



# Aplicação e doses de acibenzolar-S-metil na proteção contra a murcha bacteriana, população do patógeno e crescimento do tomateiro

Patrícia B. Barretti, Ricardo M. Souza, Edson A. Pozza & Mário L.V. Resende

Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil

Autor para correspondência: Patrícia B. Barretti, e-mail: patriciabaston@hotmail.com

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar métodos, doses de manutenção e intervalos de aplicação do acibenzolar-S-metil (ASM) no controle da murcha bacteriana do tomateiro, bem como o seu efeito na densidade populacional do patógeno. Em ensaios conduzidos em casa-de-vegetação e câmara climatizada, o ASM foi aplicado via pulverização foliar e irrigado no solo. A inoculação de *Ralstonia solanacearum* ocorreu três dias após a segunda aplicação do produto. Para determinar a melhor dose de manutenção e época de aplicação, o ASM foi aplicado em três doses diferentes, com intervalos de aplicação de dez dias. Verificou-se redução significativa na severidade da doença em relação à testemunha não tratada independente do modo de aplicação do produto. As doses de manutenção proporcionaram reduções intermediárias na severidade da doença, diferindo entre si e dos demais tratamentos. Quanto às épocas de aplicação, não houve diferença significativa para o produto aplicado uma ou duas vezes após a inoculação da bactéria desafiante. No ensaio em câmara climatizada, observou-se aumento na altura das plantas tratadas com ASM e correlação negativa entre severidade da doença e crescimento das plantas. A aplicação de ASM reduziu a densidade populacional de *R. solanacearum* embora não tenha havido diferença significativa, comparada à testemunha.

**Palavras-chave:** *Ralstonia solanacearum*, *Solanum lycopersicum*, resistência induzida, ASM.

## ABSTRACT

**Effect of application methods and dosages of acibenzolar-S-methyl on protection against bacterial wilt, pathogen populations, and growth of tomato plants**

The objective of this work was to evaluate application methods, maintenance doses, and application intervals of acibenzolar-S-methyl (ASM) on the control of tomato bacterial wilt, as well as its effect on pathogen population densities. In experiments carried out in a greenhouse and under controlled temperature, ASM was applied by two methods: foliar spray and soil drench. *Ralstonia solanacearum* was inoculated three days after the second application of ASM. To determine the best maintenance dose and application interval, ASM was applied using three different doses at ten-day intervals. There was a significant reduction in disease severity, regardless of the application method used. The maintenance doses of ASM provided intermediate severity reductions, differing from each other and from the other treatments. In relation to the number of applications, there was no significant difference when the product was applied one or two times after the inoculation of the challenging pathogen. The experiment conducted under controlled temperature showed an increase in the height of the tomato plants treated with ASM. Additionally, there was a negative correlation between disease severity and plant growth promotion. The application of ASM reduced the population densities of *R. solanacearum*, although there was no significant difference when compared to the control plants.

**Key words:** *Ralstonia solanacearum*, *Solanum lycopersicum*, induction of resistance, ASM.

## INTRODUÇÃO

A murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum* (Smith, 1896) Yabuuchi et al. (1995), é uma das principais doenças do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) sob condições ambientais favoráveis. Em regiões onde ocorrem, simultaneamente, alta temperatura e alta

umidade do solo, a doença pode causar perdas relevantes à cultura (Lopes & Quezado-Soares, 1997). Seu controle é extremamente difícil e as medidas adotadas, muitas vezes, são ineficientes, devido à sobrevivência do patógeno no solo, à ampla gama de hospedeiros e à variabilidade da bactéria (Takatsu & Lopes, 1997; Lopes & Reifschneider, 1999). A rotação de culturas, a seleção de material de plantio livre do patógeno, a utilização de cultivares resistentes e de microrganismos antagonistas (Michel et al., 1996) são adotadas como medidas de controle, embora com eficiência limitada. O controle químico não proporcionou controle

Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor. Universidade Federal de Lavras, Lavras MG. 2005.

para a murcha bacteriana (Takatsu & Lopes, 1997). Entre as alternativas ao uso dos princípios ativos tradicionais encontram-se os indutores de resistência.

