto grau de desacetilação é difícil de ser obtida, pois à medida que este grau aumenta, aumenta também a possibilidade de degradação do polímero (Le Dung et al., 1994).

Na agricultura, estudos têm demonstrado seu potencial como um regulador de crescimento vegetal, para o revestimento de sementes e como um fungicida contra diversos gêneros como *Fusarium*, *Verticilium*, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Sclerotinia*, entre outros (Zhang & Tan, 2003). Segundo Hirano (1996), nos Estados Unidos, existem produtos registrados para o uso na agricultura contendo quitosana em sua fórmula. Um deles, chamado Elexa®, ao ser degradado, gera monômeros de quitina sobre as folhas, simulando

um ataque de fungos e conseqüentemente estimulando a resistência da planta (Cavalcanti et al., 2005).

Em plantas de caupi, quitosana induziu a resistência sistêmica à Murcha de *Fusarium*, ligando-se ao receptor do hospedeiro e assim ativando genes relacionados à defesa da planta (Rodrigues et al., 2006). Em plantas de feijoeiro-comum inoculadas com *Colletotrichum lindemuthianum*, Di Piero & Garda (2008) comprovaram o efeito antifúngico e a capacidade da quitosana de induzir a resistência da planta a partir da redução no crescimento micelial, da inibição total da germinação de esporos do fungo, do aumento na atividade de glucanases (proteínas RP) nas folhas, o que levou à redução na severidade da doença. No tratamento pós-colheita de uva Itália contra *Botrytis cinerea*, o polissacarídeo reduziu a doença quando aplicado após a inoculação e, em altas concentrações, suprimiu o crescimento micelial do patógeno (Camili et al., 2007). No patossistema *Alternaria alternata* - tomateiro, Dominguez et al. (2011) demonstraram a susceptibilidade deste patógeno à quitosana, observando em microscópio a desintegração da parede celular, retração da membrana plasmática, distorções celulares, desprendimento da porção apical do conídio e lise celular.

### **3.OBJETIVOS**

#### 3.1 Objetivo geral

Analisar os efeitos decorrentes das diferentes frequências de aplicação de acibenzolar-S-metil e quitosana na cultura do tomateiro quanto ao controle de doenças e ao custo energético.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Verificar a incidência e severidade das principais doenças da cultura nos diferentes tratamentos.
- Verificar o efeito das frequências de aplicação de acibenzolar e quitosana sobre a produtividade do tomateiro;
- Adquirir conhecimentos sobre a cultura do tomateiro e seu correto manejo, provenientes da condução de uma lavoura de tomate na Fazenda Experimental da Ressacada - UFSC.

## 4.METODOLOGIA

### 4.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Ressacada (UFSC), localizada no bairro Tapera, na cidade de Florianópolis – SC. Nessa localidade, o solo é classificado como Neossolo quartzarênico hidromórfico, antigamente conhecido como Areia Quartzosa Hidromórfica Álica, segundo o sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 1991). Este solo é marcado pela presença do lençol freático próximo à superfície, tendo ocorrência em áreas de baixo relevo. O clima segundo Koeppen é classificado como subtropical úmido, sem estação seca, com verão quente (EPAGRI, 2006).

A área total do experimento foi de aproximadamente 243 m<sup>2</sup>, sendo 192 m<sup>2</sup> de área útil, com 5 canteiros de 32 m de comprimento por 1,20 m de largura (Figura 1). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados, dividindo a área em 4 blocos de 60 m<sup>2</sup> cada (8 x 7,20 m). O experimento contou com 9 linhas de plantio sendo 5 linhas de bordadura e 4 de tratamento, intercalando borda e tratamento . A área da parcela experimental foi de 4,80 m<sup>2</sup> (4 x 1,20 m) composta por 10 plantas, sendo 8 destas consideradas como parcela útil.



Figura 1. Canteiros experimentais de 1,20 x 32 m. Fonte: Autor

#### 4.2 Preparo do solo, obtenção das mudas e tratos culturais

A preparação dos canteiros foi feita com roto-encanteirador, gerando canteiros de aproximadamente 40 cm de altura. A calagem foi feita com 0,5 kg de calcário anteriormente à formação dos canteiros. A adubação foi feita seguindo as recomendações do manual de adubação e calagem ROLAS (2004) para a cultura do tomateiro, parcelada em 20 g de adubo NPK 5-20-10 por cova no plantio e mais duas aplicações de cobertura de 20 g, realizadas em um intervalo de 20 dias aproximadamente. Para suprir a quantidade de fósforo necessária para a cultura, uma adubação com super fosfato triplo foi realizada, totalizando 25,6 g por planta.

Para o experimento, foram plantadas sementes de tomate do grupo Santa Cruz, cultivar Kada. Este cultivar foi escolhido por ser suscetível às principais doenças da cultura do tomateiro. A semeadura foi feita no dia 10/02/11 em 9 bandejas de 128 células, totalizando 1152 mudas potenciais. As sementes desse material apresentaram taxa de germinação de 75%, sendo obtidas 864 mudas para o experimento, das quais 720 foram escolhidas para o transplântio.

Um mês após a semeadura, as mudas foram transplantadas para os canteiros, com um espaçamento entre linhas de 80 cm e 40 cm entre plantas. Na ocasião, foi feita a primeira adubação na cova. O sistema de condução escolhido para o experimento foi o de uma planta por cova com uma haste por planta e o tipo de tutoramento escolhido foi o tipo cerca-cruzada, sendo as mudas tutoradas e feito o primeiro amarrio no dia 04/04/11. Três amontoas foram realizadas durante o experimento, visando um melhor aproveitamento das raízes adventícias emitidas pelo tomateiro. Desbrotas e amarrios foram realizados semanalmente até as plantas atingirem a altura do tutor. Foram feitas capinas freqüentemente no intuito de diminuir o número de espontâneas nos canteiros.

#### 4.3 Tratamentos

Os seguintes tratamentos foram realizados no experimento: T1 = Testemunha (água destilada, aplicada semanalmente); T2 = Fungicida (oxicloreto de cobre + mancozeb) na concentração de 2 g/L, aplicado quinzenalmente; T3 = Acibenzolar – S - Metil aplicado semanalmente; T4 = Acibenzolar – S - Metil aplicado quinzenalmente; T5 = Acibenzolar aplicado mensalmente; T6 = quitosana aplicada semanalmente; T7 = quitosana aplicada quinzenalmente e T8= quitosana aplicada mensalmente.

