

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Comportamento do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) aos  
indutores de resistência à seca**

**Renato Agnelo da Silva**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia. Área de concentração:  
Fitotecnia**

**Piracicaba  
2006**

**Renato Agnelo da Silva  
Engenheiro Agrônomo**

**Comportamento do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) aos indutores de  
resistência à seca**

**Orientador:  
Prof. Dr. KEIGO MINAMI**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia. Área de concentração:  
Fitotecnia**

**Piracicaba  
2006**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Silva, Renato Agnelo da  
Comportamento do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) aos indutores de  
resistência à seca / Renato Agnelo da Silva. - - Piracicaba, 2006.  
64 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

1. Deficiência hídrica 2. Estresse hídrico 3. Fungicida 4. Resistência à seca  
5. Tomate I. Título

CDD 635.642

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

Dedico este trabalho a todos os agricultores, os quais sem eles não haveria a necessidade desta pesquisa.

## **AGRADECIMENTOS**

A Satomy (esposa), Júlia e Victoria (filhas), que em todos os momentos de realização desta pesquisa, estiveram presentes.

Ao Prof. Dr. Keigo Minami pela amizade e compreensão e que através dos seus ensinamentos aprimorou meus conhecimentos.

Aos pais (Josué e Vitalina) e irmãos (Cláudia, Ivone, Everaldo, Verônica e Reinaldo)

Aos amigos Eng. Agr. Osvaldo Antonio Strata Di Giácomo e Sérgio Valentim pelo auxílio na condução dos experimentos.

Aos professores e funcionários da ESALQ pela disposição em auxiliar os alunos em todos os momentos.

Aos amigos Horst, Luciane e Célia do Depto de Produção Vegetal da ESALQ.

Aos colegas das disciplinas durante o curso.

Ao produtor Jorge Masato Kano pela cessão da área para a execução do trabalho.

Aos colegas Eng. Agr. Roberto Moretzsohn de Castro, Eng.Agr. Sérgio Zambon, Eng. Agr. Hilton Portugal Júnior e Eng. Agr. Luís Antônio Siqueira de Azevedo.

À Prof<sup>a</sup>. Sônia Maria De Stefano Piedade do Depto de Ciências Exatas, à Fabiana Cristina Bortolazzo Romano e Catia Sumie Shimatai Sazaki do Depto de Entomologia da ESALQ pelo auxílio na análise estatística e interpretação dos dados.

Aos amigos Luiz R. T. Pimentel, Augusto César Florim, João Fernando Bernardini, Oscar Peña Bendeck da ESALQ e Prof. Geraldo Papa da UNESP - FEIS.

[...] nada é fixo para aquele que alternadamente pensa e sonha [...]"

Gaston Bachelard

## SUMÁRIO

RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS.....	12
1 INTRODUÇÃO .....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Origem e características do tomateiro.....	15
2.2 A água e a sua relação com o tomateiro.....	17
2.3 Incidência de doenças e a importância de novas alternativas.....	23
2.4 Indução de resistência nas plantas.....	24
2.5 Ação dos indutores de resistência.....	27
2.6 Agentes químicos indutores de resistência.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	33
3.2 Cultura.....	34
3.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	34
3.4 Determinação da capacidade de recipiente.....	35
3.5 Aplicação dos indutores de resistência e da água.....	36
3.6 Fornecimento de nutrientes e controle de pragas e doenças.....	36
3.7 Parâmetros avaliados.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Análise da matéria seca da raiz, parte aérea e total da planta .....	41
4.2 Análise do teor de clorofila.....	47
4.3 Análise da altura da planta.....	48
4.4 Análise do número de folhas.....	50
4.5 Avaliação da porcentagem de florescimento das plantas.....	52
4.6 Avaliação da porcentagem de plantas com sintomas da deficiência hídrica.....	53
5 CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS.....	59

## RESUMO

### Comportamento do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) aos indutores de resistência à seca

O presente trabalho teve por objetivo estudar a influência de um ativador de plantas e de dois fungicidas sobre o comportamento de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cultivadas em vasos no interior de casa-de-vegetação, no município de Piedade, SP, e submetidas a diferentes condições de fornecimento de água. Os produtos químicos aplicados de forma isolada foram respectivamente dois fungicidas, a piraclostrobina (PRT) e a azoxistrobina (AZT); um ativador de plantas, o acibenzolar-s-metil (ASM). Foi incluída uma testemunha, sem aplicações de produtos. Todos os tratamentos mantiveram-se sob quatro níveis de água (90%, 72 %, 54% e 36% da capacidade de recipiente do substrato). Foram realizadas quatro aplicações dos produtos, sendo a primeira um dia antes do plantio definitivo das mudas, a segunda aos 10 dias após o plantio (DAP), seguindo-se mais duas aplicações com intervalo de 10 dias entre as mesmas. As avaliações foram efetuadas medindo os seguintes parâmetros: a) peso da massa seca da raiz, da parte aérea e total de cada planta aos 30 e 50 DAP; b) determinação do teor de clorofila das plantas aos 35 DAP, tomando-se como padrão o segundo folíolo da primeira folha abaixo do primeiro cacho floral; c) altura das plantas aos 29 e 49 DAP; d) número de folhas abaixo do primeiro cacho floral, aos 29 DAP; e) número total de folhas por planta aos 29 DAP; f) porcentagem de plantas com o primeiro cacho floral totalmente aberto aos 28 DAP; g) sintomas de deficiência hídrica aos 7 dias após a terceira e quarta aplicação dos produtos. Os resultados indicaram que as aplicações do acibenzolar-s-metil (ASM), piraclostrobina (PRT) e azoxistrobina (AZT) evitaram sintomas visíveis de murcha ocasionada pelo estresse hídrico, enquanto que em situações com maiores níveis de fornecimento de água, ocorreu maior acúmulo de matéria seca nas raízes e na parte aérea do tomateiro.

Palavras-chave: tomate; *Lycopersicon esculentum* Mill.; indução de resistência; déficit hídrico; piraclostrobina (PRT); azoxistrobina (AZT); acibenzolar-s-methyl (ASM).



## ABSTRACT

### Tomato performance to the resistance inductors in drought

The aim of this study was to evaluate the influence of a systemic acquired resistance activator and two fungicides on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants, cultivated in pots in a greenhouse, which was exposed to different conditions of water supply. The products which were sprayed without tank mixtures (applied in their isolated form), were respectively two fungicides: piraclostrobina (PRT) and azoxistrobina (AZT); and one systemic acquired resistance activator, the acibenzolar-s-methyl (ASM), and one without products. All treatments were run on four water levels (90%, 72%, 54% and 36% of container capacity). Four sprays of these products were done: the first was done one day before planting, and the second 10 days after planting. Two more sprays were done with 10 days interval between them. The following parameters were taken into account to do the evaluations: a) dry weights of the root mass, the leaf area, and the entire plant at 30 and 50 days after the planting (DAP); b) determination of the chlorophyll contents of the plants at 35 DAP, taking as the standard the second leaflet of the first leaf, immediately below the first inflorescence; c) plant height at 29 and 49 DAP; d) number of leaves below the first inflorescence at 29 DAP; e) total number of leaves for each plant at 29 DAP; f) percentage of plants with the first inflorescence totally opened at 28 DAP; g) water stress symptoms evaluation at the 7<sup>th</sup> day after the third and the fourth product sprays. The results indicated that the sprays of acibenzolar-s-methyl (ASM), piraclostrobina (PRT) and azoxistrobina (AZT) avoided the visible wilt symptoms due to the hydric stress, while in situations with higher water supply levels, the accumulation of dry material in the roots and in the leaf area of tomato plants increased.

**Keywords:** tomato; *Lycopersicon esculentum* Mill.; water stress; resistance induction; piraclostrobina (PRT); azoxistrobina (AZT); acibenzolar-s-methyl (ASM).

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1	-	Vista geral do experimento.....	33
Figura 2	-	Planta exibindo sintomas de déficit hídrico. ....	39
Figura 3	-	Plantas sem sinais visíveis de déficit hídrico. ....	39
Figura 4	-	Porcentagem de plantas com sintomas de deficiência hídrica aos 7 dias após a terceira aplicação dos indutores de resistência.....	54
Figura 5	-	Efeito do ASM em mudas de tomate .....	55
Figura 6	-	Porcentagem de plantas com sintomas de deficiência hídrica aos 7 dias após a quarta aplicação dos indutores de resistência.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-	Esquema da análise de variância do experimento.....	40
Tabela 2	-	Massa seca de raiz (g) aos 30 DAP.....	41
Tabela 3	-	Massa seca da parte aérea (g) aos 30 DAP.....	42
Tabela 4	-	Massa seca da planta (raiz + parte aérea) (g) aos 30 DAP...	43
Tabela 5	-	Massa seca de raiz (g) aos 50 DAP. ....	44
Tabela 6	-	Massa seca da parte aérea (g) aos 50 DAP. ....	45
Tabela 7	-	Massa seca da planta (raiz + parte aérea) (g) aos 50 DAP. .	46
Tabela 8	-	Teor de clorofila (mg/L) aos 35 DAP. ....	47
Tabela 9	-	Altura da planta (cm) aos 29 DAP. ....	48
Tabela 10	-	Altura da planta (cm) aos 49 DAP. ....	49
Tabela 11	-	Número de folhas (planta) abaixo do primeiro cacho floral Aos 29 DAP.....	50
Tabela 12	-	Número total de folhas por planta aos 29 DAP.....	51
Tabela 13	-	Porcentagem de plantas com o 1º cacho floral totalmente aberto aos 28 DAP.....	52

Tabela 14	-	Porcentagem de plantas com sintomas de murcha em função da deficiência de água aos 7 dias após a terceira aplicação dos indutores de resistência.....	53
Tabela 15	-	Porcentagem de plantas com sintomas de murcha em função da deficiência de água aos 7 dias após a quarta aplicação dos indutores de resistência.....	56

**LISTA DE ABREVIATURAS**

AAS	-	Ácido acetil salicílico
AS	-	Ácido salicílico
ASM	-	Acibenzolar-s-metil
AZT	-	Azoxistrobina
CR	-	Capacidade de Recipiente
DAP	-	Dias após o plantio
ISR	-	Resistência sistêmica induzida
PRT	-	Piraclostrobina
SAR	-	Resistência sistêmica adquirida

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destaca-se a nível mundial por sua importância econômica e social. No Brasil, é a segunda olerícola em importância econômica, sendo precedida pela batata e seguida pela cebola. Anualmente são cultivados 57.340 ha, com uma produção estimada em 3.267.918 toneladas de frutos. O rendimento médio das lavouras brasileiras de tomate é de 56.991 kg/ha (FNP,2006).

Os estados brasileiros que mais se destacam na produção de tomate são: São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande dos Sul, Santa Catarina, Pernambuco e Goiás (FNP,2006).

O valor nutricional dos frutos do tomateiro torna-os um alimento importante para o ser humano. São tidos como a principal fonte de licopeno, possuindo também consideráveis teores de beta caroteno, vitamina C, e minerais como K e Se (DAVIES e HOBSON, 1981); (DORAIS et al., 2001). A composição por 100 g de fruto, é em média: 21 cal; 0,8 g de proteínas; 7 mg de Ca; 34 mg de P; 1,7 mg de Fe; 60 mg de vitamina A; 0,09 mg de vitamina B1; 0,05 mg de vitamina B2 e 33 mg de vitamina C (ABRIL, 1988).

Segundo Filgueira (2000), o tomateiro é uma solanácea herbácea, com caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter a posição vertical. Embora sendo planta perene, a cultura é anual: da sementeira até a produção de novas sementes o ciclo varia de 4 a 7 meses, incluindo-se 1 a 3 meses de colheita; em estufa, o ciclo e a colheita podem prolongar-se. A floração e a frutificação ocorrem juntamente com o crescimento vegetativo. As folhas, pecioladas, são compostas por número ímpar de folíolos.

O cultivo do tomateiro envolve várias práticas culturais, destacando-se a irrigação que está presente em 100% das áreas cultivadas. A água constitui-se em um dos principais fatores de eficiência da cultura. O sistema radicular da planta de tomate explora uma profundidade efetiva de 25 a 70 cm (RAPOSO, 1980). Nas principais regiões produtoras, a irrigação do tomateiro é realizada através de vários sistemas: sulcos, aspersão e gotejamento. O custo de irrigação envolve aproximadamente 10% dos serviços operacionais durante o ciclo da cultura. Desde a sementeira até a colheita

há necessidade de água, a qual participa na germinação das sementes, no pegamento das mudas, no desenvolvimento vegetativo da planta e no enchimento dos frutos.