A resistência induzida tem potencial no controle de várias doenças de plantas, podendo ser ativada por agentes indutores abióticos ou bióticos, tais como moléculas sintetizadas ou químicas, microrganismos não patogênicos, raças incompatíveis de patógenos ou isolados avirulentos (van Loon et al., 1998). Dentro desse contexto, os químicos indutores de resistência surgem como opção promissora no controle de doenças em tomateiro. Dentre as substâncias indutoras de resistência sistêmica adquirida (SAR), encontram-se o probenazole (PBZ), o ácido 2,6-dicloroisonicotínico, o ácido 2,6-dicloroisonicotínico metil éster (INA) e o benzo (1,2,3) tiadiazole-7 ácido carbotiólico S-metil éster (acibenzolar-S-metil) (Oostendorp et al., 2001). Entre esses, o **acibenzolar-S-metil (ASM)** foi o primeiro a ser comercializado (Venâncio et al., 2000) e tem sido o mais estudado para o controle de doenças bacterianas em diferentes culturas, como macieira (Momol et al., 1999), pimentão (Romero et al., 2001), algodoeiro (Ishida et al., 2008) e tomateiro (Louws et al., 2001; Silva et al., 2003; Anith et al., 2004; Araújo et al., 2005; Pradhanang et al., 2005; Hacisalihoglu et al., 2007).

Resultados promissores foram obtidos em casa-de-vegetação, em que a aplicação de ASM na cultivar de tomateiro suscetível Solar Set reduziu a incidência da murcha bacteriana nas plantas inoculadas com baixas concentrações de *R. solanacearum* ( $10^5$  ou  $10^6$  UFC/mL) (Anith et al., 2004). Nas cultivares moderadamente resistentes Neptune e BHN 466 houve aumento da resistência resultando em redução da incidência da doença (Pradhanang et al., 2005). O presente trabalho teve como objetivos avaliar diferentes métodos de aplicação, doses de manutenção e intervalos de aplicação do ASM visando ao controle da murcha bacteriana do tomateiro, bem como o seu efeito na densidade populacional do patógeno.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, entre outubro de 2004 e fevereiro de 2005. Para a condução dos ensaios, sementes de tomateiro da cultivar Santa Clara foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células contendo substrato Plantmax® produzido pela Eucatex (Unidade Agro, Paulínia, São Paulo). Vinte e um dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para copos plásticos (500 mL) e vasos (5 kg) contendo a mistura de solo, areia e esterco (2:1:1).

O isolado de *R. solanacearum* biovar II (Rs-Cmd), proveniente da coleção de bactérias fitopatogênicas do Laboratório de Bacteriologia Vegetal da UFPA, foi preservado em peptona-glicerol a  $-80^{\circ}\text{C}$ . Antes da realização dos testes, o isolado foi transferido para o meio 523 de Kado & Heskett (1970) pelo método de estrias paralelas e

incubado a  $28^{\circ}\text{C}$  por 48 h. Sua patogenicidade foi confirmada através da inoculação de mudas de tomateiro em casa-de-vegetação, pelo método de imersão das raízes das plântulas na suspensão bacteriana (Winstead & Kelman, 1952) e, posteriormente, transplantadas para vasos com capacidade de 1,5 kg contendo solo. As plantas com sintoma de murcha foram submetidas ao “teste do copo” para confirmação da doença. Observada a exsudação, cortaram-se as hastes das plantas em pequenas seções, as quais foram desinfestadas superficialmente em álcool etílico (70 %) por trinta segundos e em hipoclorito de sódio (2%) por 1 minuto e lavadas em água destilada esterilizada. A seguir, as seções foram colocadas perpendicularmente em placas de Petri, com a extremidade imersa em água destilada esterilizada para a exsudação. Após 10 min, observada a exsudação bacteriana, fez-se a repicagem, pelo método de estrias paralelas, em placas de Petri contendo meio de cultura 523. As placas foram incubadas a  $28^{\circ}\text{C}$  por 48 h. A seguir, preparou-se a suspensão bacteriana na concentração  $A_{540} = 0,10$ , o que equivale a aproximadamente  $10^8$  UFC/mL.

## Modo de aplicação do ASM na severidade da murcha bacteriana do tomateiro e no crescimento de plantas

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com seis tratamentos, cinco repetições e duas plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos de plantas tratadas com a suspensão de ASM, via pulverização foliar ou irrigação do solo, inoculadas ou não com *R. solanacearum*, uma testemunha não tratada com a suspensão de ASM e sem inoculação com *R. solanacearum* (testemunha absoluta) e uma testemunha não tratada com a suspensão de ASM e inoculada com *R. solanacearum* (testemunha inoculada).