O ASM foi utilizado na concentração de 50 ppm da formulação comercial Bion®, diluída em água destilada, enquanto a quitosana foi dissolvida em HCl 0,05 N, na concentração de 5 mg/mL, ajustando-se sempre o pH final da solução para 5,6 com NaOH 2 M. O fungicida utilizado como controle convencional tem o nome comercial cuprozeb (oxicloreto de cobre + mancozeb), é fabricado pela empresa SIPCAM ISAGRO BRASIL S.A, e tem como ingredientes ativos o mancozebe, do grupo químico dos ditiocarbamatos mais oxicloreto de cobre, de origem inorgânica. Este fungicida é recomendado na cultura do tomateiro contra doenças como a mancha de *Stemphylium*, a antracnose, mancha de alternaria, requeima e septoriose (AGROFIT, 2011).

Foram realizadas um total de 9 aplicações, em frequências semanais, quinzenais e mensais conforme cronograma de aplicação (Tabela 1), com pulverizadores manuais. O volume aplicado aumentou gradualmente conforme o crescimento das plantas (500 ml, 700 ml e 800 ml por tratamento), pulverizando-se toda a parte aérea da planta, até atingir o nível de saturação da folha.

No começo do mês de maio, foi constatado o ataque da broca-pequena-do-tomateiro em diversos frutos. Foram feitas duas aplicações de inseticida (06/05 e 30/05) de nome comercial Keshet® 25 EC tendo como o princípio ativo a deltametrina (piretróide). Foi utilizada a dose recomendada (80ml/100L), totalizando 16 ml do produto diluídos em 20 L de água.

Tabela 1 - Cronograma de aplicação dos tratamentos nas parcelas experimentais.

Data de aplicação	Parcelas Tratadas							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
07/abr	X	X	X	X	X	X	X	X
13/abr	X		X			X		
20/abr	X	X	X	X		X	X	
28/abr	X		X			X		
04/mai	X	X	X	X	X	X	X	X
12/mai	X		X			X		
20/mai	X	X	X	X		X	X	
26/mai	X		X			X		
01/jun	X	X	X	X	X	X	X	X

T1: Testemunha; T2: Fungicida; T3: ASM semanal; T4: ASM quinzenal; T5: ASM mensal; T6: quitosana semanal; T7: quitosana quinzenal; T8: quitosana mensal.

#### 4.4 Avaliação das doenças e outras variáveis

A avaliação da severidade das doenças foi feita visualmente, com o auxílio de escalas diagramáticas e treinamento visual através do programa DISPRO, utilizado para avaliação da severidade de doenças em folhas de amendoim. Foi considerada a área de lesões foliares em relação ao tamanho total da folha avaliada. Apenas as doenças representativas na área foram avaliadas, no caso, Oídio e Mancha de *Alternaria*.

Foram realizadas duas avaliações da severidade de Oídio (Figura 2), num intervalo de 13 dias (14/05 e 27/05). Avaliaram-se quatro plantas ao acaso de cada parcela útil, amostrando-se duas folhas do terço inferior das plantas, atribuindo-se uma estimativa da porcentagem da severidade causada pelo patógeno para cada um dos 7 folíolos de cada folha. A partir desses valores, foi calculada a severidade média do oídio por parcela.



Figura 2. Ocorrência de Oídio (*Oidium lycopersici*) no campo experimental. Fonte: Autor

Para a avaliação da incidência da mancha de alternaria, realizada no dia 19/05, foram analisadas todas as oito plantas úteis de cada parcela. A incidência da doença foi obtida a partir da relação entre o número de folíolos sintomáticos e o número de folíolos totais da parcela, com auxílio de escala diagramática (BOFF et al., 1991).

Para a avaliação da severidade total causada pelas duas doenças (oídio e alternaria) na planta inteira, realizada no dia 03/06, foram analisadas todas as plantas úteis de cada parcela atribuindo-se porcentagens de tecido doente para todas as folhas da planta. Para folhas

necrosadas e secas, foi atribuída a severidade de 100%. Posteriormente, com os valores, calculou-se a severidade média de doenças foliares por parcela.

Também foram analisados no experimento, aos 120 dias após a semeadura, variáveis de produção como peso e diâmetro de frutos no primeiro cacho, peso e número total de frutos por planta, assim podendo mensurar gastos energéticos da planta através de análises estatísticas.

#### 4.5 Análise estatística

Para a verificação do efeito dos tratamentos, inicialmente verificou-se a homogeneidade de variâncias. Quando verificada a presença de heterogeneidade, os dados foram transformados pela função logarítmica. Na avaliação dos testes qualitativos, quando o F-teste apresentou-se significativo, aplicou-se o teste de separação de médias de Tukey ao nível de significância de 5%, utilizando-se o software SASM-Agri.

## 5.RESULTADOS

### 5.1 Avaliação de doenças

Como mostra a Figura 3, na primeira avaliação todos os tratamentos reduziram estatisticamente a severidade do oídio e também a velocidade de progresso da doença, em comparação com a testemunha. Na segunda avaliação, não se observou diferença entre os tratamentos, visto que a doença já estava bem avançada nas folhas do terço inferior das plantas.

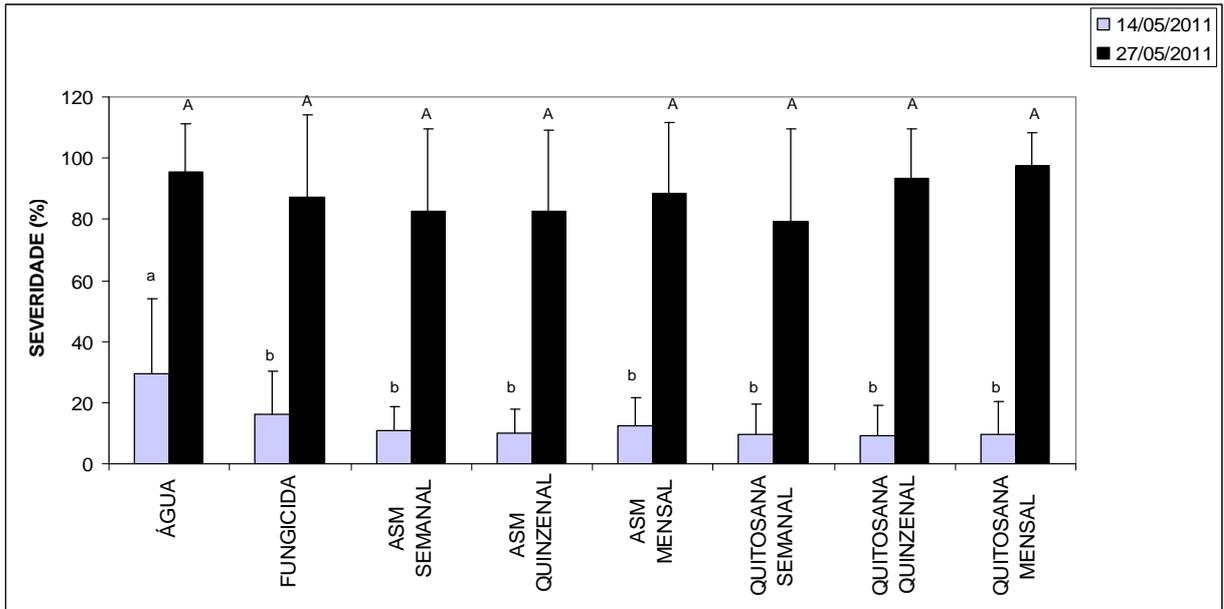


Figura 3. Efeito da frequência de aplicação de ASM e quitosana em lavoura de tomate sobre a severidade de oídio. A barra em cada coluna representa o desvio padrão da média. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e CV: 25,6%.