Vários métodos podem ser utilizados visando à economia da água sem perder o potencial produtivo da planta. O turno de rega calculado através de coeficientes técnicos, os quais evitam o uso excessivo da água; a utilização de variedades com maior capacidade de enraizamento e aproveitamento da água, e a indução de resistência da planta ao estresse hídrico, que pode ser obtida com a aplicação de produtos químicos sintetizados. No presente trabalho foi verificado o efeito de indutores de resistência à seca sobre o tomateiro.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Origem e características do tomateiro

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) tem seu centro de origem na região dos Andes, abrangendo Peru, Equador e Chile. Oito espécies selvagens de tomate, assim como a forma selvagem de *Lycopersicon esculentum*, tem habitats naturais na costa oeste da América do Sul, do sul do Equador ao norte do Chile (0° a 23°S de latitude) e nas Ilhas Galápagos. Como reflexo dessa variedade de ambientes, as oito espécies selvagens de *Lycopersicon* spp., e a forma selvagem de *Lycopersicon esculentum*, são altamente variáveis (WARNOCK, 1991). Esses ancestrais do tomate ocupam diversos e diferentes habitats e representam uma fonte de genes para a evolução da espécie. A domesticação e o cultivo do tomate, fora de seu centro de origem, ocorreu inicialmente nas primeiras civilizações do México. O nome tomato foi aparentemente derivado da língua Nahuatl do México, e variantes desse nome acompanharam o tomate em sua disseminação através do mundo. Uma diversidade de formas cultivadas de tomate pode ser encontrada nesses primeiros centros de domesticação (JONES et al., 1991).

O tomate cultivado (*Lycopersicon esculentum*) é uma cultura alimentícia recentemente adotada, que alcançou popularidade e divulgação no século XIX. A produção e o consumo mundiais de tomate evoluíram nas décadas mais recentes. O consumo *per capita* é aproximadamente quatro vezes maior nos países desenvolvidos. O tomate permanece como uma cultura pouco cultivada e considerada artigo de luxo em várias partes do mundo, havendo, nesses locais, mercado potencial para que seu uso se expanda, melhorando a nutrição e o bem estar das populações locais (JONES et al., 1991).

As formas cultivadas de tomate são plantas herbáceas e perenes diplóides ( $2x = 2n = 24$ ), autopolinizantes, e quase que universalmente cultivadas como uma cultura anual. Sob condições adequadas de crescimento, as cultivares perenes desenvolvem um sistema radicular profundo e ramificado que pode alcançar, no perfil do solo, a profundidade de 1,2 m ou mais. O tomateiro é usualmente classificado como uma



cultura olerícola de meia estação, cujas temperaturas ótimas para o crescimento variam de 21 a 23 °C. Seu crescimento e desenvolvimento cessam sob temperaturas menores que 10°C. As variedades cultivadas formam um espesso cone protetor da antera, circundando o estigma, o que conduz predominantemente à autofecundação. Após a fertilização e polinização, o crescimento do fruto ocorre através da divisão celular, seguido pelo alargamento das células. Várias (usualmente quatro a oito) flores nascem em cada inflorescência composta, e uma única planta de crescimento indeterminado pode produzir, sob condições de cultivo protegido e de forma sucessiva, um total de 20 ou mais inflorescências durante seu ciclo de vida. O período de tempo que transcorre da polinização até o amadurecimento varia de 6 a mais de 10 semanas, dependendo sobretudo da cultivar e das temperaturas. Em plantações oriundas de mudas, cultivares muito precoces conseguem completar seu ciclo de crescimento e reprodução em menos de 100 dias (JONES et al., 1991).

A água participa com 94 a 95% na composição de um fruto de tomate; os restantes 5-6% são uma mistura complexa de constituintes predominantemente orgânicos. Açúcares livres e ácidos orgânicos são os determinantes básicos do sabor do tomate, contudo, parece que a textura dos frutos e outros constituintes orgânicos complexos também contribuem para seu sabor típico. As condições de desenvolvimento da cultura podem influenciar de forma marcante a taxa de crescimento, frutificação, produção e qualidade dos frutos.

Os esforços efetuados para o melhoramento do tomate nas últimas quatro décadas resultaram em cultivares adequados a uma grande diversidade de condições ambientais, formas de cultivo, e destino da produção. O maior foco desses esforços foi alocado no desenvolvimento de cultivares resistentes às mais importantes doenças da cultura. As variedades ancestrais e selvagens do tomateiro cultivado têm, freqüentemente, proporcionado o único recurso genético para a busca de resistência a essas doenças, e esse banco genético continua como uma fonte de valor incalculável para o melhoramento do tomateiro (JONES et al., 1991).

## 2.2 A água e a sua relação com o tomateiro

A crescente demanda de água para utilização agrícola está se tornando cada vez mais difícil de ser satisfeita, seja pela redução de sua quantidade devido às condições climáticas desfavoráveis, pela deterioração de sua qualidade (processos de poluição ou salinização), ou pela crescente competição com utilizações alternativas. As exigências hídricas do tomateiro são elevadas e, em zonas de clima semi-árido, somente com o uso de irrigação, como prática normal de cultivo, poderão ser obtidas produções economicamente viáveis (GIULIANI et al., 2006).

A cultura do tomate é exigente quanto à umidade no solo, que deve ser suficiente para fornecer água às plantas, solubilizar os nutrientes e manter-se constante durante todo o ciclo, pois grandes variações de disponibilidade de água podem ocasionar distúrbios fisiológicos como rachadura nos frutos (BLANCO et al., 1997).

A demanda máxima de água ocorre durante o período de floração e crescimento dos frutos. Entretanto, não pode haver água em excesso a ponto de saturar o solo e tirar o oxigênio da zona radicular. Essas oscilações do teor de umidade do solo podem provocar rachaduras nos frutos, podridão apical, ocorrência de frutos ocos, queda de flores, além da redução no estabelecimento dos frutos (ALVARENGA, 2004). Isso também pode causar o crescimento vegetativo excessivo, atraso na maturação e maior ocorrência de doenças (ALVARENGA, 2000).

A profundidade efetiva do sistema radicular do tomateiro, camada onde se encontram de 80% a 90% de suas raízes, pode ser afetada por diversos fatores, tais como: textura do solo, fertilidade, práticas culturais, solos rasos, irrigações muito freqüentes e horizontes fortemente diferenciados, sendo considerada de 0,30 a 0,50 m na fase de frutificação, período mais sensível à falta de água (MAROUELLI e SILVA, 2000).

A prática da irrigação é indispensável à cultura do tomateiro. No fruto maduro, a água representa 93 a 95% dos seus constituintes. Geralmente o déficit hídrico prolongado e severo limita o crescimento e reduz a produtividade (ALVARENGA, 2004).

A irrigação é subentendida como a aplicação de água ao solo no qual se desenvolve a cultura, com o objetivo de suplementar a chuva, aumentando assim, o

crescimento das plantas, a qualidade do produto e a produtividade (REICHARDT, 1990).

Segundo Marouelli et al. (1994), a produtividade e qualidade são reduzidas quando a irrigação é suspensa antes do tempo necessário para a planta atingir seu potencial produtivo.

Filgueira (2000) relata que o tomateiro é sensível às anomalias fisiológicas, as quais podem ser evitadas com o uso de irrigações freqüentes. As raízes necessitam encontrar um teor mínimo de 80% de água útil no solo. Na fase inicial da cultura, a necessidade de água é menor, aumentando substancialmente durante a fase de frutificação.

A irrigação deve ser realizada preferencialmente no período da manhã, evitando-se as horas mais quentes do dia. Oscilações muito grandes no teor de umidade do solo não são aconselháveis. O solo não deve ficar muito úmido e nem próximo ao ponto de murcha permanente das plantas. Recomenda-se a seguinte quantidade de água: 4 mm/dia (após o transplante até a abertura das primeiras flores); 6 mm/dia (início da floração até o início da maturação dos frutos) e 7 mm/dia (após o início da maturação dos frutos) (EPAGRI, 1997).

Sutcliffe (1980) relata que a água é o elemento básico da vida vegetal e suas funções estão relacionadas com a constituição do protoplasma, participação nas reações químicas, manutenção da turgescência, regulação da abertura e fechamento dos estômatos e estabilidade térmica. A falta de água compromete a produtividade das plantas e estas ficam estressadas.

Marouelli et al. (2000), manejando racionalmente a irrigação em tomateiro para processamento industrial, demonstraram que o uso do “tanque classe A” trouxe incrementos de ordem econômica na cultura.

Segundo Silva e Marouelli (1996), a grande maioria dos produtores irriga de forma inadequada; ou seja, a decisão de quando irrigar não é baseada em parâmetros quantitativos relacionados à dinâmica de água no sistema solo - planta - atmosfera, mas, apenas em observações visuais da cultura e da camada superficial do solo. O baixo índice de adoção das tecnologias deve-se principalmente ao fato dos agricultores

acreditarem que estas são caras, complicadas, trabalhosas e, sobretudo, sem resultados que proporcionem ganhos financeiros compensadores.

Dentre os problemas associados ao manejo inadequado da irrigação destacam-se menor produtividade, frutos de qualidade inferior, maior uso de energia e danos ao meio ambiente. O fornecimento de água é realizado visando aumentar os ganhos de produtividade e qualidade dos frutos de tomate. Em condições de estresse hídrico haverá perdas na produtividade e qualidade do tomateiro.

De modo geral, devem-se evitar irrigações pesadas e irregulares, como períodos secos alternados com períodos úmidos. Para um bom manejo da irrigação, seria recomendável o emprego de algum equipamento que pudesse indicar o nível de água no solo. Um bom exemplo é o tensiômetro, capaz de indicar a intensidade da sucção que a planta deve fazer para extrair água do solo. Estima-se que durante a fase vegetativa o tomateiro possa admitir até 70 kPa de sucção a ser exercida para extrair a água do solo, embora o recomendável seria que os valores não ultrapassassem 30 kPa. Durante a frutificação, a tensão não deve exceder a faixa de 15 a 20 kPa, e na maturação, o tomateiro admite extrair água do solo em níveis de até 40 kPa. Caso os solos sejam extremamente arenosos, esses limites devem ser reduzidos em cerca de 30% (ALVARENGA, 2004).

Marouelli et al. (1994) recomendam que na fase de mudas do tomateiro, as irrigações devam ser realizadas diariamente, ou até mesmo duas vezes por dia em condições extremas, procurando manter o solo próximo à capacidade de recipiente, pois, as plântulas são geralmente sensíveis à deficiência de água.

De acordo com Morgan et al. (2001), o manejo otimizado de irrigação requer uma estimativa sistemática do estado de água no solo para determinar as quantidades apropriadas e o tempo de irrigação. O conteúdo de água no solo deve ser mantido entre certos limites específicos acima e abaixo, onde a água disponível para a planta não é limitada, enquanto a lixiviação é prevenida.

Novas tecnologias que permitam às mudas de tomate otimizar o uso da água recebida nas irrigações, e que diminuam o risco de estresse ou perda de mudas devido a eventual falta de água durante a produção ou o transporte das mesmas, serão úteis.

O tomateiro, quando submetido a um estresse hídrico particularmente intenso tem seus órgãos comprometidos, manifestando sintomas evidentes como redução da superfície foliar, acompanhada de alteração da coloração das folhas; aumento da espessura das mesmas, necrose das margens foliares até sua queda precoce, redução do número e do tamanho das flores com maior queda de frutos e grande diminuição na quantidade de frutos comercializáveis produzidos (MAROUELLI et al., 2004).

Dentre os problemas associados ao manejo inadequado da irrigação na cultura do tomate destacam-se: menor produtividade, frutos de qualidade inferior, maior incidência de doenças, maior uso e gasto de energia e ocorrência de danos ao meio ambiente (MAROUELLI et al., 1991; SILVA et al., 1999).

Em termos práticos, para produção de tomate de mesa, o melhor é que as irrigações sejam freqüentes (diariamente) e leves, apenas para repor o consumo diário de água pelas plantas. Isso tem proporcionado bom desenvolvimento, com frutos de boa qualidade (ALVARENGA, 2004).

Segundo Sá (2004), sob cultivo protegido, a irrigação deve ser usada para o suprimento hídrico total. O manejo adequado da irrigação é importante não apenas por suprir as necessidades hídricas das plantas, mas também por minimizar problemas com doenças e lixiviação de nutrientes, bem como gastos desnecessários com água e energia. Sá (2004) avaliou o efeito de diferentes tensões de água no solo sobre o comportamento produtivo do tomateiro de crescimento indeterminado em ambiente protegido. Os resultados permitiram concluir que, para a obtenção de maiores produtividades de frutos totais, frutos comerciais e menor incidência de frutos com podridão apical, as irrigações devam ser realizadas quando as tensões de água no solo, a 0,10 m de profundidade, estejam em torno de 0,8 kPa. O autor observou que a eficiência no uso da água e a matéria seca da parte aérea apresentaram resposta linear crescente e decrescente, respectivamente, com o aumento da tensão de água no solo. Recomendou também que, quando possível, no interior da casa de vegetação, a umidade relativa do ar seja mantida entre 50% e 70%, para redução dos problemas fitossanitários e aumento da produtividade.