Mudas de tomateiro foram pulverizadas ou irrigadas via solo com suspensão de ASM na concentração de 2,5 g i.a./100 L de água, sendo aplicados 25 mL da suspensão/planta um e sete dias após o transplantio das mudas. A inoculação com *R. solanacearum* (aproximadamente  $10^8$  UFC/mL) ocorreu três dias após a segunda aplicação do produto, pela irrigação do solo com 30 mL de suspensão bacteriana. As plantas foram mantidas em câmara de crescimento climatizada ( $30^{\circ}\text{C}$  e 12 h de luz/escuro) no primeiro ensaio e em casa-de-vegetação (média de  $34^{\circ}\text{C}$  durante o dia e  $23^{\circ}\text{C}$  durante a noite) no segundo ensaio.

A severidade da murcha bacteriana foi avaliada aos 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias após a inoculação do patógeno, utilizando-se a escala de Winstead & Kelman (1952) adaptada. Após o término das avaliações, os dados de severidade foram integrados ao longo do tempo, obtendo-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (Shaner & Finney, 1977). Avaliou-se também o crescimento das plantas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a inoculação do patógeno. Para tanto mediu-se a altura e calculou-se a área abaixo da curva do crescimento médio das plantas (AACCP). Ao término das avaliações de severidade e altura, as plantas foram colhidas e separadas em parte aérea

e raízes. Em seguida, a parte aérea foi pesada e as raízes cuidadosamente lavadas em água corrente, secas em papel absorvente e pesadas, ambas em balança eletrônica (com três casas decimais). Posteriormente, a parte aérea e as raízes foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel e secas em estufa (70°C) até atingirem peso constante.

### **Doses de manutenção e épocas de aplicação do ASM na severidade da murcha bacteriana do tomateiro**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, obedecendo ao arranjo fatorial 3 x 2 com três dosagens de ASM (2,5, 1,25 e 0,625 g i.a./100 L de água) e duas épocas de aplicação (aos 10 e aos 10 e 20 dias após a inoculação do patógeno) e com dois tratamentos adicionais, constituídos de plantas tratadas com a suspensão de ASM sem dose de manutenção e de plantas não tratadas com a suspensão de ASM e inoculadas com *R. solanacearum* (testemunha inoculada). Mudanças de tomateiro foram irrigadas via solo com suspensão de ASM na concentração de 2,5 g i.a./100 L de água, sendo aplicados 25 mL da suspensão/planta. O ASM foi aplicado um e sete dias após o transplante das mudas.

A inoculação com *R. solanacearum* (aproximadamente 10<sup>8</sup> UFC/mL) ocorreu três dias após a segunda aplicação do produto, pela irrigação do solo com 30 mL de suspensão bacteriana. Para a terceira e quarta aplicações do ASM, foram utilizadas as dosagens acima citadas aos 10 e aos 10 e 20 dias após a inoculação do patógeno. As plantas foram mantidas em casa-de-vegetação até o término do ensaio. A avaliação da severidade da murcha bacteriana foi realizada conforme descrito anteriormente.

### **ASM e densidade populacional de *Ralstonia solanacearum* nos tecidos do hospedeiro**

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de plantas tratadas, via irrigação do solo, com a suspensão de ASM na concentração de 0,625 g i.a./100 L de água com uma e duas doses de manutenção, aos 10 dias e aos 10 e 20 dias após a inoculação do patógeno, uma testemunha tratada com a suspensão de ASM sem dose de manutenção, uma testemunha não tratada com a suspensão de ASM e sem inoculação com *R. solanacearum* (testemunha absoluta) e uma testemunha não tratada com a suspensão de ASM e inoculada com *R. solanacearum* (testemunha inoculada).

Aos 7, 14 e 21 dias após a inoculação com a bactéria desafiante, plantas de cada tratamento foram coletadas e levadas ao laboratório para o isolamento e quantificação do número de colônias de *R. solanacearum*. Para isso, as hastes das plantas foram cortadas em pequenas seções, pesadas, desinfestadas superficialmente em álcool etílico (70%) por trinta segundos, em hipoclorito de sódio (2%) por 1 min e lavadas em água destilada esterilizada. A seguir,

as seções foram maceradas e, de cada macerado, foram obtidas diluições sucessivas de 10<sup>-1</sup> a 10<sup>-10</sup>, das quais foram retirados 100 µL e espalhados com alça de Drigalsky na superfície de placas de Petri contendo meio 523. As placas foram incubadas a 28°C por 48 h e, após esse período, foram feitas as contagens e estimativas de UFC/g de matéria fresca.