Na testemunha (plantas tratadas com água destilada semanalmente), houve uma maior severidade da doença na primeira avaliação, diferindo-se dos demais tratamentos. A severidade do oídio no tratamento com o fungicida cuprozeb foi relativamente baixa. Quanto à aplicação de ASM, as frequências semanais e quinzenais não diferiram muito entre si, ao contrário do ASM aplicado mensalmente ao qual apresentou uma severidade maior (Figura 3).

Com relação à Mancha de Alternaria, a avaliação da incidência da doença em folíolos realizada no dia 19 de maio não demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 4).

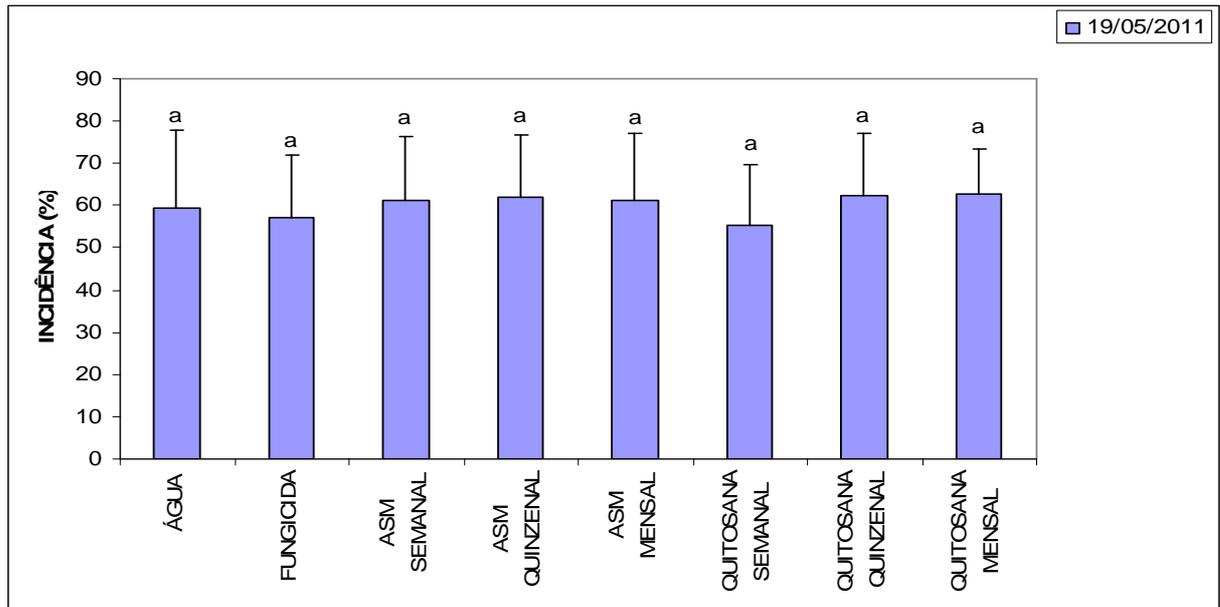


Figura 4. Efeito da aplicação dos tratamentos sobre a incidência de folíolos apresentando Mancha de Alternaria. A barra em cada coluna representa o desvio padrão da média. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e CV: 11,45%.

A severidade da Mancha de Alternaria durante o experimento foi baixa, porém a incidência da doença nos tratamentos foi alta (aproximadamente de 60%). A aplicação da quitosana na frequência semanal demonstrou uma menor incidência da doença em relação aos demais tratamentos, mas sem diferir estatisticamente.

Avaliando-se a severidade causada pelas duas doenças (mancha de alternaria e oídio) em conjunto na planta inteira, houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 5).

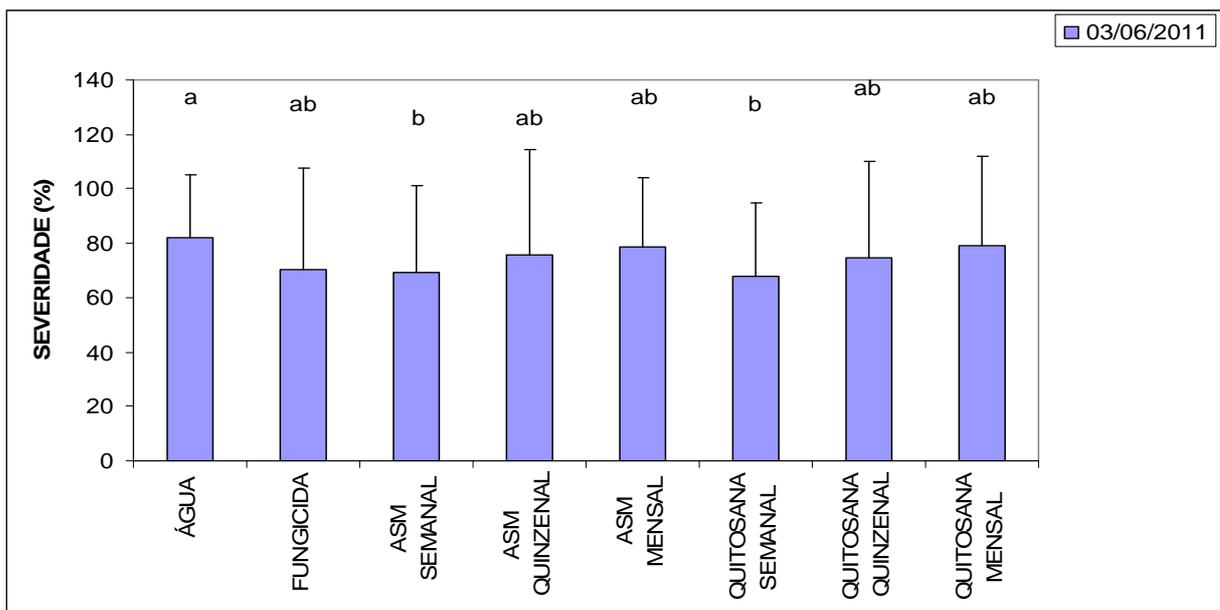


Figura 5. Efeito da aplicação dos tratamentos sobre a severidade das duas doenças em conjunto na planta inteira (Oídio + Alternaria). A barra em cada coluna representa o desvio padrão da média. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e CV: 7,08%.