MAROUELLI et al. (1996) ressaltam que, no método de irrigação por gotejamento, as culturas irrigadas apresentam melhor desempenho quando submetidas a tensões inferiores às consideradas satisfatórias para outros sistemas.

Na cultura do tomate, particularmente na região do Brasil Central, a utilização de irrigação via pivô central vem sendo prejudicada pelo manejo inadequado da água, pela falta de esquema eficiente de rotação de culturas e severa ocorrência de *Sclerotinia sclerotiorum*, fungo causador da doença podridão-de-esclerotínia. Além disso, as bactérias *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* e *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, cuja ocorrência é favorecida pela irrigação por aspersão, vêm causando reduções significativas na produtividade e na qualidade dos frutos (SILVA et al., 1997).

De acordo com Sá (2004), para a cultura do tomate pode-se empregar quase todos os métodos de irrigação, desde que seja possível garantir elevados níveis de umidade no solo. Porém, há restrições quanto ao uso da aspersão, devido à lavagem dos defensivos aplicados por via foliar e à criação de um microclima favorável ao desenvolvimento de doenças e disseminação de algumas doenças bacterianas.

ALVARENGA (2004) não recomenda a irrigação por aspersão para lavouras cuja produção seja destinada ao consumo *in natura*, por molhar as folhas e provocar uma maior incidência de doenças fúngicas e bacterianas.

Na irrigação de lavouras de tomate, sejam elas destinadas ao mercado ou ao processamento industrial, o uso da irrigação por gotejamento vem se tornando, nos últimos anos, uma opção viável como tecnologia para manejo da água e da fertirrigação. As principais vantagens do gotejamento em relação à aspersão são:

- a) Incremento de produtividade entre 20 e 40%, permitindo produções entre 110 e 140 t/ha no caso de lavouras destinadas à indústria.
- b) Redução de até 30% no gasto de água.
- c) Incremento de 25 a 45% na eficiência do uso da água pelas plantas (25 a 30 kg de frutos por m<sup>3</sup> de água, no caso de lavouras destinadas à indústria).
- d) Menor incidência de doenças foliares (redução de 30 a 60% no uso de fungicidas).
- e) Maior flexibilidade no uso da fertirrigação.
- f) Incremento de 25 a 50% na receita líquida obtida pelo produtor.

Para que a irrigação por gotejamento seja eficiente, o dimensionamento agronômico e hidráulico deve ser adequado e a manutenção do sistema realizada de forma periódica e preventiva. O principal problema do gotejamento é o entupimento de gotejadores. Para evitá-los, deve-se instalar um sistema eficiente de filtragem de água, fazer análise da qualidade da água a ser utilizada e verificar a compatibilidade dos fertilizantes a serem aplicados via fertirrigação, entre si e com a água de irrigação. Não se deve injetar, por exemplo, produtos contendo sulfato ou N na forma nítrica no mesmo dia em que se aplicar Ca, sob o risco de se formar precipitados. Água com teores de Fe acima de 0,2 mg/L também pode oferecer riscos de entupimento, por favorecer o desenvolvimento de bactérias (MAROUELLI et al., 2002).

A fertirrigação é possível com todos os métodos de irrigação: superfície, aspersão e localizada (gotejamento e microaspersão). No entanto, a aplicação de nutrientes via água de irrigação pelos métodos localizados, principalmente o gotejo, permite maior eficiência de absorção dos nutrientes pelas culturas em função da aplicação diária em tempo mínimo, que reduz o problema da deriva, quando se usa aplicação simultânea com produtos agroquímicos (MACÊDO, 2002)

O manejo da fertirrigação consiste basicamente na determinação da quantidade adequada de nutrientes a ser aplicada nos momentos oportunos. O processo de fertirrigação, de forma geral, pode ser dividido em três etapas: a primeira refere-se à aplicação de água, apenas; a segunda é a aplicação de fertilizantes dissolvidos na água, e a terceira diz respeito à aplicação de água novamente para lavar o sistema e colocar os nutrientes na zona radicular das plantas (MACÊDO, 2002)

Novas tecnologias que permitam aliar o controle de doenças, principalmente às de origem bacteriana, com economia e otimização da água utilizada para irrigação poderão ser úteis.

Segundo Reichardt (1990), a transpiração é a perda de água na forma de vapor através das superfícies vegetais, principalmente pelos estômatos, que são orifícios dispostos em grande número na epiderme das folhas. O mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos é complexo; depende da bioquímica da planta e do déficit de água na mesma. Com a falta de água, o potencial da água assume valores bem negativos e os estômatos se fecham. Com água em abundância eles se abrem. Os

estômatos, além de permitirem a saída do vapor d'água, permitem a entrada de CO<sub>2</sub> na folha, essencial para a fotossíntese. Isto, de acordo com aquele autor, complica a questão, pois, o fechamento de estômatos, apesar de controlar as perdas de água, prejudica a fotossíntese. Deve, portanto, ser encontrado um equilíbrio entre a saída de água e a entrada de CO<sub>2</sub>. O autor relata que existem substâncias que podem afetar o mecanismo dos estômatos ou modificar processos nas folhas, que controlam a transpiração. Elas são os antitranspirantes. Três são os principais tipos:

- a) películas que bloqueiam a saída de vapor d'água pelas folhas.
- b) produtos químicos que induzem o fechamento dos estômatos.
- c) materiais refletivos que reduzem a energia solar absorvida pelas folhas.

Segundo Marouelli et al. (1994), a irrigação em olerícolas deve ser realizada quando a deficiência de água no solo for capaz de causar decréscimo acentuado nas atividades fisiológicas das plantas e, conseqüentemente, afetar seu desenvolvimento e produtividade. Citam o exemplo da cultura do tomate industrial, na qual se pode aumentar sensivelmente a percentagem de sólidos solúveis diminuindo paulatinamente a lâmina d'água aplicada a partir de 30 dias antes da colheita, ou até mesmo paralisando totalmente as irrigações.

### **2.3 Incidência de doenças no tomateiro e a importância de novas alternativas de controle**

As doenças se tornaram fatores limitantes na produção de tomate. Existem mais de 200 doenças, de diversas causas e etiologias. A proteção contra doenças envolve o manejo correto das épocas de plantio, controle da fertilidade do solo, controle da irrigação, controle dos insetos vetores e uso de substâncias com ação sobre os fungos e bactérias. O controle integrado de doenças se destaca pela adoção conjunta de vários métodos, tais como: uso de sementes saudáveis, erradicação de plantas com sintomas, rotação de culturas, manejo da fertilidade e da irrigação, controle químico e plantio de cultivares resistentes. Estes fatores empregados de forma conjunta resultam num controle mais eficiente e de menor custo financeiro e ambiental.



As doenças infecciosas em plantas existem desde o início da agricultura e disseminaram-se com a prática da monocultura. Nem as avançadas metodologias de controle das doenças, e as novas tecnologias de cultivo conseguem resolver todos os problemas fitopatológicos. O controle químico das doenças, como é feito tradicionalmente, depara-se com isolados de patógenos com resistência às substâncias químicas utilizadas, o que exige a busca contínua de novas substâncias. A população se conscientiza cada vez mais em relação à conservação do meio ambiente, e começa a ser repensada a utilização irracional de agroquímicos, enquanto se buscam novas medidas de proteção das plantas contra as doenças (CAVALCANTI et al., 2005).

De acordo com Hermes et al. (2002), os fungicidas pertencentes à classe das estrobilurinas compreendem uma variedade de compostos sintéticos protetores de plantas, que possuem atividade antifúngica de largo espectro. Os autores realizaram um estudo demonstrando que a piraclostrobina, além de exercer atividade antifúngica direta, pode também proteger as plantas por induzir nelas respostas de defesa, a nível celular, contra infecções subseqüentes.

Dentre as alternativas de controle das doenças, destaca-se a resistência, que pode ser natural ou induzida.

## **2.4 Indução de resistência nas plantas**

A resistência natural de plantas a microorganismos patogênicos baseia-se, em parte, em extensa variedade de barreiras e mecanismos de defesa pré-existentes, independentemente da chegada do inóculo aos sítios de infecção (KIRALY et al., 1970; GOTO, 1990; STICHER et al., 1997). Porém, as plantas possuem outros mecanismos de defesa ainda mais eficazes, que, aparentemente, permanecem inativos ou latentes, sendo ativados e expressos após elas entrarem em contato com algum agente indutor ou a ele serem expostas (AGRIOS, 1997; STICHER et al., 1997).

Cavalcanti et al. (2005) definem agente indutor como qualquer composto ou fator capaz de ativar mecanismos de defesa da planta, enquanto que eliciador é definido

como a molécula presente em um indutor responsável direto pela ativação dos mecanismos de defesa.

A resistência induzida pode ser considerada de ocorrência natural durante as interações planta-patógeno, e exige a interferência do homem para a sua utilização em escala comercial. Essa resistência também é conhecida como indução de proteção ou imunidade adquirida, é um procedimento pelo qual a resistência das plantas contra fitopatógenos é induzida local e / ou sistemicamente por meio de infecção localizada ou tratamento com componentes ou produtos microbianos, ou usando-se um grupo de compostos orgânicos ou inorgânicos estruturalmente não-relacionados. A atividade do agente indutor não ocorre em consequência da ação antimicrobiana, ou de sua transformação em agentes antimicrobianos, mas, sim, graças à sua capacidade de ativar os mecanismos de defesa estruturais e bioquímicos da planta, em resposta à presença de um patógeno em potencial. A resistência induzida pode ser realizada em condições de casa-de-vegetação e campo, e suas vantagens, entre outras, são: efetividade contra vírus, bactérias, fungos, nematóides e insetos; estabilidade devido à ação de diferentes mecanismos de resistência; caráter sistêmico, persistente e natural da proteção; transmissão por enxertia; economia de energia metabólica e utilização do potencial genético para resistência em todas as plantas suscetíveis (PASCHOLATI, 2002b). Como desvantagens: é uma resistência parcial, incompleta e que pode requerer reativações temporárias. Por outro lado, por ser parcial e inespecífica, a resistência induzida não impõe pressão de seleção sobre o patógeno, dificultando, assim, a quebra de resistência (SILVA; RESENDE, 2001).

Ativadores de plantas podem induzir a resistência sistêmica adquirida (systemic acquired resistance, ou SAR) de plantas, a qual foi demonstrada pela primeira vez por Ross, em 1961 (ROSS, 1961) em plantas de fumo (*Nicotiana tabacum* L.), infetadas pelo vírus do mosaico do fumo (*Tobacco Mosaic Virus*, TMV). O uso de indutores de resistência na agricultura é utilizado principalmente visando obter resistência contra patógenos e em alguns casos para conferir resistência a insetos (INBAR et al., 1998).

A SAR e a resistência sistêmica induzida (induced systemic resistance, ISR) são tratadas praticamente como sinônimas ao designarem o fenômeno através do qual plantas, após exposição a um agente indutor, têm seus mecanismos de defesa ativados

não apenas no sítio de indução como também em outros locais dele distantes, de forma mais ou menos generalizada. O agente indutor pode ser um ativador químico, como os derivados benzotiadiazólicos e outros compostos, extratos de células de microrganismos, ou microrganismos vivos. Nesse último caso, quase sempre os agentes são rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (ROMEIRO, 1999). As autoridades contemporâneas parecem concordar que SAR e ISR são fenômenos distintos quanto à forma pela qual são induzidos e desencadeados, governados por mecanismos bioquímicos diferentes, mas, bastante semelhantes, senão idênticos, no que concerne ao resultado fenotípico final, que se expressa sob a forma de indução de resistência, resistência essa com caráter de sistemicidade (ROMEIRO, 1999).

A partir da década de 1990, vários avanços foram obtidos nesta área, embora ainda não tenha sido explicada por completo. A biologia molecular, principalmente com o uso de transgênicos de *Arabidopsis* sp., têm possibilitado elucidar, preferencialmente, rotas de sinalização, sinais envolvidos na resistência induzida, bem como os mecanismos de defesa ativados (SILVA, 2002).