### **Análise estatística**

Os dados de severidade da murcha bacteriana, altura das plantas e densidade populacional de *R. solanacearum* foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativo, as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade no programa estatístico SISVAR. A severidade da murcha bacteriana foi correlacionada ao crescimento das plantas pelo método de Pearson, aos níveis de 1 e 5% de probabilidade no programa estatístico SAS.

## **RESULTADOS**

### **Modo de aplicação do ASM na severidade da murcha bacteriana do tomateiro e no crescimento de plantas**

Aplicações de ASM por irrigação do solo e pulverização foliar, em câmara climatizada e casa-de-vegetação, reduziram a severidade da murcha bacteriana do tomateiro em relação à testemunha não tratada, entretanto não houve diferença significativa entre os modos de aplicação do produto (Tabela 1). Houve diferença significativa na altura (ALT) e nos pesos da matéria fresca e seca da parte aérea (PMFa e PMSa) e das raízes (PMFr e PMSr) das plantas tratadas com ASM e não inoculadas com *R. solanacearum*, tanto nos ensaios conduzidos em câmara climatizada quanto em casa-de-vegetação (Tabela 2). As variáveis PMFa, PMSa, PMFr e PMSr correlacionaram positivamente entre si, porém a ALT correlacionou positivamente apenas com PMFa (Tabela 3). Houve correlação negativa entre severidade da doença (AACPD) e ALT, PMFa, PMSa, PMFr e PMSr.

A análise da curva de crescimento médio das plantas em câmara climatizada revelou que aquelas tratadas com ASM, por irrigação do solo ou pulverização foliar, tiveram crescimento mais rápido do que a testemunha absoluta (plantas não tratadas com o produto) (Figura 1). A partir do décimo quarto dia de avaliação, o crescimento das plantas tratadas com ASM e inoculadas com *R. solanacearum* foi mais lento, tendendo a se estabilizar. Já as plantas submetidas à irrigação do solo e pulverização foliar com a suspensão de ASM e não inoculadas com a bactéria desafiante apresentaram crescimento superior ao da testemunha absoluta durante todas as avaliações. No ensaio em casa-de-vegetação, o tratamento com ASM também interferiu no crescimento das plantas, apresentando o mesmo padrão de crescimento em relação ao ensaio em câmara climatizada (Figura 2). As plantas submetidas ao tratamento com ASM, irrigado no solo ou pulverizado nas folhas, tiveram

**TABELA 1** - Modo de aplicação do acibenzolar-S-metil (ASM) na redução da severidade (Área abaixo da curva de progresso da doença - AACPD) da murcha bacteriana do tomateiro em câmara climatizada e casa-de-vegetação

Tratamentos	Câmara climatizada		Casa-de-vegetação	
	AACPD	% de controle <sup>3</sup>	AACPD	% de controle
ASM irrigado	25,00 a <sup>1</sup>	-	25,00 a	-
ASM pulverizado	25,00 a	-	25,00 a	-
ASM irrigado+ Rs <sup>2</sup>	69,25 b	27,49	38,92 b	46,66
ASM pulverizado+ Rs	80,00 b	16,23	48,67 b	33,29
Testemunha inoculada	95,50 c	-	72,96 c	-
Testemunha absoluta	25,00 a	-	25,00 a	-

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>2</sup>Rs: *Ralstonia solanacearum*. <sup>3</sup>Em relação à testemunha inoculada.