Os tratamentos semanais com quitosana e o ASM proporcionaram redução significativa na severidade de manchas foliares na planta inteira, ao final do ciclo de cultivo, em comparação com os demais tratamentos.

## 5.2 Avaliação de variáveis de produção

Em relação ao diâmetro médio de frutos, não houve diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos, conforme mostra a Figura 6.

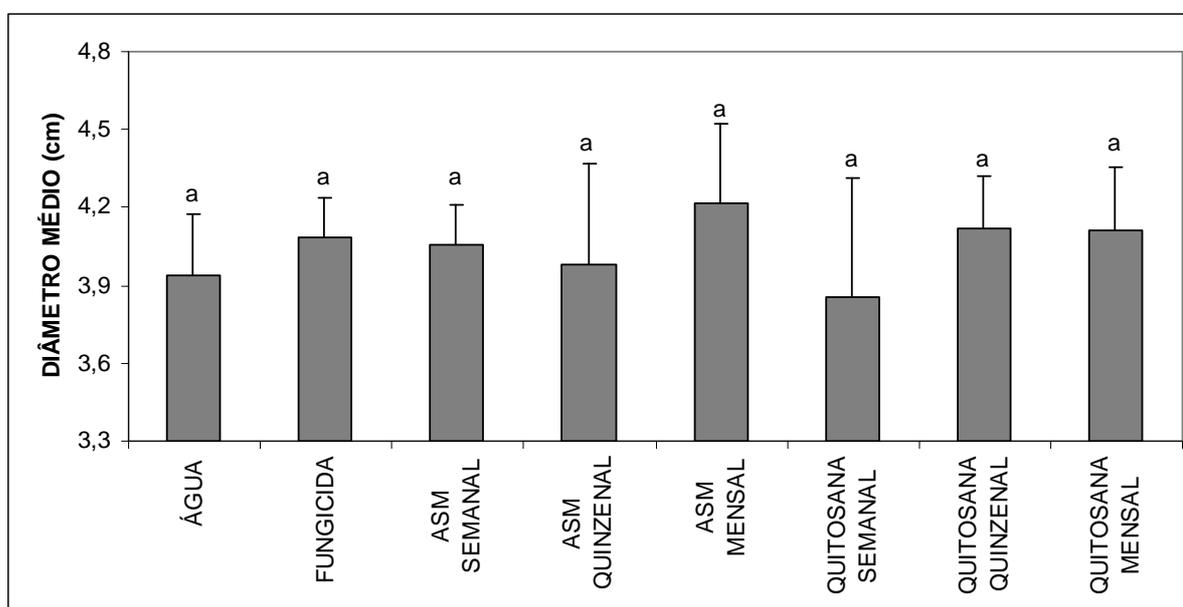


Figura 6. Diâmetro médio dos frutos de tomate no primeiro cacho de plantas tratadas com água destilada, fungicida, acibenzolar (ASM) ou quitosana, em diferentes frequências. A barra em cada coluna representa o desvio padrão da média. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e CV: 7,36%.

O tratamento com quitosana aplicada semanalmente obteve os menores diâmetros médios, podendo indicar um maior desvio de energia da planta para a ativação das defesas, porém sem apresentar diferenças significativas. Já os maiores diâmetros médios puderam ser observados no tratamento com ASM aplicado mensalmente. Nesta frequência, o ASM pode ter influenciado pouco no gasto energético em relação às outras frequências.

O peso médio do primeiro cacho não demonstrou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos (Figura 7). O tratamento com o fungicida apresentou maiores resultados mesmo sem diferenças significativas, fato que pode estar ocorrendo por que o fungicida não representa um gasto energético para a planta, diferente dos indutores.

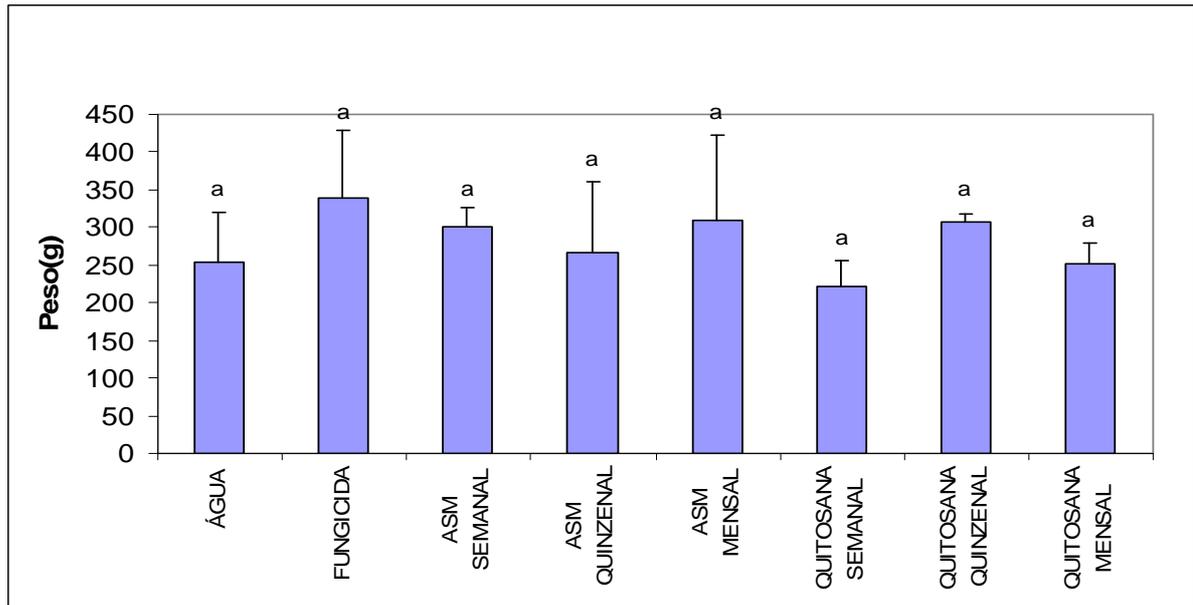


Figura 7. Peso médio do primeiro cacho de plantas de tomate tratadas com água destilada, fungicida, acibenzolar (ASM) ou quitosana, em diferentes frequências. A barra em cada coluna representa o desvio padrão da média. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e CV: 24,22%.