Ryals et al. (1994) relataram que a SAR podia ser dividida em duas fases: iniciação e manutenção. Para aqueles autores, a fase de iniciação pode ser breve e inclui todos os eventos que comandam o estabelecimento da resistência. A fase de manutenção descreve a translocação da resistência, que é resultado da iniciação. Porém, esses termos foram utilizados simplesmente para servir como definições operacionais e não para implicar em processos distintos. Com esses conceitos, os autores buscaram facilitar o entendimento de como o fenômeno SAR acontece. Tal separação se mostra necessária, uma vez que vários eventos estão envolvidos na indução de SAR e a elucidação dos mesmos poderá fornecer subsídios para que novas tecnologias sejam desenvolvidas (SILVA, 2002).

Posteriormente, Moraes (1998) relatou que são três as etapas importantes na ativação da SAR e que estas podem ser identificadas como: iniciação, transmissão de sinais e expressão gênica. É sabido que a iniciação ocorre a partir da interação do patógeno com o hospedeiro, seja ela compatível ou incompatível, geralmente sob a formação de lesões necróticas (reação de hipersensibilidade-HR) nos tecidos do hospedeiro. A iniciação, no caso de SAR, também pode ocorrer pela exposição da

planta a um agente indutor abiótico. Poucos minutos após o início da interação patógeno-hospedeiro, uma série de eventos bioquímicos é observada nas células vegetais. Entre os quais, citam-se o fluxo de íons através da membrana celular, alteração dos estados de fosforilação, geração de radicais de oxigênio ativo, rearranjo de estruturas intracelulares e o desenvolvimento de HR (MORAES, 1998; SILVA, 2002).

Após a iniciação, é necessário que ocorra a transmissão dos estímulos que induzirão a síntese de compostos de defesa, mesmo em locais distantes do ponto de contato, por meio da expressão gênica. O modo como essa transmissão é realizada intrigou e ainda intriga vários pesquisadores, já que as plantas não possuem um sistema circulatório para transportar grandes quantidades de compostos de defesa que atuam contra patógenos. Sabe-se que as plantas utilizam moléculas transmissoras de sinais, as quais, mesmo em baixas concentrações, podem ativar mecanismos de resistência em células não diretamente invadidas por patógenos (SILVA, 2002).

## **2.5 Ação dos indutores de resistência**

Diversas moléculas têm sido postuladas como sinais potenciais para ativar SAR (MORAES, 1998), entretanto pode ser que o ácido salicílico (AS), um produto do metabolismo dos fenilpropanóides, tenha um papel fundamental nessa transmissão, embora não se saiba se realmente é o AS o sinal que transloca. Para a transmissão dos sinais, é necessário que as plantas expressem seus genes de defesa, como resposta ao ataque de patógeno ou à exposição a um agente indutor (SILVA, 2002).

Segundo Salisbury e Ross (1992), o ácido acetilsalicílico é um hormônio vegetal importante para algumas respostas fisiológicas conhecidas, tais como: formação floral; fechamento dos estômatos; inibição da síntese de etileno; resistência a patógenos (MILLS; WOOD, 1984); produção de proteínas relacionadas à patogenicidade (OHASHI; MATSUOKA, 1987); e, promotor na formação de colônias de protoplastos.

Alguns genes de plantas são também expressos devido à presença de patógenos no local da infecção, tais como genes de enzimas da via de fenilpropanóides, enquanto outros são ativados no local e sistemicamente, sendo geralmente associados a SAR. Estes últimos são denominados genes SAR. Os genes

SAR podem codificar diferentes moléculas (enzimas e proteínas) que irão atuar na defesa da planta contra o patógeno. Os genes SAR são normalmente organizados em famílias gênicas que apresentam um padrão de expressão bastante complexo entre seus membros. Muitos estudos indicam que pelo menos alguns dos genes ativados durante SAR possuem seqüências regulatórias comuns. Entretanto, a função destes genes na resistência aos patógenos ainda não foi bem estabelecida (MORAES, 1998; SILVA, 2002).

A indução de resistência pode e tem sido conseguida pela exposição de plantas a certos produtos químicos sintéticos. Esses ativadores químicos de defesas de plantas, entendidos e visualizados como indutores de SAR, começam, inclusive, a constituir uma nova classe de pesticidas. Têm eles sido chamados de “fungicidas de quarta geração”, por terem modo de ação completamente diferente dos pesticidas até agora desenvolvidos, posto que não exibem efeitos diretos sobre patógenos, mas, ativam mecanismos de defesa das plantas, tornando-as mais resistentes. Esses compostos parecem atuar da mesma forma que os indutores bióticos de SAR, ainda que o espectro de resistência induzida seja menos amplo (ROMEIRO, 1999).

A resistência sistêmica adquirida envolve a ativação de mecanismos latentes de defesa, por meio de agentes bióticos (microrganismos viáveis ou inativados) ou abióticos (agentes químicos). Entre os mecanismos de defesa ativados, podem ser citados o acúmulo de fitoalexinas, quitinases e B-1,3-glucanases (Proteínas Relacionadas com Patogênese, ou PRPs), o aumento na atividade de peroxidases (correlacionado com o aumento de lignificação) e a formação de papilas (depósitos de lignina + calose) (INBAR et al., 1998; ROMEIRO, 1999; RESENDE et al., 2000; SILVA, 2002).

O envolvimento de macromoléculas em interações patógeno-planta, do ponto de vista de referência e de fisiologia do parasitismo, é conhecido há bastante tempo, seja como mecanismos preexistentes, seja como pós-formados. As proteínas relacionadas com a patogênese (PRPs) começaram a ser investigadas no início da década de 70, por Van Loon e Van Kammen (1970), como macromoléculas envolvidas em resistência induzida, tendo fumo-TMV como patossistema-modelo. Hoje, tem-se conhecimento de que as PRPs são produzidas por muitas plantas como resposta à infecção por

patógenos e participam ativamente no fenômeno de resistência induzida, tanto quando a indução é por fatores bióticos como por abióticos. Usualmente elas se acumulam em plantas como resposta à infecção e como resposta à indução de resistência. Como se demonstrou estarem as PRPs estreitamente relacionadas com o fenômeno de SAR, às vezes são denominadas SAR-proteínas, e os genes que codificam para as proteínas envolvidas em sua síntese de SAR-gens. Van Loon et al. (1994) propuseram uma nomenclatura para as PRPs classificando-as em 11 “famílias”. As mais comumente investigadas são PR-1, PR-2 (B-1,3-glucanases), PR-3 (Quitinases) e PR-5 (Osmotina) (ROMEIRO, 1999). As PRPs acumulam-se em locais de infecção e em sítios remotos destes, em casos de indução de resistência sistêmica (STICHER et al., 1997). Sua síntese e acúmulo possuem, pois, caráter de resposta ativa e de sistemicidade, em casos de resistência induzida. Após a indução da resistência, o modo exato como as PRPs atuam ainda é objeto de investigação. Sabe-se que, dependendo da planta e do agente de indução, elas se acumulam tanto nos espaços intercelulares (quando teriam uma ação direta sobre o patógeno) como em vacúolos (teriam ação após eventos de patogênese, que culminam com a descompartimentalização).

Geralmente as PRPs possuem potente atividade antimicrobiana *in vitro*, e é de se presumir que a possuam também *in vivo*. As PRPs podem também ocasionar a liberação de eliciadores de fitoalexinas, como também induzir a síntese de compostos fenólicos (ROMEIRO, 1999).

## **2.6 Agentes químicos indutores de resistência**

Para ser considerado um ativador de SAR, um composto químico deve apresentar, no mínimo, três características:

- 1) o composto ou seus metabólitos não devem exibir atividade antimicrobiana direta (STICHER et al., 1997);
- 2) o produto deve induzir resistência sistêmica contra o mesmo espectro de patógenos que SAR ativada biologicamente;
- 3) o produto deve induzir à expressão dos mesmos genes marcadores, conforme SAR ativada por patógenos (KESSMANN et al., 1994).

Substâncias químicas como o ácido salicílico (AS) (PALVA et al., 1994), ácido 2,6-dicloroisonicotínico (INA) (MÉTRAUX et al., 1991; UKNES et al., 1992) e ácido acetilsalicílico (AAS) (WHITE, 1979; LÓPEZ-LÓPEZ et al., 1995), também podem induzir a SAR, embora o efeito fitotóxico destas em muitas culturas possa ser considerável (BENELLI et al., 2004). Tanto o AS como o INA são fitotóxicos para a maioria das plantas cultivadas e, portanto, não possuem potencial para uso comercial (SILVA, 2002).

Delaney (1997) relata que a importância do AS em SAR vem de experimentos com plantas transgênicas que apresentam o gene bacteriano *nahG*, o qual codifica a enzima salicilato hidroxilase. Esta enzima catalisa a transformação do AS em um composto inativo, o catecol. Plantas que não expressam essa enzima não são capazes de acumular AS após o ataque de patógenos e, conseqüentemente, são incapazes de ativar genes SAR ou desenvolver resistência contra patógenos (GAFFNEY et al., 1993).

Dada a importância do AS na resistência às doenças, a rota de biossíntese do AS pode representar o principal ponto no controle das respostas de defesa da planta (RYALS et al., 1996). A rota biossintética de AS apresenta seu início com a conversão da fenilalanina a ácido transcinâmico (*t*-CA), sendo catalisada pela enzima fenilalanina amônia-liase (PAL). Tem sido proposto que a conversão do *t*-CA em AS ocorre pela diminuição da cadeia que produz o ácido benzóico (AB), seguida pela hidroxilação no carbono-2, derivando-o assim, em AS. O último passo é provavelmente catalisado pela citocromo P450 monoxigenase, denominado ácido benzóico 2-hidroxilase (AB2H), cuja atividade é induzida tanto pela infecção quanto pela aplicação exógena de AB. Devido ao AB exógeno causar o acúmulo de AS, mas não o de *t*-CA, parece plausível que o passo limitante na biossíntese de AS seja a conversão do AB, embora existam outras possibilidades (RYALS et al., 1996).

O mecanismo de produção do AB a partir do *t*-CA é desconhecido, mas pode ocorrer de maneira similar à B-oxidação de ácidos graxos. A evidência para a B-oxidação de *t*-CA em AB vem de estudos realizados em *Quercus pedunculata*, mostrando que acetil-CoA e ATP estimulam a formação de AS a partir de *t*-CA em extratos de células livres (ALIBERT; RANJEVA, 1971, citados por RYALS et al., 1996).

Sticher et al. (1997) relatam que substâncias sintéticas também podem induzir resistência, tais como o probenazole (Oryzamate) e o ácido 2,2 dicloro 3,3 dimetilciclopropano carboxílico (WL 28325), ambos usados contra *Magnaporthe grisea* em arroz; ácido DL-2 aminobutírico (BABA) na proteção contra *Phytophthora infestans* em tomate e batata e *Peronospora tabacina* em fumo. Além destas substâncias, aqueles autores relatam que compostos inorgânicos, como sais fosforados, induzem resistência em plantas de feijão, pepino e milho.

O acibenzolar-s-metil (ASM), derivado benzotiadiazólico, registrado comercialmente como Bion, é considerado um indutor de resistência em diferentes culturas como o trigo (*Triticum aestivum* L.) contra alguns fungos (GÖRLACH et al., 1996; MORRIS et al., 1998), em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) contra infecções bacterianas e fúngicas (SIEGRIST et al., 1997), em fumo e em *Arabidopsis* spp. contra infecções virais, bacterianas e fúngicas (FRIEDRICH et al., 1996; LAWTON et al., 1996) e em pimentão (*Capsicum annuum* L.) contra infecções bacterianas (ROMERO et al., 2001).

O ASM é definido como um indutor de SAR por não possuir atividade antimicrobiana direta (KESSMANN et al., 1994). O ASM é, até o momento, o único indutor de SAR liberado para uso comercial em alguns países (KNIGHT et al., 1997). Sua utilização mostra-se interessante, porque é capaz de induzir resistência mesmo em plantas incapazes de acumular AS (DELANEY, 1997; SILVA, 2002).

O ASM é uma molécula exógena sinalizadora de reações de defesa, que é rapidamente absorvida e translocada por toda a planta. Esta molécula gera um sinal no sítio de contato com o órgão vegetal, que posteriormente translocará para outros órgãos não expostos ao contato com esta, desencadeando uma série de eventos que ativam os genes de defesa (SILVA, 2002).

Por induzir os mecanismos de defesa da própria planta, o ASM propicia uma forte proteção das plantas contra patógenos. Segundo Kombrink et al. (1995), citados por Ruess et al. (1997), a maioria dos mecanismos de indução está localizada no sítio de tentativa de infecção do microrganismo, onde a planta responde primeiramente com a morte localizada de células (reação de hipersensibilidade), seguida pela formação de metabólitos antimicrobianos, formação de calose e lignificação.