**TABELA 2** - Modo de aplicação do acibenzolar-S-metil (ASM) no crescimento de plantas de tomateiro, inoculadas ou não com *Ralstonia solanacearum*, em câmara climatizada (CC) e casa-de-vegetação (CV)

Tratamentos	ALT <sup>5</sup>		PMFa <sup>6</sup>		PMSa <sup>7</sup>		PMFr <sup>8</sup>		PMSr <sup>9</sup>	
	CC	CV	CC	CV	CC	CV	CC	CV	CC	CV
ASM irrig. <sup>2</sup>	49,40a <sup>1</sup>	34,88a	19,55a	20,12a	18,02a	3,02a	2,43a	0,65a	2,20b	0,31a
ASM pulv. <sup>3</sup>	47,89a	30,29b	18,39a	16,78b	17,01a	3,36a	2,43a	0,78a	1,82b	0,19b
ASM irrig.+ Rs <sup>4</sup>	39,61b	25,86c	3,51b	1,98c	2,54b	0,81c	0,72b	0,42b	0,62c	0,03c
ASM pulv.+ Rs	35,41b	22,66c	3,36b	1,91c	2,48b	0,69c	0,56b	0,44b	0,48c	0,03c
Test. inoculada	27,40b	16,71d	1,30b	1,77c	0,69b	0,53c	0,29b	0,14c	0,19c	0,02c
Test. absoluta	32,23b	21,82c	21,02a	16,01b	19,74a	2,32b	3,78a	0,60a	3,59a	0,14b

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>2</sup>ASM irrigado. <sup>3</sup>ASM pulverizado. <sup>4</sup>Rs: *Ralstonia solanacearum*. <sup>5</sup>Altura (cm). <sup>6</sup>Peso de matéria fresca da parte aérea (g). <sup>7</sup>Peso de matéria seca da parte aérea (g). <sup>8</sup>Peso de matéria fresca da raiz (g). <sup>9</sup>Peso de matéria seca da raiz (g).

**TABELA 3** - Correlação entre a severidade (Área abaixo da curva de progresso da doença - AACPD) da murcha bacteriana e crescimento de plantas de tomateiro em câmara climatizada

Tratamentos	ALT <sup>1</sup>	PMFa <sup>2</sup>	PMSa <sup>3</sup>	PMFr <sup>4</sup>	PMSr <sup>5</sup>
AACPD	-0,31**	-0,74**	-0,76**	-0,65**	-0,62**
ALT	-	0,42*	0,39 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
PMFa	-	-	0,96**	0,86**	0,83**
PMSa	-	-	-	0,85**	0,82**
PMSr	-	-	-	-	0,98**

<sup>1</sup>Altura (cm). <sup>2</sup>Peso de matéria fresca da parte aérea (g). <sup>3</sup>Peso de matéria seca da parte aérea (g). <sup>4</sup>Peso de matéria fresca da raiz (g). <sup>5</sup>Peso de matéria seca da raiz (g). <sup>ns</sup>Não-significativo. \*Significativo a 5% de probabilidade. \*\*Significativo a 1% de probabilidade.

crescimento superior às testemunhas.

#### Doses de manutenção e épocas de aplicação do ASM na severidade da murcha bacteriana do tomateiro

Não houve interação significativa entre doses de manutenção e épocas de aplicação do ASM. Dessa forma, foi realizada a análise individual dos fatores. As doses de manutenção do ASM proporcionaram reduções variáveis na severidade da murcha bacteriana do tomateiro, diferindo entre si e da testemunha inoculada (Tabela 4). Verificou-se que as plantas tratadas com ASM nas

doses 0,625 e 2,5 g i.a./100 L de água apresentaram redução significativa na severidade da doença em relação à testemunha inoculada (40,27 e 32,06%) e ao tratamento sem doses de manutenção. Não houve diferença significativa entre as épocas de aplicação das doses de manutenção do ASM.

#### ASM e densidade populacional de *Ralstonia solanacearum* nos tecidos do hospedeiro

A maior densidade populacional de *R. solanacearum*

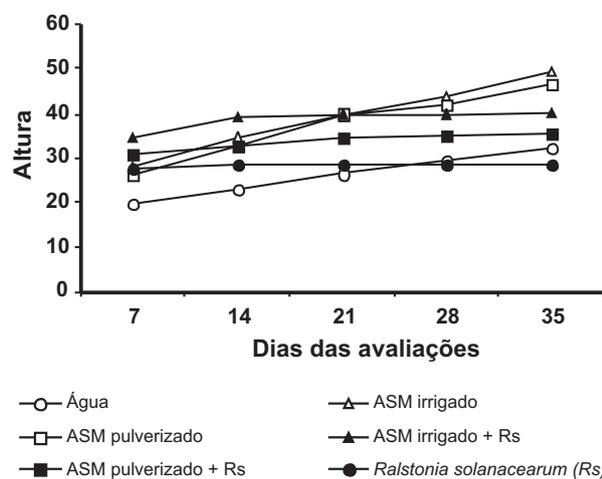


FIGURA 1 - Curva de crescimento médio de plantas de tomateiro tratadas ou não com acibenzolar-S-metil (ASM) em câmara climatizada.