O peso total de frutos por planta também não demonstrou diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos, como mostra a Figura 8. O tratamento com fungicida obteve o maior peso médio, aproximadamente 30% superior ao da testemunha. Com exceção do tratamento com o fungicida, o peso dos demais tratamentos foi relativamente parecido não diferindo em muito da testemunha.

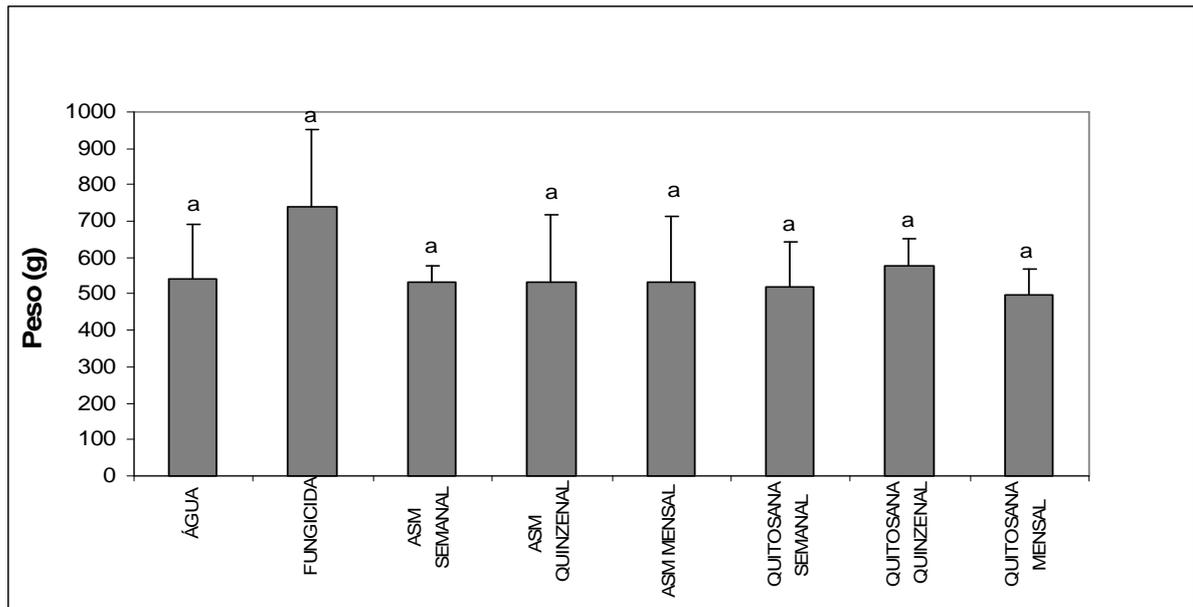


Figura 8. Peso de frutos de tomate por planta após o tratamento com água destilada, fungicida, acibenzolar (ASM) ou quitosana, em diferentes frequências. A barra em cada coluna representa o desvio padrão da média. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e CV: 24,61%.

O número médio de frutos por planta não obteve diferenças estatísticas significativas, conforme Figura 9.

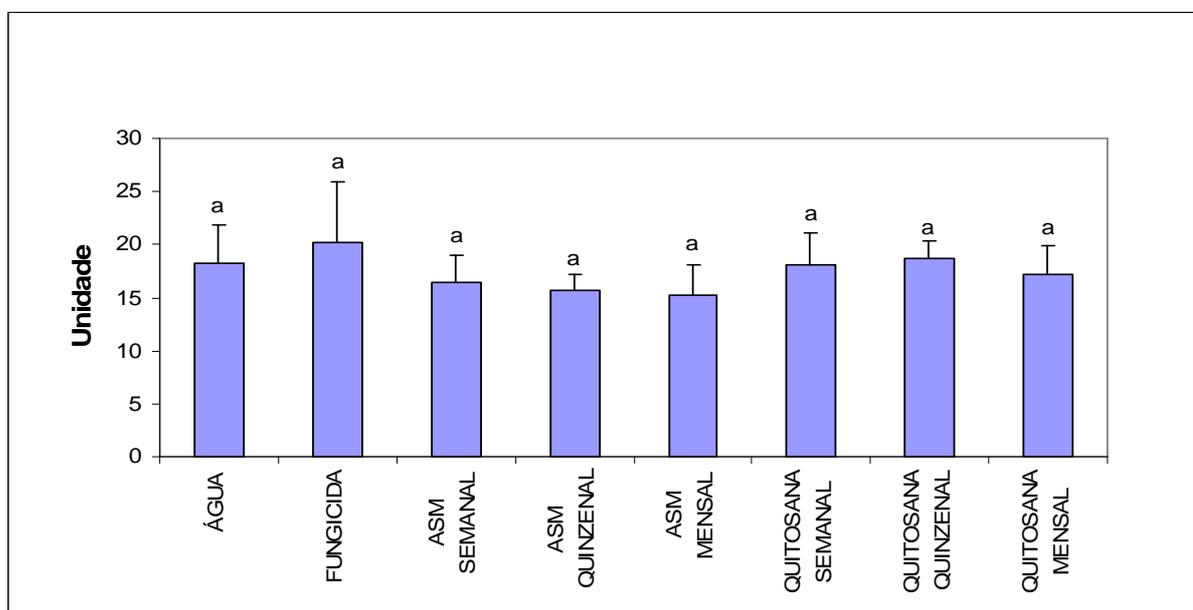


Figura 9. Número total de frutos por planta em cada tratamento. A barra em cada coluna representa o desvio padrão da média. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e CV: 16,07%.

## 6.DISCUSSÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicon*) é uma planta cultivada na maioria dos países. Seu fruto está presente na mesa de muitos consumidores o ano inteiro, tanto na forma processada, quanto tomate para mesa. Tem extrema importância na alimentação humana, pois é uma rica fonte de vitaminas, minerais e o licopeno, um poderoso antioxidante benéfico à saúde. No entanto, muitas doenças atacam a cultura sendo difícil o rápido diagnóstico e conseqüente controle. Por este fato, muitos produtos químicos são utilizados na cultura para o controle destas doenças, muitas vezes de uma forma ineficiente, gerando um problema ainda maior para o ecossistema. O uso da indução de resistência no controle de doenças já não é mais uma novidade e tem demonstrado resultados positivos visando à redução no número de aplicações de fungicidas convencionais em uma lavoura.