O ASM que, segundo Görlach et al. (1996), é um potente ativador de SAR, tem sido utilizado na Europa para o controle de doenças em cereais. Na Costa Rica tem sido utilizado em bananeira para o controle do Mal de Sigatoka Negra, em mistura com fungicidas como difenoconazole, mancozebe e tridemorfe. Nos EUA, o produto está sendo comercializado principalmente para proteção contra doenças bacterianas em hortaliças. No Brasil, o ASM foi registrado junto ao Ministério da Agricultura e Abastecimento, sob o nome comercial Bion®, para proteção contra doenças bacterianas em tomate, *Crinipellis pernicioso* (vassoura-de-bruxa) em mudas de cacau, e *Xyllella fastidiosa* (amarelinho) em mudas de citros (SILVA, 2002).

Observações sugerem que efeitos colaterais do agente indutor possam, sob certas circunstâncias, afetar negativamente a fisiologia da planta e/ou que a indução de resistência tenha um custo energético para a planta. Em contrapartida, devido ao seu modo de ação e ao fato de não apresentar toxicidade inerente, o risco de seleção de isolados dentro de uma população de patógeno pode ser considerado muito baixo (PASCHOLATI et al., 1999).

Visto que a resistência induzida envolve a ativação de mecanismos de resistência, a existência de um custo energético e de moléculas torna-se óbvia, o que poderia comprometer o crescimento e a reprodução das plantas. Trabalhos conduzidos com indutores de resistência disponíveis comercialmente (acibenzolar-s-metil), agentes abióticos (ácido salicílico ou jasmônico) ou mesmo o próprio patógeno (*Peronospora tabacina*), têm evidenciado diferentes respostas das plantas, quando ativadas e colocadas na presença ou ausência dos patógenos (PASCHOLATI, 2002a).

O objetivo deste estudo foi verificar o comportamento do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), após aplicações do ativador de plantas acibenzolar-s-metil (ASM), e dos fungicidas piraclostrobina (PRT) e azoxistrobina (AZT), pertencentes ao grupo das estrobilurinas, sob quatro diferentes condições de fornecimento de água ao substrato das plantas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de 15/04/2006 a 30/06/2006 na propriedade do Sr. Jorge Masato Kano, no município de Piedade, SP, cujas coordenadas geográficas da área são 23° 47' de latitude sul e 47° 25' de longitude oeste, com altitude de 985 m.

Para a alocação do experimento foi utilizada uma estufa de cobertura plástica de polietileno de baixa densidade e espessura de 0,10 mm. A estrutura é em forma de arco e as bancadas estavam dispostas a 1,0 m da superfície. A água para irrigação era proveniente de poço artesiano.



Figura 1 - Vista geral do experimento

### 3.2 Cultura

A cultivar escolhida para a realização do experimento foi o híbrido Alambra F1, comercializada pela Clause Tezier do Brasil. As características do material são a resistência ao ToMV (vírus do mosaico do tomate), V (murcha de *Verticillium*), Fo 1,2 (murcha de *Fusarium*), Cf (*Cladosporium*) e Nematóides do gênero *Meloidogyne*. Os frutos são de formato globular e caracterizados como Longa Vida em função de genes que conferem a maior durabilidade dos frutos após a colheita.

Em 15/04/2006, foi realizada a semeadura em bandejas de poliestireno expandido de 128 células. As bandejas de 128 células (67,5 cm de comprimento; 34,5 cm de largura e 6,3 cm de altura) conforme recomendação de Minami (1995), em função da formação de mudas de alta qualidade. O material para a semeadura foi o substrato Plantmax HT® da Eucatex. As mudas foram conduzidas no viveiro São João, localizado no município de Salto de Pirapora-SP. Em 12/05/2006, aos 27 dias após a semeadura, as plantas foram levadas para o transplante no local do ensaio. As mudas apresentavam 4 folhas definitivas.

### 3.3 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com 03 repetições, esquema fatorial 4 x 4, totalizando 48 parcelas. Cada parcela foi constituída de 15 vasos (3,0 L de capacidade), cada um deles contendo 1 planta.

Os tratamentos foram compostos da combinação de uma testemunha sem aplicações, um ativador de resistência de plantas, e dois fungicidas pertencentes ao grupo das estrobilurinas (1 - testemunha; 2 - acibenzolar-s-metil (ASM); 3 - piraclostrobina (PRT) e 4 - azoxistrobina (AZT); e quatro níveis de fornecimento de água (1 - 90% da capacidade de recipiente; 2 - 72% da capacidade de recipiente; 3 - 54% da capacidade de recipiente e 4 - 36% da capacidade de recipiente). Os nomes técnicos dos produtos aplicados, bem como suas doses em termos de mg de ingrediente ativo por planta foram: 1- testemunha sem aplicações; 2 - acibenzolar-s-metil (ASM): 0,96 mg/planta; 3 - piraclostrobina (PRT): 0,77 mg/planta; e 4 - azoxistrobina: 3,08 mg/planta.

O acibenzolar-s-metil (éster S-metílico do ácido 1,2,3-benzotiadiazol-7-carbotióico) é comercializado como ativador de plantas sob a marca registrada de Bion 500 WG (500 g de acibenzolar-s-metil por kg de produto comercial) pela Syngenta Proteção de Cultivos Ltda e está registrado no MAPA (Ministério da Agricultura e Pecuária) para a cultura do tomate visando proporcionar proteção para as seguintes doenças: requeima (*Phytophthora infestans*); pinta-preta (*Alternaria solani*); mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) e mancha bacteriana pequena (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) na dose de 2,5 g de ingrediente ativo para 100 litros de água.

A piraclostrobina (metil N-(2-[[1-(4-chlorofenil)-1H-pyrazol-3yl] oxymethyl} phenil N-methoxy carbamate) é comercializada como fungicida sistêmico sob a marca comercial Comet (250 g de piraclostrobina por litro de produto comercial) pela Basf S.A. e está registrada no MAPA para a cultura do tomate visando o controle das seguintes doenças: pinta-preta (*Alternaria solani*) e mancha de septoriose (*Septoria lycopersici*), na dose de 10,0 g de ingrediente ativo para 100 litros de água.

A azoxistrobina (methyl (E) -2- {2- [6-(2-cianofenoxy-pirimidi-4-iloxi) fenil]-3-metoxiacrilato é comercializada como fungicida sistêmico sob a marca comercial Amistar (500 g de azoxistrobina por kg de produto comercial) pela Syngenta Proteção de Cultivos Ltda e está registrado no MAPA para a cultura do tomate visando o controle das seguintes doenças: pinta-preta (*Alternaria solani*) e mancha de septoriose (*Septoria lycopersici*) na dose de 4,0 a 8,0 g de ingrediente ativo para 100 litros de água (ANDREI, 2005).

### **3.4 Determinação da capacidade de recipiente**

Foram preparados vasos plásticos com capacidade individual volumétrica de 3,0 L. Em cada vaso foram adicionados 2,50 L do substrato Plantmax HT® da Eucatex. Para a determinação da capacidade de recipiente (CR) foi realizado o método da adição de água até o ponto onde não havia escoamento na base do vaso. Foi então calculada a quantidade, em mL de água que ficou retida no substrato. Após 10 repetições, o valor obtido foi de 480 mL de água / vaso para atingir a capacidade de

recipiente. Os volumes calculados de água a serem fornecidos individualmente a cada vaso e em cada irrigação foram: 432 mL (90% da CR); 345,6 mL (72% da CR); 259,2 mL (54% da CR) e 172,8 mL (36% da CR).

### **3.5 Aplicação dos indutores de resistência e da água**

O ativador de plantas e os fungicidas foram aplicados através da diluição dos mesmos em água. Foram utilizados 15 mL de água por planta para a aplicação, efetuada através de um pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> e barra equipada com um bico de jato cônico. Foram realizadas quatro aplicações nas plantas de tomate, sendo a primeira efetuada em 11/05/2006, ou seja, um dia antes do transplante definitivo das mudas nos vasos. A aplicação foi realizada sobre as mudas ainda na bandeja. A segunda aplicação foi realizada em 22/05/2006, aos 10 dias após o transplante; a terceira em 01/06/2006 (10 dias após a 2ª aplicação) e a quarta e última aplicação em 11/06/2006 (10 dias após a terceira aplicação e 30 dias após o transplante das mudas nos vasos). No tratamento testemunha foi aplicado somente água, em quantidade igual àquela utilizada nos demais tratamentos do experimento.

A água utilizada para a irrigação dos vasos com substrato foi obtida através de poço local, bombeada para uma caixa de contenção. Para irrigar a área, foram utilizados recipientes plásticos graduados, os quais permitiram fornecer a água manualmente e individualmente para cada vaso. A reposição foi realizada em intervalos que variaram de 1 a 3 dias, em função da evapotranspiração ocorrida no período.

### **3.6 Fornecimento de nutrientes e controle de pragas e doenças**

O fornecimento de nutrientes para o desenvolvimento das plantas iniciou-se a partir dos 15 dias após o transplante das mudas. A cada cinco dias, foram fornecidas, via aplicação no substrato, as seguintes quantidades de fertilizantes por vaso: nitrato de potássio (100 mg); nitrato de cálcio (100 mg); sulfato de magnésio (30 mg); monoamôniofosfato (20 mg); ferro 6% EDTA (4 mg); ácido bórico (0,6 mg); sulfato de

manganês (0,6 mg); sulfato de cobre (0,04 mg); sulfato de zinco (0,1 mg) e molibdato de sódio (0,03 mg).

O controle de pragas foi realizado através da pulverização dos inseticidas tiametoxan 250 WG (6 mg i.a./planta), aos 15 dias após o transplante, e da abamectina 18 EC (1 mg i.a./planta), aos 25 dias após o transplante. Os fungicidas utilizados para o controle preventivo de doenças foram o dimetomorfe (40 mg i.a./planta), aos 18 dias após o transplante, e o difenoconazole (6 mg i.a./planta) aos 35 dias após o transplante. Para a aplicação dos fungicidas e inseticidas foi utilizado um pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> e uma vazão de 25 mL de calda por planta.

### 3.7 Parâmetros avaliados

Os parâmetros avaliados foram: a) Peso da massa seca da raiz; peso da massa seca da parte aérea (folhas, ramos, caule e flores) e o peso total da raiz e parte aérea (soma dos pesos das massas secas da raiz e parte aérea da planta). As avaliações foram realizadas aos 30 dias após o plantio (DAP) das mudas e (10 dias após a terceira aplicação dos indutores) e aos 50 DAP (20 dias, após a última aplicação dos indutores) por meio da coleta de 5 plantas de cada parcela (as plantas coletadas estavam na mesma disposição geométrica em todas as parcelas). Retirou-se o substrato aderido à raiz com auxílio de água e as mesmas após sua limpeza com água foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas para a estufa do departamento de produção vegetal da ESALQ. As plantas permaneceram secando sob temperatura de 65°C até atingir peso constante. Após a secagem, as partes da raiz e aérea foram pesadas em balança eletrônica do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ.

b) Teor de clorofila aos 35 DAP. Foi avaliado o segundo folíolo da primeira folha abaixo do primeiro cacho floral. Utilizaram-se 5 folíolos de 5 diferentes plantas da parcela. O índice relativo de clorofila foi determinado utilizando-se um clorofilômetro SPAD 502 da Minolta. A partir dos valores do índice SPAD, o conteúdo total de clorofila nas folhas foi determinado indiretamente usando-se a seguinte equação:

$$TC = a + b * is$$

onde  $TC$  é o conteúdo total de clorofila nas folhas (mg/L),  $a$  (-1,4693) e  $b$  (0,3975) são parâmetros da equação e  $is$  é o valor do índice SPAD obtido.

c) A altura da planta, em cm, com auxílio de régua aos 29 e 49 DAP. A altura foi determinada da base do caule ao ápice da planta. As plantas em que foram realizadas as medições foram as mesmas coletadas para a obtenção da massa seca (5 plantas por parcela).

d) número de folhas localizadas abaixo do primeiro cacho floral realizada aos 29 DAP (5 plantas por parcela).

e) número total de folhas por planta aos 29 DAP (5 plantas por parcela).

f) porcentagem de plantas com o primeiro cacho floral totalmente aberto aos 28 DAP. Nesta avaliação foi verificado o número de plantas na parcela que estavam com o primeiro cacho floral totalmente aberto e a calculou-se a porcentagem de plantas com o primeiro cacho floral aberto dividindo-se o número obtido pelo número total de plantas na parcela, e multiplicado por 100.

g) aos 7 dias após a terceira aplicação dos produtos foram avaliados os sintomas de deficiência hídrica ocorrido em função de elevada incidência de radiação solar e antes da reposição da água ao substrato. Sempre que ocorria um folíolo com característica de deficiência hídrica, a planta era considerada portadora de sintomas de deficiência hídrica. Avaliaram-se individualmente todas as plantas da parcela e o cálculo da porcentagem de plantas com sintomas de deficiência hídrica foi obtido através da divisão das plantas com sintomas em função do número total de plantas na parcela, e multiplicado por 100.

h) aos 7 dias após a quarta aplicação dos produtos foi avaliado a porcentagem da planta que apresentava sintomas de deficiência hídrica. A avaliação foi visual e estimou para cada planta a área da mesma que estava com sintomas de deficiência hídrica. Os valores obtidos para cada planta foram somados e divididos pelo número total de plantas na parcela, e multiplicado por 100, obtendo-se a porcentagem da área da parcela que apresentava sintomas de deficiência hídrica. A avaliação foi realizada depois de elevada incidência de radiação solar e antes da reposição da água ao substrato.