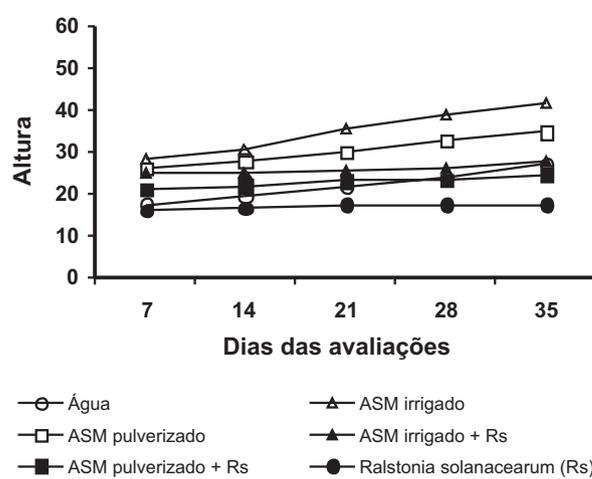


FIGURA 2 - Curva de crescimento médio de plantas de tomateiro tratadas ou não com acibenzolar-S-metil (ASM) em casa-de-vegetação.

TABELA 4 - Doses de manutenção do acibenzolar-S-metil (ASM) na redução da severidade (Área abaixo da curva de progresso da doença - AACPD) da murcha bacteriana do tomateiro em casa-de-vegetação

Tratamentos	AACPD	% de controle em relação à testemunha
0,625 <sup>2</sup>	41,62 a <sup>1</sup>	40,27
1,25 <sup>2</sup>	60,08 b	13,78
2,5 <sup>2</sup>	47,34 a	32,06
Sem doses de manutenção	56,72 b	18,60
Testemunha inoculada	69,68 c	-

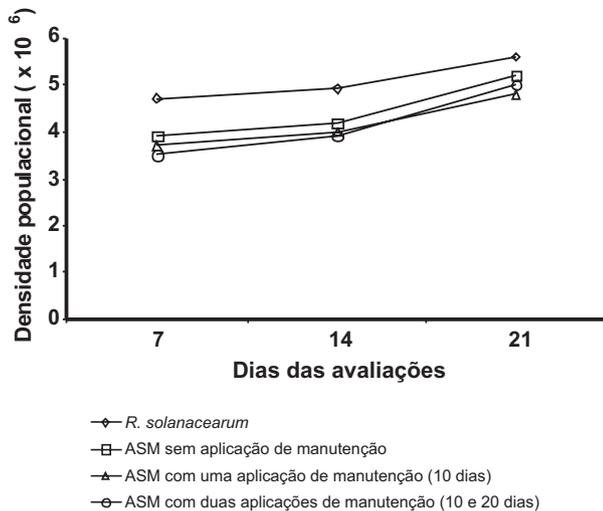
<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>2</sup>Dosagens de ASM em g i.a./100 L de água.

foi detectada em plantas não tratadas com ASM (Figura 3), embora não diferindo significativamente das tratadas com uma ou duas doses de manutenção do produto.

## DISCUSSÃO

Neste trabalho, o ASM reduziu a severidade da murcha bacteriana do tomateiro em câmara climatizada e casa-de-vegetação, independente do modo de aplicação do produto. As doses de manutenção 0,625 e 2,5 g i.a./100 L de água apresentaram redução significativa na severidade da doença em relação à testemunha inoculada e ao tratamento sem doses de manutenção. Araújo et al. (2005) verificaram que plantas tratadas com ASM, via irrigação do solo ou pulverização foliar, apresentaram menor incidência da doença em relação à testemunha, entretanto, em relação à severidade, apenas o tratamento em que o ASM foi pulverizado diferiu da testemunha. Anith et al. (2004) verificaram, em casa-de-vegetação, que o ASM aplicado em tomateiro cultivar Solar Set, suscetível à murcha, por pulverização foliar (56 mg/L), 14 dias após a germinação das sementes, e pulverização foliar seguida de irrigação do