Foram avaliadas no período do experimento apenas as doenças com maior representatividade na área (oídio e mancha de alternaria). É provável que o Oídio tenha sido favorecido pelo clima seco registrado durante o período do experimento e por isso esteve presente durante grande parte do tempo. Em um primeiro momento, tanto acibenzolar como a quitosana reduziram significativamente a severidade do oídio em relação à testemunha (plantas tratadas com água destilada). É provável que a aplicação de água semanalmente também tenha desfavorecido o progresso da doença causada pelo *Oidium*, pois a água em excesso pode danificar o micélio superficial e os conidióforos do patógeno (Kimati et al., 2005). Além disso, filme de água na superfície das folhas inibe a germinação de esporos desse fungo, ao contrário do que acontece com a maioria dos fitopatógenos. Com isso, a redução na severidade do oídio verificada nas plantas tratadas com ASM e quitosana não foi meramente causada pela presença de um filme líquido na superfície foliar, o qual desfavorece o oídio, mas devido ao efeito fungicida e ou indutor de resistência dos produtos.

Há muitos relatos na literatura sobre o controle de oídio com o uso do ASM, tanto na cultura do tomateiro como em outras culturas. A redução na severidade de oídio na cultura do tomateiro por tratamentos à base de ASM foi relatada por Silva et al. (2003) onde em mistura com mancozeb, o indutor proporcionou a redução de severidade da doença e de outros patógenos como *Xanthomonas vesicatoria* e *Septoria lycopersici*. Em plantas de trigo pré-tratadas com ASM, Stadnik & Buchenauer (2000) verificaram que compostos fenilpropanóides foram mais rapidamente sintetizados em resposta à infecção por oídio, concluindo que um rápido acúmulo destes compostos nos sítios de penetração pode estar

envolvido na resistência induzida. No morangueiro, o ASM induziu o acúmulo de compostos fenólicos e antocianinas em frutos e folhas tratadas contra a doença, em cultivo protegido (Hukkanen et al., 2007). Por outro lado, em plantas jovens de mamoeiro inoculadas com o patógeno causador de oídio, a aplicação de ASM em diferentes doses não foi eficiente na redução da severidade da doença. O nível de atividade enzimática de  $\beta$ -1,3-glucanase e quitinase foi avaliado, não sendo incrementado pelo uso do indutor (Oliveira & Nishijima, 2007). O principal mecanismo de ação do ASM sobre os patógenos parece estar relacionado à ativação de genes ligados a RSA e atuando como um mensageiro secundário (Benhamou & Bélanger, 1998). Sendo assim, o ASM pode ter atuado nas plantas de tomate induzindo a atividade de enzimas ligadas à defesa da planta.

O efeito de fungicidas à base de cobre sobre o oídio do tomateiro ainda é desconhecido. O fungicida Cuprozeb®, utilizado no experimento tem em sua composição o Mancozeb®, recomendado na cultura do tomateiro no controle da Requeima (*Phytophthora infestans*), Mancha de Alternaria (*Alternaria solani*) e a Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). Com a adição de oxicloreto de cobre, uma substância inorgânica, controla também a Mancha de Stemphylium (*Stemphylium solani*) e a Septoriose (*Septoria lycopersici*) (AGROFIT, 2011). Na literatura não existem relatos de controle de oídio através destes compostos, ainda assim o tratamento utilizado no experimento reduziu em parte a severidade da doença, sugerindo alguma forma indireta de controle sobre o patógeno, porém o controle da doença poderia ter sido mais efetivo com a utilização de um fungicida à base de enxofre, recomendado para o controle. A escolha de um fungicida a base de enxofre não ocorreu no presente experimento, pois se esperava a ocorrência de doenças foliares causadas principalmente por bacterioses.

Por sua vez, as plantas tratadas com quitosana foram as que apresentaram uma menor porcentagem de severidade de oídio na primeira avaliação, não diferindo muito entre as frequências de aplicação. O controle efetivo de oídio através da quitosana foi demonstrado por Borkowski & Szwonek (2004) em cultivo protegido, em plantas de tomate cv. Corindo pulverizadas em 3 aplicações do produto, na concentração de 5 mg/mL. No mesmo experimento, a aplicação de ASM também demonstrou resultados positivos no controle da doença. Em cotilédones de pepino inoculados com a doença, a aplicação de quitosana reduziu significativamente o diâmetro das lesões, comparando-se com o controle (Moret et al., 2009). Em plantas de cevada, Faoro et al. (2007) observaram o efeito da quitosana e ASM sobre haustórios de oídio, atuando na explosão oxidativa e na deposição de compostos fenólicos nas folhas tratadas e assim diminuindo o progresso da doença. A degradação da quitosana sobre a

superfície foliar gera monômeros de quitina, simulando um ataque de fungo e levando a planta à expressão da RSA (Sobrinho et al., 2005).

Além de atuar como indutor de resistência, quitosana apresenta efeito antimicrobiano, conforme relatado por Camili et al. (2007), os quais mostraram em meio de cultura enriquecido com quitosana a redução na germinação de esporos, alteração da morfologia do tubo germinativo e redução de crescimento micelial em *Botrytis cinerea*, agente causal do Mofo Cinzento em uva 'Itália'. Danos à membrana plasmática e inibição da germinação de esporos de *Penicillium expansum*, agente causal do Bolor Azul em frutos de tomate, foram relatados por Liu et al. (2007). A inibição completa do crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* foi relatada por Cia (2005), em doses de quitosana acima de 2,5 mg/mL. Em meio de cultura enriquecido com diferentes concentrações de quitosana, Hirano & Nagao (1989) comprovaram a inibição do crescimento de vários fungos fitopatogênicos. Dessa forma, o controle do oídio observado no presente experimento pode ter ocorrido por antibiose somada à ativação de defesas do tomateiro tratado com quitosana.

A mancha de alternaria surgiu no experimento de forma tardia e dispersa, sendo apenas avaliada quanto à incidência em folíolos totais. Apesar da avaliação de incidência não ter demonstrado diferenças significativas entre os tratamentos, verificou-se uma leve redução no tratamento com a quitosana aplicada semanalmente. A susceptibilidade deste patógeno à quitosana já foi demonstrada por Dominguez et al. (2011), afetando diretamente suas estruturas celulares e levando-as à destruição. Há relatos na literatura sobre quitosana protegendo cultivares susceptíveis de tomate a *Alternaria solani* via aplicação foliar, atuando no acúmulo de inibidores de proteinase e assim controlando a doença (Ge & Li, 1996). Apesar da alta incidência no tratamento com ASM, Tofoli & Domingues (2005) já demonstraram que o indutor tem o potencial para reduzir a severidade da doença e a área foliar afetada, através de seu uso isolado.