Figura 2 - Planta exibindo sintomas de déficit hídrico



Figura 3 - Plantas sem sinais visíveis de déficit hídrico



A análise dos dados foi realizada através do teste F da análise de variância e posteriormente as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a análise dos dados foi utilizado o programa SANEST.

Tabela 1 - Esquema da análise de variância do experimento

---

Causas da variação	Graus de liberdade
Indutores de resistência (IR)	3
Níveis de água (NA)	3
Interação IR x NA	9
Resíduo	32
Total	47

---

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise da massa seca da raiz, parte aérea e total da planta aos 30 e 50 DAP

Tabela 2 - Massa seca de raiz (g) aos 30 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	2,64 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	2,56 a A	2,66 a A	2,84 a A	2,67 a
ASM	1,66 a A	1,74 a A	2,09 a A	2,22 a A	1,93 b
PRT	2,02 a A	2,07 a A	2,01 a A	2,33 a A	2,11 ab
AZT	1,89 a A	2,09 a A	2,18 a A	2,18 a A	2,08 ab
média	2,05 A	2,11 A	2,24 A	2,39 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV: 10,93%

Média de 5 plantas por repetição

Aos 30 DAP, o ASM diferiu significativamente da testemunha quando comparado a média dos diferentes níveis de água, apresentando menor peso da massa seca da raiz. A PRT e a AZT não diferiram da testemunha e do ASM. Não ocorreram diferenças significativas entre os níveis de água, indicando que nesta fase a água não influenciou o peso da massa seca da raiz.

Tabela 3 - Massa seca da parte aérea (g) aos 30 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	5,32 a <sup>1</sup> B <sup>2</sup>	6,19 a AB	6,68 a AB	7,31 a A	6,38 a
ASM	4,64 a B	5,18 ab AB	5,42 b AB	6,27 ab A	5,38 b
PRT	4,36 a B	4,83 b AB	5,49 ab AB	5,65 b A	5,09 b
AZT	5,01 a B	5,42 ab AB	5,98 ab AB	6,56 ab A	5,75 ab
média	4,83 C	5,41 BC	5,89 AB	6,45 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 10,85%

Média de 5 plantas por repetição

Em relação à formação de massa seca na parte aérea das plantas avaliadas aos 30 DAP observou-se que o ASM e a PRT diferiram significativamente da testemunha e não diferiram do AZT, o qual não diferiu da testemunha. O ASM e a PRT não diferiram entre si e influenciaram negativamente a formação de peso da massa seca da parte aérea das plantas de tomate. As médias dos níveis de água mostram um aumento significativo no peso da massa seca da parte aérea quando a capacidade de recipiente foi elevada progressivamente. O nível de 36% não diferiu do nível 54% e foi inferior aos níveis de 72% e 90% da capacidade de recipiente. O nível de 54% não diferiu significativamente de 72% e foi inferior ao de 90%, o qual não diferiu do nível de 72% da capacidade de recipiente. Na medida em que o fornecimento de água é incrementado, o peso da massa seca da parte aérea da planta também aumenta.

Tabela 4 - Massa seca da planta (raiz + parte aérea) (g) aos 30 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	7,96 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	8,75 a A	9,34 a A	10,15 a A	9,05 a
ASM	6,30 a A	6,92 a A	7,51 a A	8,49 a A	7,31 b
PRT	6,38 a A	6,90 a A	7,51 a A	7,98 a A	7,19 b
AZT	6,91 a A	7,51 a A	8,16 a A	8,74 a A	7,83 ab
média	6,89 B	7,52 B	8,13 AB	8,84 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 12,79%

Média de 5 plantas por repetição

Na avaliação do peso da massa seca da planta realizada aos 30 DAP foi verificado que os tratamentos de ASM e PRT diferiram significativamente da testemunha e não diferiram de AZT, o qual não diferiu da testemunha. ASM e PRT influenciaram negativamente a produção de massa seca da planta quando comparados com a testemunha. Para os diferentes níveis de fornecimento de água, os menores níveis (36 e 54%) foram inferiores ao nível de 90% e não diferiram do nível de 72%, o qual não diferiu do nível de 90% da capacidade de recipiente. Em relação ao fornecimento de água, aos 30 DAP a maior quantidade de água influenciou positivamente o incremento do peso da massa seca da planta de tomate.

Tabela 5 - Massa seca de raiz (g) aos 50 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	3,33 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	3,39 a A	4,29 a A	5,01 a A	4,00 a
ASM	2,89 a A	2,99 a A	3,19 a A	3,99 a A	3,27 a
PRT	3,83 a A	3,93 a A	4,11 a A	3,96 a A	3,96 a
AZT	2,99 a A	4,15 a A	4,40 a A	4,28 a A	3,95 a
média	3,26 B	3,61 AB	4,00 AB	4,31 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 19,86%

Média de 5 plantas por repetição

Em relação à formação de massa seca de raiz das plantas avaliadas aos 50 DAP observou-se que, em todas as quatro condições de capacidade de recipiente (36%, 54% 72% e 90%) nenhum dos indutores de resistência diferenciou estatisticamente em relação à testemunha. Isso foi observado também na comparação das médias finais, em que os tratamentos não diferiram entre si. No maior nível de água da capacidade de recipiente (90%) foi verificado maior peso da massa seca da raiz, o qual foi superior aos níveis de 36 e 54% e não diferiu do nível de 72%. Maior fornecimento de água incrementou o peso da massa seca da raiz, independente do tratamento com indutor de resistência.

Tabela 6 - Massa seca da parte aérea (g) aos 50 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	13,44 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	15,28 a A	17,60 a A	18,76 a A	16,27 a
ASM	12,74 a A	14,93 a A	17,02 a A	18,24 a A	15,73 a
PRT	12,73 a A	15,25 a A	17,92 a A	18,25 a A	16,04 a
AZT	12,81 a A	15,27 a A	17,74 a A	19,61 a A	16,34 a
média	12,93 C	15,18 B	17,57 A	18,72 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 7,36%

Média de 5 plantas por repetição

Na formação de massa seca da parte aérea das plantas avaliadas aos 50 DAP observou-se que, em todas as quatro condições de capacidade de recipiente a que foram submetidas as plantas do experimento, ou seja, 36%, 54% 72% e 90%, os indutores de resistência não diferiram da testemunha. Houve aumento significativo no peso da massa seca da parte aérea na medida em que foi incrementado o fornecimento de água, porém apenas quando a capacidade de recipiente aumentou de 36% para 54% e de 54% para 72%, não tendo ocorrido diferença significativa entre os níveis de 72 e 90% da capacidade de recipiente.

Tabela 7- Massa seca da planta (raiz + parte aérea) (g) aos 50 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	16,77 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	18,67 a A	21,89 a A	23,77 a A	20,28 a
ASM	15,63 a A	17,92 a A	20,21 a A	22,23 a A	19,00 b
PRT	16,56 a A	19,18 a A	22,03 a A	22,21 a A	19,99 ab
AZT	15,80 a A	19,42 a A	22,14 a A	23,89 a A	20,31 a
média	16,19 D	18,80 C	21,57 B	23,02 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 5,42%

Média de 5 plantas por repetição

Na avaliação do peso da massa seca da planta total (raiz + parte aérea) aos 50 DAP observou-se que, em todas as quatro condições de capacidade de recipiente a que foram submetidas as plantas do experimento, ou seja 36%, 54% 72% e 90%, nenhum dos tratamentos aplicados se diferenciou estatisticamente em relação à testemunha. Na comparação das médias finais o AZT e a testemunha não diferiram entre si e da PRT. O ASM não diferiu da PRT e foi inferior à testemunha e a AZT. Neste parâmetro ASM diminui a formação da massa seca da planta aos 50 DAT e AZT e PRT não interferem na massa seca da planta. Foram observadas diferenças significativas para as diferentes capacidades de recipiente. Em todos os níveis de água ocorreram diferenças significativas. Na medida em que é incrementado o fornecimento de água ocorre resposta positiva para a formação de peso da massa seca da planta.

## 4.2 Análise do teor de clorofila

Tabela 8 - Teor de clorofila (mg/L) aos 35 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	18,58 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	18,31 a A	18,58 a A	17,57 a A	18,26 a
ASM	17,05 a A	16,83 a A	15,99 a A	15,77 a A	16,41 b
PRT	15,24 a A	16,23 a A	14,58 a A	15,07 a A	15,28 c
AZT	17,98 a A	17,32 a A	16,80 a A	16,58 a A	17,17 b
média	17,21 A	17,17 A	16,49 A	16,25 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 5,69%

Média de 5 folíolos por repetição

Os tratamentos com indutores de resistência diferiram entre si. PRT foi inferior à AZT e ASM, que foram inferiores à testemunha. O menor teor de clorofila nos tratamentos com indutores de resistência pode estar relacionado com a maior retenção de água nas folhas destes tratamentos e conseqüentemente ter ocorrido diluição da clorofila em maior volume de água. Maior retenção de água em folhas de tomate tratadas com azoxistrobina foram observadas por Giuliani et al. (2006). Para os níveis de água não foram observadas diferenças significativas.



### 4.3 Análise da altura da planta

Tabela 9 - Altura da planta (cm) aos 29 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	41,70 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	44,73 a A	48,03 a A	44,93 a A	44,85 c
ASM	46,13 a A	51,17 a A	54,42 a A	56,13 a A	51,96 a
PRT	43,70 a A	48,23 a A	48,67 a A	51,97 a A	48,14 b
AZT	40,30 a A	44,87 a A	47,83 a A	49,63 a A	45,66 bc
média	42,96 C	47,25 B	49,74 AB	50,67 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 6,12%

Média de 5 plantas por repetição

Na análise das médias dos tratamentos, o ASM foi superior aos demais tratamentos ao proporcionar a maior de altura de plantas. O ASM diferiu significativamente do AZT, PRT e da testemunha. Entre AZT e PRT não houve diferença significativa, porém PRT foi superior à testemunha e AZT não diferiu da mesma. Ao observar as médias dos diferentes níveis de água, ocorreu diferença significativa. O nível de 36% da capacidade de recipiente apresentou a menor altura de planta e foi inferior aos demais níveis de água da capacidade de recipiente. O nível de 54% foi inferior ao nível de 90% e não diferiu do nível de 72%. As alturas de plantas dos níveis de 72 e 90% da capacidade de recipiente não diferiram entre si e apresentaram os maiores valores.

Tabela 10 - Altura da planta (cm) aos 49 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	58,20 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	66,07 a A	70,80 a A	71,83 a A	67,01 bc
ASM	65,13 a A	74,07 a A	74,87 a A	78,60 a A	73,53 a
PRT	59,93 a A	65,53 a A	74,00 a A	73,53 a A	68,75 b
AZT	54,40 a A	64,07 a A	67,73 a A	70,87 a A	64,52 c
média	59,42 C	67,43 B	71,85 A	73,71 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 4,28%

Média de 5 plantas por repetição

A avaliação da altura das plantas aos 49 DAP indicou que o ASM diferiu significativamente dos demais tratamentos e apresentou a maior altura. O PRT e AZT não diferiram da testemunha, porém, PRT foi superior a AZT, o qual apresentou as menores alturas de plantas. Para os níveis de água ocorreu diferença significativa entre os mesmos. O nível de 36% foi inferior ao nível de 54% que foi inferior aos níveis de 72 e 90% e estes não diferiram entre si. Os maiores valores de altura de plantas foram observados nos níveis de 72 e 90% de água da capacidade de recipiente, enquanto que a menor altura foi verificada no menor nível (36%).