A ativação de defesas pela planta representa custos energéticos, tais custos deixam de ser investidos no próprio desenvolvimento da planta. Segundo Coley et al. (1985) este investimento em defesas deveria ser compensado na presença do patógeno, mais não é o que ocorre na prática. No presente experimento, foram analisadas algumas variáveis de produção no intuito de verificar a presença de tais custos. Ainda que sem apresentar diferenças significativas, o tratamento com o fungicida demonstrou os melhores resultados em termos de produção total, de forma que provavelmente os indutores utilizados tenham provocado um custo energético. Resultados similares a este foram obtidos por Romero et al. (2001), onde o ASM induziu a resistência em pimentão sobre a mancha bacteriana causada por *Xanthomonas*

*axonopodis* pv. *vesicatoria*, porém a produção não diferenciou muito das plantas não tratadas e foi inferior à das plantas que receberam fungicida (cobre + maneb). Em plantas de trigo com doenças como o oídio e a septoriose, Stadnik & Buchenauer (1999) também observaram uma maior produtividade no tratamento por fungicidas tradicionais em comparação com as plantas tratadas com ASM. Em plantas de fumo inoculadas com *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* tratadas com o indutor, a produção também foi similar à das plantas não tratadas, tanto qualitativamente quanto quantitativamente (Cole, 1999).

Outra hipótese relativa a essa diferença na produção seria a de um possível efeito tônico gerado pelo fungicida. O mancozeb (etilenobisditiocarbamato de manganês e zinco), presente na composição do fungicida utilizado, apresenta efeito tônico em muitas culturas como, por exemplo, alho e cebola, aumentando substancialmente a produção mesmo na ausência de doenças (Bergamin Filho et al., 1995).

Observando-se as variáveis de produção avaliadas no experimento, o que aparenta ocorrer é que o custo energético em plantas tratadas com acibenzolar ou quitosana fez com que a produção não se diferenciasse em muito da encontrada em plantas não induzidas, apesar do controle de doenças verificado em alguns tratamentos.

Portanto, a partir dos resultados encontrados, conclui-se que em lavouras de tomate com baixa pressão de patógenos necrotróficos e alta pressão de oídio, a aplicação freqüente de ASM ou quitosana é desaconselhada por não acarretar em aumentos de produção. Por outro lado, esses produtos demonstram potencial no controle de doenças, sendo uma forma alternativa ao uso de agrotóxicos, apresentando uma vantagem qualitativa por serem menos tóxicos e menos agressivos ao meio ambiente.

## **7. OUTRAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Além da condução do experimento com plantas de tomate na Fazenda Experimental da Ressacada, outras atividades durante o período de estágio foram desenvolvidas, como o manejo do coelhário lá presente, colheita de milho, plantio de abacaxi, presença no curso de manejo e cultivo de bambu, e ainda o acompanhamento dos Engenheiros Agrônomos em atividades rotineiras. O estágio foi muito importante em meu aprendizado acadêmico e científico e num melhor aprofundamento sobre a cultura do tomateiro.

## 8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BENATO, E. A.; PASCHOLATI, S. F.; CIA, P. Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, v.33, p.3, p.215-221, 2007.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3 ed. São Paulo: Ceres, v.1, 1995. 772 p.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Controle biológico. IN: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H. A.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Ceres, 1995. p. 717-728.

BOAVA, Leonardo Pires et al. Efeito de indutores bióticos e abióticos na atividade de quitinase e peroxidase e no controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em eucalipto. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 2, Junho de 2010 .

BOFF, P., ZAMBOLIM, L. & VALE, F. X. R. Escalas para avaliação de severidade de mancha de estenfílio (*Stemphylium solani*) e da pinta preta (*Alternaria solani*) em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira** 16:280-283. 1991.

BONALDO, S. M.; PASCHOLATI, S. F.; ROMEIRO, R. S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L.; SOUZA; DI-PIERO, R. M.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V. de; ROMEIRO, R. da S. (Eds.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 263 p.

BONALDO, SOLANGE M. Indução de resistência: Noções básicas e perspectivas. IN: CAVALCANTE, LEANDRO SOUZA. **Indução de resistência em plantas a patógenos e pragas**. Piracicaba. SP. FEALQ. 205. cap.1, 11-25.

BORKOWSKI J., SZWONEK E. Powdery mildew control on greenhouse tomatoes by chitosan and other selected substances. **Acta Horticulturae** 2004, 633: 435-438.

CAMILI, E.; CIA, P.; BENATO, E. A. Indução de resistência contra doenças pós - colheita. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M. L. V. de; ROMEIRO, R. S. (Org.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. 1. ed. Piracicaba: Fealq, 2005. p. 195-218.

CAMILLI, E.C. et al. Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva "Itália" contra *Botrytis cinerea*. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v.33, n.3, p.215-221, 2007.

CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L. V.; ZACARONI A. B.; RIBEIRO JUNIOR P. M.; COSTA, J. C. B., SOUZA, R. M. Acibenzolar-S-metil e Ecolife® na indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*). **Fitopatologia Brasileira** 31: 372-380, 2006.

CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

CIA, P. Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle pós-colheita de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*). **Tese** (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba, 2005.

COLEY, P.D.; BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S. Resource availability and plant antiherbivore defense, **Science**, v. 230, p. 895-899, 1985.

DI PIERO, R. M.; GARDA, M. V. Quitosana reduz a severidade da antracnose e aumenta a atividade de glucanase em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.9, p.1121-1128, set. 2008.

DI PIERO, R. M.; GARCIA JUNIOR, D.; TONUCCI, N. M. Indutores bióticos. IN: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.29-50.

DISPRO - Programa computadorizado de treinamento de avaliação de doenças foliares do amendoim, Iowa Univ., EUA.

DOMÍNGUEZ, S.; RÍOS, M.; OCAMPO, P.; PADILLA, G.; GARCIA, M.; BAÑOS, S. Cytological and biochemical changes induced by chitosan in the pathosystem *Alternaria alternata* – tomato. **Pesticide Biochemistry and Physiology** Volume 99, Issue 3, March 2011, Pages 250-255.

DUKE, N.; RAMIREZ, A. V.; TOMIYAMA, K. Systemic induction of resistance in potato plants against *Phytophthora infestans* by local treatment with hyphal wall components of the fungus. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 119, p. 232-239, 1987.

EBEL, J. (1986). Phytoalexin synthesis: the biochemical analysis of the induction process. **Annual Review of Phytopathology** 24: 235-264.

EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization, *Diabrotica speciosa*. **EPPO Bulletin**, Blackwell Publishing, Ltd (2005).

FRANÇA, F. H.; VILLAS BOAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M. A. Manejo integrado de pragas Organizado IN: SILVA J. B. C.; GIORDANO L. B. **Tomate para processamento industrial**, Brasília, Embrapa SPI, 2000, p. 112-127.