#### 4.4 Análise do número de folhas

Tabela 11 - Número de folhas por planta abaixo do primeiro cacho floral aos 29 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	5,73 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	5,93 a A	5,67 a A	5,78 a A	5,78 a
ASM	5,33 a A	5,73 a A	5,87 a A	5,64 a A	5,64 a
PRT	5,87 a A	5,67 a A	6,13 a A	5,89 a A	5,89 a
AZT	6,00 a A	5,67 a A	5,80 a A	5,82 a A	5,82 a
média	5,73 A	5,75 A	5,87 A	5,78 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 5,81%

Média de 5 plantas por repetição

Aos 29 DAP avaliou-se, em cada planta, o número de folhas localizadas abaixo do primeiro cacho floral, constatando-se que, em todas as quatro condições de capacidade de recipiente (36, 54, 72 e 90%) não ocorreu diferença significativa. Foi observado também na comparação das médias, em que todos os tratamentos com indutores de resistência não diferiram entre si. O nível de fornecimento de água e os tratamentos com indutores de resistência não influenciaram no número de folhas abaixo do primeiro cacho floral do tomateiro.

Tabela 12 - Número total de folhas por planta aos 29 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	8,73 a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	8,80 a A	8,40 a A	8,87 a A	8,70 a
ASM	8,47 a A	8,87 a A	8,80 a A	8,47 a A	8,65 a
PRT	8,67 a A	8,60 a A	8,13 a A	8,33 a A	8,43 a
AZT	8,93 a A	8,73 a A	7,80 a A	8,87 a A	8,58 a
média	8,70 A	8,75 A	8,28 A	8,63 A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 8,70%

Média de 5 plantas por repetição

Aos 29 DAP avaliou-se o número total de folhas na planta constatando-se que, em todas as quatro condições de capacidade de recipiente a que foram submetidas as plantas do experimento, ou seja, 36%, 54% 72% e 90%, nenhum dos tratamentos apresentou diferença significativa. Não ocorreu influência positiva ou negativa dos indutores de resistência e dos níveis de água no número total de folhas do tomateiro.

#### 4.5 Avaliação da porcentagem de florescimento das plantas

Tabela 13 - Porcentagem de plantas com o 1º cacho floral totalmente aberto aos 28 DAP

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	46,7% a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	37,8% a A	28,9% a A	28,9% a A	35,6% ab
ASM	53,3% a A	44,4% a A	51,1% a A	37,8% a A	46,7% a
PRT	33,3% a A	28,9% a A	22,2% a A	26,7% a A	27,8% b
AZT	28,9% a A	37,8% a A	35,6% a A	22,2% a A	31,1% b
média	40,6% A	37,2% a A	34,4% A	28,9% A	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 19,71%

Média de 15 plantas por repetição

Na avaliação da porcentagem de plantas com o primeiro cacho floral totalmente aberto, ocorreu diferença significativa entre os tratamentos com indutores de resistência. ASM, PRT e AZT não diferiram significativamente da testemunha. ASM foi superior aos tratamentos de PRT e AZT, onde foi verificado que o ASM apresentou maior porcentagem de cachos florais totalmente abertos e nos tratamentos de PRT e AZT a porcentagem de cachos florais totalmente abertos foram menores em comparação com o ASM. Nos diferentes níveis de água (36, 54, 72 e 90% da capacidade de recipiente) não ocorreu diferença significativa.

#### 4.6 Avaliação da porcentagem de plantas com sintomas de deficiência hídrica

Tabela 14 - Porcentagem de plantas com sintomas de murcha em função da deficiência de água aos 7 dias após a terceira aplicação dos indutores de resistência

Tratamento	% Capacidade de recipiente				média
	36%	54%	72%	90%	
Testemunha	86,7% a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	77,8% a AB	64,4% a B	35,6% a C	<b>66,1% a</b>
ASM	2,2% c A	0,0% c A	0,0% c A	0,0% c A	0,6% c
PRT	6,7% c A	2,2% c A	0,0% c A	0,0% c A	2,2% c
AZT	44,4% b A	37,8% b AB	15,6% b BC	8,9% b C	26,7% b
média	35,0% A	29,4% AB	20,0% BC	11,1% C	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 32,26%

Média de 15 plantas por repetição

Em todos os níveis (36, 54, 72 e 90% da capacidade de recipiente) e na comparação das médias finais ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. O ASM e PRT não diferiram entre si e foram superiores ao tratamento de AZT que foi superior à testemunha. As porcentagens de plantas com sintomas visuais de deficiência hídrica foram nulas no ASM para os níveis de 54, 72 e 90% da capacidade de recipiente e 2,2% de plantas para o nível de 36%, enquanto que na testemunha os índices foram de 35,6% de plantas com sintomas de deficiência hídrica para o nível de 90% e crescentes à medida que diminuía a capacidade de recipiente, atingindo 86,7% de plantas para o menor nível de água. A PRT seguiu comportamento similar ao observado no ASM com valores nulos nos maiores níveis da capacidade de recipiente e valores baixos de

plantas com sintomas de deficiência hídrica em níveis menores da capacidade de recipiente. A AZT apresentou valores intermediários aos observados na testemunha e nos tratamentos com ASM e PRT, conforme ilustra a figura 4.

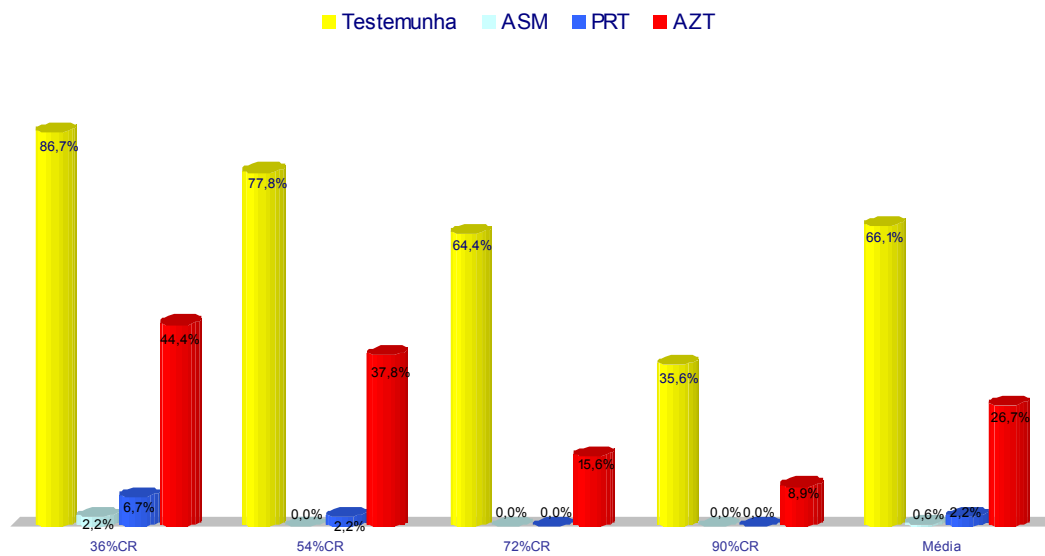


Figura 4 - Porcentagem de plantas com sintomas de deficiência hídrica aos 7 dias após a terceira aplicação dos indutores de resistência

Para os diferentes níveis (36, 54, 72 e 90% da capacidade de recipiente) de água foram observadas diferenças significativas. O nível de 36% apresentou a maior porcentagem de plantas com sintomas de deficiência hídrica e não diferiu do nível de 54%. Entre os níveis de água intermediários (54 e 72%) não ocorreram diferenças significativas, os quais apresentaram porcentagem de plantas com sintomas de deficiência hídrica em valores que diminuíram com o aumento do fornecimento de água. Para o maior nível de água (90% da capacidade de recipiente) os valores foram menores e não ocorreu diferença significativa com o nível de 72%. Houve interação entre os tratamentos com indutores de resistência e os diferentes níveis de água. O ASM e a PRT não tiveram influência de nenhum nível de água, apresentando comportamento similar para todos os níveis de água. AZT e a testemunha foram influenciados pelos níveis de água ocorrendo diferença significativa. Na testemunha ocorreu diferença significativa entre os níveis de água sendo o nível de 90% superior a 72%, o qual não diferiu de 54%. Os

níveis de 54 e 36% não diferiram entre si. Com o aumento do fornecimento de água, foi diminuído os sintomas de plantas com sintomas de deficiência hídrica. No tratamento de AZT, o nível de água de 90% não diferiu do nível de 72%, o qual não diferiu do nível de 54% e este não diferiu do nível de 36% da capacidade de recipiente. Os resultados mostram que o ASM e a PRT em diferentes níveis de água induziram resistência contra a deficiência hídrica e a AZT realizou esta função em menor escala. Silva (dados não publicados) verificou que o ASM aplicado na dose de 1,25 g por 100 L de água sobre a bandeja de mudas, três dias antes do transplante evitou que as plantas mostrassem sintomas visuais de deficiência hídrica (figura 5).



Figura 5 - Efeito do ASM em mudas de tomate



Tabela 15 - Porcentagem de plantas com sintomas de murcha em função da deficiência de água aos 7 dias após a quarta aplicação dos indutores de resistência

Tratamento	% Capacidade de recipiente								média
	36%		54%		72%		90%		
Testemunha	98,3%	a <sup>1</sup> A <sup>2</sup>	90,0%	a A	81,0%	a A	70,0%	a A	84,8% a
ASM	24,0%	a A	16,7%	a A	11,3%	a A	6,0%	a A	14,5% c
PRT	28,7%	a A	18,3%	a A	13,3%	a A	5,7%	a A	16,5% c
AZT	69,3%	a A	37,7%	a A	30,7%	a A	20,3%	a A	39,5% b
média	55,1%	A	40,7%	B	34,1%	B	25,5%	C	

(1) médias com letra(s) minúscula(s) diferente(s) na vertical diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

(2) médias com letra(s) maiúscula(s) diferente(s) na horizontal diferem significativamente ao nível de ( $p \leq 0,05$ ).

CV = 14,04%

Média de 10 plantas por repetição

Na avaliação realizada aos 7 dias após a quarta aplicação dos indutores de resistência, foi observado que ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. ASM e PRT não diferiram entre si e foram superiores a AZT que foi superior à testemunha. ASM e PRT apresentaram menores porcentagens de plantas com sintomas de deficiência hídrica em comparação com a AZT. Na testemunha, a maioria das plantas exibiram sintomas de deficiência hídrica. Para os diferentes níveis de água (36, 54, 72 e 90% da capacidade de recipiente) ocorreram diferenças significativas. O nível de 90% foi superior aos demais apresentando as menores porcentagens de plantas com sintomas visíveis de murcha, enquanto que os níveis intermediários (54 e 72%) não diferiram entre si e foram superiores ao nível de 36% da capacidade de recipiente, o qual mostrou 98,3% de plantas com sintomas visíveis de murcha na testemunha.

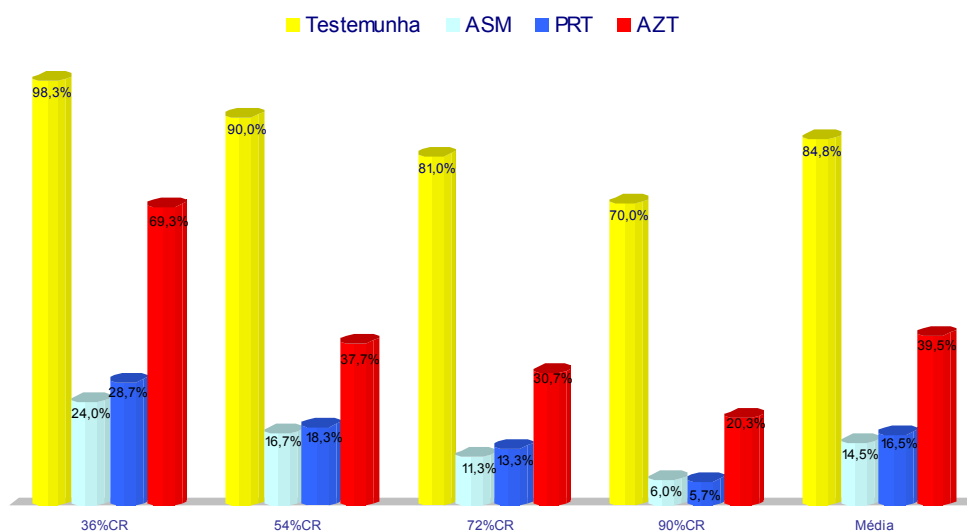


Figura 6 - Porcentagem da planta com sintomas de murcha em função da deficiência de água aos 7 dias após a quarta aplicação dos indutores de resistência

Giuliani et al. (2006) estudando deficiência hídrica na cultura do tomate, observou que aplicações de AZT protegeram as plantas de perdas água, em função do fechamento de estômatos, induzido pela AZT, evitando que a planta mostrasse sintomas de deficiência hídrica.

## 5 CONCLUSÕES

O acibenzolar-s-metil e a piraclostrobina diminuí a massa seca da planta aos 30 dias após o plantio e é incrementada sob maiores níveis de água.

O acibenzolar-s-metil diminuí a massa seca da planta aos 50 dias após o plantio e é incrementada sob maiores níveis de água.

O acibenzolar-s-metil, piraclostrobina e azoxistrobina diminuem os teores de clorofila da planta aos 35 DAP e os níveis de água não interferem neste parâmetro.

O acibenzolar-s-metil e os maiores níveis de água promovem aumento na altura das plantas.

O número de folhas das plantas não é influenciado pela aplicação dos indutores de resistência e níveis de água.

O acibenzolar-s-metil acelera a emissão de flores em comparação com a piraclostrobina e a azoxistrobina, que retardam este processo.

O acibenzolar-s-metil e a piraclostrobina induzem resistência no tomateiro à deficiência hídrica e em menor escala, a azoxistrobina promove o mesmo efeito.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. San Diego: Academic, Press, 1997. 635 p.
- ALVARENGA, M.A.R. **Cultura do tomateiro**. Lavras: UFLA, 2000. 91 p. (Textos Acadêmicos, 2).
- ALVARENGA, M.A.R. Sistemas de produção em campo aberto e em ambiente protegido. In: ALVARENGA, M.A.R. (Ed.). Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, 2004. cap. 7, p. 159-190.
- ANDREI. **Compêndio de Defensivos Agrícolas - Guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 7. ed, São Paulo: Andrei, 2005. 1141 p.
- BENELLI, A.I.H.; DENARDIN, N.D.; FORCELINI, C.A. Ação do acibenzolar-S-methyl aplicado em tubérculos e plantas de batata contra canela preta, incitada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum atípica*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 263-267, maio-jun, 2004.
- BLANCO, M.C.V.G.; GROppo, G.A.; TESSARIOLI NETO, J. Tomate. In: CATI (Ed.). **Manual Técnico das Culturas**. Campinas: CATI Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. v.2, cap.22, p. 125-131.
- CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.de.; ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 263 p.
- DAVIES, J.N.; HOBSON, G.E. The constituents of tomato fruit: the influence of environment, nutrition and genotype. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v.15, p.205-280, 1981.
- DELANEY, T.P. Genetic dissection of acquired resistance to disease. **Plant Physiology**, Rockville, v. 113, n. 1, p. 5-12, 1997.
- DORAIS, M.; GOSELIN, A.; PAPADOPOULOS, A.P. Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**, Westport, v.26, p.239-306, 2001.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Normas técnicas para o tomateiro tutorado na região do Alto Vale do Rio do Peixe**. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 60 p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 20.ed. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.
- FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Agrianual 2006: Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2006. 504 p.

FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECKER, N.; RELLA, M. G.; MEIER, B.; DINCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S.; MÉTRAUX, J.P.; KESSMANN, H.; RYALS, J.A. A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. **The Plant Journal**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 61-70, 1996.

GAFFNEY, T.; FRIEDRICH, L.; VERNOOIJ, B.; NEGROTTO, D.; NYE, G.; UKNES, S.; WARD, E.; KESSMAN, H.; RYALS, J.A. Requirement of salicylic acid for the induction of systemic acquired resistance. **Science**, Madison, v. 261, n. 5122, p. 745-756, aug. 1993.

GIULIANI, M.M.; NARDELLA, E.; GATTA, G.; DE CARO, A. Estresse hídrico do tomate, o papel da defesa por fungicidas. Foggia, v.11, 2006.  
<<http://www.informatoreagrario.it/bancadati>>. Acesso em: 05 jul. 2006.

GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K.H.; OOSTENDORP, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **The Plant Cell**, Baltimore, v. 8, p. 629 -643, 1996.

GOTO, M. **Fundamentals of bacterial plant pathogens**. San Diego: Academic Press, 1990. 342 p.

**GUIA RURAL ABRIL**. São Paulo: Abril, 1988. 370 p.

HERMES, S.; SEEHAUS, K.; KOEHLE, H.; CONRATH, U. A strobilurin fungicide enhances the resistance of Tobacco Mosaic Virus and *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* **Plant Physiology**, Rockville, v. 130, p. 120-127, sept. 2002.

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

JONES, J.B. ;STAL, R.E.; ZITTER, T.A. **Compendium of Tomato Diseases**. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1991. 73p.

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

KNIGHT, S.C.; ANTHONY, V.M.; BRADY, A.M.; GREELAND, A.J.; HEANEY, S.P.; MURRAY, D.C.; POWEEL, K.A.; SCHULZ, M.A.; SPINKS, C.A.; WORTHINGTON, P.A.; YOULE, D. Rationale and perspectives of development of fungicides. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 35, p. 349-372, 1997.

LAWTON, K.; FRIEDRICH, L.; HUNT, M.; WEYMANN, K.; DELANEY, T.; KESSMANN, H.; STAUB, T.; RYALS, J. Benzothiadiazole induces disease resistance in *Arabidopsis* by activation of systemic acquired resistance signal transduction pathway. **Plant Journal**, Oxford, v. 10, p. 71-82, 1996.

LÓPEZ-LÓPEZ, M.J.; LIÉBANA, E.; MARCILLA, P.; BELTRÁ, R. Resistance induced in potato tubers by treatment with acetylsalicylic acid to soft rot produced by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 143, p. 719-724, 1995.

MACÊDO, L.S. **Lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade de frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em ambiente protegido**. 2002. 101 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, H.R.; OLIVEIRA, C.A.S. Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n. 9, p. 1531-1537, 1991.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Irrigação. In : SILVA, J.B.C.da; GIORDANO, L.B. (Ed.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 2000. p. 60-71.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Manejo de irrigação em hortaliças**. 4 ed. Brasília: EMBRAPA, 1994. 60 p.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; MORETTI, C.L. Lucro com o gotejamento. **Cultivar HF**, Pelotas, v.2, n. 13, p. 24-26. abr.-maio, 2002.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R.; VILELA, N.J. Eficiência econômica do manejo racional da irrigação em tomateiro para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n. 3, p. 238-243, nov. 2000.

MÉTRAUX, J.P.; AHL GOY, P.; STAUB, T.; SPELCH, J.; STEINEMANN, A.; RYALS, J.; WARD, E. Induced resistance in cucumber in response to 2,6-dichloroisonicotinic acid and pathogens. In: Hennecke, H.; Verma, D.P.S. (Ed.). **Advances in Molecular Genetics of Plant-Microbe Interactions**, Saint Paul, v. 1. p. 432-439, 1991.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. 128 p.

MILLS, P.R.; WOOD, R.K.S. The effects of polyacrylic acid, acetylsalicylic acid and salicylic acid on resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. **Phytopathology**, Zeitschrift, v. 111, p. 209-216, 1984.

MOFFAT, A.S. Plant Pathology-news. **Science**, Madison, v. 292, n. 22, p. 2270-2273, 2001.

MORAES, M.G. Mecanismos da resistência sistêmica adquirida em plantas. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.; PRESTES, A.M.; PICININI, E.C. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: EMBRAPA, 1998. v. 6, p. 261-284.

MORGAN, K.T.; PARSONS, L.R.; WHEATON, T.A. Comparison of laboratory and field derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. **Plant and Soil**, Florida, v. 234, n. 2, p. 153-157, july. 2001.

MORRIS, S.W.; VERNOOIJ, B.; TITATARN, S.; STARRET, M.; THOMAS, S.; WILTSE, C.C.; FREDERIKSEN, R. A.; BHANDHUFALCK, A ; HULBERT, S.; UKNES, S. Induced resistance responses in maize. **Molecular Plant-Microbe Interaction**, St. Paul, v. 11, p. 643-658, 1998.

OHASHI, Y.; MATSUOKA, M. Induction and secretion of pathogenesis-related proteins by salicylate or plant hormones in tobacco suspension cultures. **Plant Cell Physiology**, Rockville, v. 28, p. 573-580, 1987.

PALVA, T.K.; HURTIG, M.; DAINDRENA, P.; PALVA, E.T. Salicylic acid induced resistance to *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* in tobacco. **Molecular Plant-Microbe Interaction**, St. Paul, v. 7, p. 356-363, 1994.

PASCHOLATI, S.F. A indução da resistência influencia negativamente no desenvolvimento da planta e a produção? In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS CONTRA FITOPATÓGENOS, 1., 2002, São Pedro. **Resumos...**São Pedro: ESALQ, 2002a. p. 38-39.

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., 2002 Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2002b. p. 120.

PASCHOLATI, S.F.; STANGARLIN, J.R.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S.; CASTRO, R.M.; STADINIK, M.; LEITE, B. Conclusões do grupo de discussão: bioquímica fitopatológica e indução de resistência. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 24, p. 241, 1999. (Suplemento).

RAPOSO, J.R. **A rega por aspersão**. Lisboa: Livraria Clássica, 1980. 339 p.

REICHDART, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188 p.

RESENDE, M.L.V.; NOJOSA, G.B.A.; SILVA, L.H.C.P.; AGUILAR, M. A.G.; NIELLA, G.R.; CARVALHO, G.A.; GIOVANINI, G.R.; CASTRO, R.M. Perspectivas da indução de resistência em cacaueteiro contra *Crinipellis perniciosa* através do benzotiadiazole (ASM). **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 25, n. 2, p. 149-156, 2000.

ROMEIRO, R.S. **Bactérias fitopatogênicas**. Viçosa: UFV, 1995. 367 p.

ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Viçosa: UFV, 1999. 45 p. (Cadernos didáticos, 56)

ROMEIRO, R.S. PGPR e indução de resistência sistêmica em plantas a patógenos. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 177-184, 2000.

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

ROSS, A.F. Localized acquired resistance to plant virus infection in hypersensitive hosts. **Virology**, New York, v. 14, p. 340-358, 1961.

RUESS, W.; MUELLE, K.; KNAUF-BEITER, G.; KUNZ, W.; STAUB, T. Plant activator CGA 245704: an innovative approach for disease control in cereals and tobacco. Switzerland: Ciba-Geigy, 1997, p. 9-18.

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

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

SÁ, N.S.A. de. **Cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo**. 2004. 71 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. California: Wadsworth Publishing, 1992. 400 p.

SIEGRIST, J.; GLENEWINKEL, D.; KOLLE, C.; SCHMIDTKE, M. Chemically induced resistance in green bean against bacterial and fungal pathogens. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v. 104, p. 599-610, 1997.

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



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.(Ed.) **Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: UFLA, 2001. p. 221-239.

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. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 375-377, 2000 (Suplemento).

SILVA, W.L.C.; MAROUELLI, W.A. Evaluation of irrigation scheduling techniques for processing tomatoes in Brazil. INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVAPOTRANSPIRATION AND IRRIGATION SCHEDULING. San Antonio, 1996, p. 522-526.

SILVA, W.L.C.; LOPES, C.A.; PEREIRA, W.; FONTES, R.R. Crop rotation systems for irrigated processing tomatoes in Central Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE PROCESSING TOMATO, 1., 1996, Recife. **Proceedings...**Recife: ASHS/IPA, 1997. p. 80.

SILVA, W.L.C.; GIORDANO, L.B.; MAROUELLI, W.A.; FONTES, R.R.; GORNAT, B. Response of six processing tomatoes cultivars to subsurface drip irrigation. **Acta Horticulturae**, Pamplona, n. 487, p. 569-573, 1999.

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

SUTCLIFFE, J. **As plantas e a água**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1980. 126 p.

UKNES, S.; MAUCH-MANI, B.; MOYER, M.; POTTER, S.; WILLIAMS, S.; DINCHER, S.; CHANDLER, D.; SLUSARENKO, A.; WARD, E.; RYALS, J. Acquired resistance in *Arabidopsis*. **Plant Cell**, Rockville, v. 4, p. 645-656, 1992.

VAN LOON, L.C.; VAN KAMMEN, A. Polyacrylamide disc electrophoresis of the soluble leaf proteins from *Nicotiana tabacum* var. "Samsun" and "Samsun NN". **Virology**, New York, v. 40, p. 199-211, 1970.

VAN LOON, L.C.; PIERPOINT, W.S.; BOLLER, T.; CONEJERO, V. Recommendations for naming plant pathogenesis-related proteins. **Plant Molecular Biology Reporter**, Athens, v. 12, p. 245-264, 1994.

WARNOCK, S.J. Natural Habitats of *Lycopersicon* Species. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.5, p. 466-471, may, 1991.

WHITE, R.F. Acetylsalicylic acid (aspirin) induces resistance to tobacco mosaic virus in tobacco. **Virology**, New York, v. 99, p. 412-420, 1979.