GE Y., LI D.A., 1996. A molecular study on tomato induced resistance to *Alternaria solani*. **8th International Congress Control of powdery mildew by chitosan**.

GARDE, A. & GARDE, N. **Culturas Hortícolas**. Lisboa, Livraria Clássica Ed. 1964, 493p.  
GOUD, J.C. *Verticillium wilt in trees: detection, prediction and disease management*. 2003. 98p. **Thesis (Ph.D.)** - Wageningen Universiteit, Wageningen.

GRAVENA, S. ; BENVENGA, S. R. **Manual prático para manejo de pragas do tomate**. Jaboticabal: Gravena Ltda., 2003. 144 p.

HAHN, M. G. Microbial elicitors and their receptors in plants. **Annual Review of Phytopathology**, v. 34, p. 387-412, 1996.

HEIL, M. The ecological concept of costs of induced systemic resistance. **European Journal of Plant Pathology**, v. 107, p. 137-146, 2001.

HEIL, M. Ecological costs of induced resistance. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 5, p. 1-6, 2002.

HEIL, M.; BALDWIN, I.T. Fitness cost of induced resistance: emerging experimental support for a slippery concept. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v. 7, p. 61-67, 2002.

HIRANO, S. Chitin biotechnology applications. **Biotechnology Annual Review**, v. 2, p. 237-258, 1996.

HUKKANEN, A. T.; KOKKO, H. I.; BUCHA ,A. J.; McDOUGALL G. J.; STEWART, D.; KARENLAMPI, S. O. Benzothiadiazole induces the accumulation of phenolics and improve resistance to powdery mildew in strawberries, **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 55, pp. 1862–1870, 2007.

KESSMANN, H.; STAUB, T.; HOFFMANN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG, J.; WARD, E.; UKNES, S.; RYALS, J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology**, v. 32, p. 439-459, 1994.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2

JONES, H.; WHIPPS, J. M.; GURR, S. J. The tomato powdery mildew fungus *Oidium neolycopersici*. **Molecular Plant Pathology**, v. 2, n. 6, p. 303-309, 2001.

LEDUNG, P.; MILAS, M.; RINAUDO, M; DESBRIÈRES, J. Water-soluble derivatives obtained by controlled chemical modifications of chitosan. **Carbohydrate. Polymers.**, 209-214, 1994.

LIU, L. et al. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruits. **Postharvest biology and tecnology**, v.44, p.300-306, 2007.

LOPES, Carlos A.; SANTOS, J. R. M. dos. **Doenças do tomateiro**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.

MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance and salicylic acid: current status of knowledge. **European Journal of Plant Pathology**, v.107, p.13-18, 2001.

MINAMI, K.; HAAG, H. P. **O tomateiro**. 2a ed. rev. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 397p.

MORET, A.; MUÑOS, Z; GARCÉS, S. Control of powdery mildew on cucumber cotyledons by chitosan. **Journal of Plant Pathology**, 91 (2), 375-380, (2009).

OLIVEIRA, A. A. R.; NISHIJIMA, W. Efeito do indutor de resistência acibenzolar-S-metil sobre oídio do mamoeiro. **Papaya Brasil**, p. 461-463, 2007.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: Mecanismo de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres,. v. 1, cap. 22, p. 417-454, 1995.

PASCHOLATI, S. F. Resultados com resistência induzida no Brasil. IN: SIMPÓSIO DE BIOLOGIA MOLECULAR DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS A PATÓGENOS: APLICAÇÕES NO MANEJO INTEGRADO DE FITODOENÇAS, 1., Lavras, 2002. **Resumos**. Lavras: Ufla, 2002. p. 120.

RAO A. V.; AGARWAL, S. Role of Antioxidant Lycopene in Cancer and Heart Disease. **Journal of the American College of Nutrition**, vol. 19, No. 5: 563–569, 2000.

SINGLA, A. K.; CHAWLA, M. Chitosan: some pharmaceutical and biological aspects - an update. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**. 53: 1047-1067, 2001.

STADNIK, M. Indução de resistência a oídios. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 23, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: GPF, 2000. p. 176-181.

SILVA, L. H. C. P.; RESENDE, M. L. V. Resistência induzida em plantas contra patógenos. IN.: Silva, L. H. C. P.; Campos, J. R.; Nojosa, G. B. A. **Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: Ufla. p. 221-239, 2001.

RODRIGUES NETO, J.; SUGIMORI, M. H.; MALAVOLTA JÚNIOR, V .A. Raças de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye, no Estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 51, n. 1/4, p. 13-16, 1984.

REIS, A.; BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N. Registro de *Oidium neolycopersici* como agente causal do oídio adaxial do tomateiro no Brasil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 34, p. S179, 2009. Resumo.

REIS, A.; LOPES, C. A. **Oídios do Tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. Comunicado Técnico 66.

ROLAS - Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004.

ROMEIRO, R. da S. ISR – SAR: Pesquisa com procariotas para indução de resistência em plantas a patógenos na Universidade Federal de Viçosa. In: SIMPÓSIO DE BIOLOGIA MOLECULAR DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS PATÓGENOS: APLICAÇÕES NO MANEJO INTEGRADO DE FITODOENÇAS 1., 2002, Lavras. **Resumos**. Lavras: UFLA, 2002. p. 86-119.

SAILE, E.; McGARVEY, J. A.; SCHELL, M. A.; DENNY, T. P. Role of extracellular polysaccharide and endoglucanase in root invasion and colonization of tomato plants by *Ralstonia solanacearum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 87, n. 12, p. 1264-1271, 1997.

SILVA, L. H. C. P., RESENDE, M. L. V., SOUZA, R. M., CAMPOS, J. R. Efeito do indutor de resistência acibenzolar-S-methyl na proteção contra *Xanthomonas vesicatoria*, *Oidium lycopersici* e *Septoria lycopersici* em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.29, n.3, p.244-248, 2003.

SIMÃO, R.; RODRIGUEZ, T. A evolução do tomate de mesa no estado de Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco (Acre). **Anais...** Rio Branco (Acre): SOBER, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/166.pdf>>. Acesso em: 15 04. 2011.

SOBRINHO, C.A.; FERREIRA, P.T.O.; CAVALCANTI, L.S. Indutores abióticos. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.D.S. (Ed.) **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005, v. 13. p. 51-80.

SUINAGA, F. A.; PICANÇO, M.; JHAM, G. N.; BROMMONSCHENKEL, S. H. Causas químicas de resistência de *Lycopersicon peruvianum* (L.) a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 313-321, 1999.