solo (28 mg/L), cinco dias antes da inoculação, reduziu a incidência da doença apenas em plantas inoculadas com baixas concentrações ( $1 \times 10^5$  ou  $1 \times 10^6$  UFC/mL) de *R. solanacearum*. Entretanto, a incidência da murcha foi alta quando plantas tratadas e não tratadas com ASM foram inoculadas com concentrações maiores do patógeno ( $1 \times 10^7$  ou  $1 \times 10^8$  UFC/mL), não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Pradhanang et al. (2005), utilizando em casa-de-vegetação e campo as cultivares suscetíveis Equinox e FL 47 e as moderadamente resistentes FL 7514, BHN 466 e Neptune, bem como os mesmos métodos de aplicação do ASM, porém em diferentes dosagens (3 µg/mL) e seguida de quatro pulverizações de manutenção (30 µg/mL) após o transplante, verificaram que o ASM não foi eficiente em reduzir a incidência da murcha bacteriana em Equinox (95 a 100 %) e FL 47 (87,3 a 96,1 %). Entretanto, para FL 7514, BHN 466 e Neptune, o ASM reduziu a incidência da doença para, respectivamente, 18,6 %, 21 % e 10,8 a 25 %, sugerindo que ele pode ser usado para aumentar o nível de resistência de cultivares moderadamente resistentes. Hacısalihoglu et al. (2007) também observaram que quatro aplicações de manutenção do ASM (25 µg/mL)



**FIGURA 3** - Densidade populacional ( $10^6$  UFC/g de tecido fresco) de *Ralstonia solanacearum* em plantas de tomateiro tratadas ou não com acibenzolar-S-metil (ASM).

na cultivar suscetível FL 47 foram eficientes em reduzir a severidade da murcha em plantas inoculadas com baixas concentrações de *R. solanacearum* ( $5 \times 10^5$  UFC/mL), mas não naquelas inoculadas com altas concentrações ( $5 \times 10^7$  UFC/mL).

Uma evidência adicional da ocorrência de indução de resistência em tomateiro foi a redução da densidade populacional de *R. solanacearum* após a aplicação de ASM. Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, a maior densidade populacional do patógeno foi detectada em plantas não tratadas com ASM. Resultados semelhantes foram obtidos por Pradhanang et al. (2005).

O maior peso fresco foi observado nas plantas tratadas com ASM e não inoculadas com *R. solanacearum*. Geralmente, os trabalhos com ASM apresentam o impacto negativo do produto no crescimento das plantas tratadas. Louws et al. (2001) observaram que plantas de tomateiro pulverizadas com ASM (8,75 g i.a./100 L de água) foram visivelmente menores em relação à testemunha, apresentando redução de 50 % no peso médio de matéria seca. Provavelmente, esta redução no crescimento pode ser atribuída à dosagem utilizada, pois em algodoeiro a dosagem de 20 g i.a./100 L de água foi fitotóxica (Ishida, 2004). Segundo Romero et al. (2001), o crescimento de plantas de pimentão cultivadas em áreas livres de patógenos e pulverizadas com ASM nas doses de 4,375 e 8,75 g i.a./100 L de água, não diferiu das não tratadas com o produto. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por Pradhanang et al. (2005), que não observaram efeitos negativos no crescimento e produtividade de tomateiros não inoculados, durante vários anos de ensaios conduzidos em campo, no norte da Flórida, Estados Unidos.

Os resultados do presente estudo indicaram que o ASM, independente do modo de aplicação, reduziu a

severidade da murcha bacteriana do tomateiro e tem potencial para ser utilizado no manejo da doença. Experimentos realizados em campo (Pradhanang et al., 2005) corroboram com os resultados obtidos em casa-de-vegetação, indicando que o uso do ASM poderá ser uma prática promissora no controle da doença em plantios comerciais.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor e bolsa de produtividade em

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anith KN, Momol MT, Kloepper JW, Marois JJ, Olson SM, Jones JB (2004) Efficacy of plant growth promoting rhizobacteria, acibenzolar-S-methyl, and soil amendment for integrated management of bacterial wilt on tomato. *Plant Disease* 88:669-673.
- Araújo JSP, Gonçalves KS, Oliveira BC, Ribeiro RLD, Polidoro JC (2005) Efeito do acibenzolar-S-methyl sobre murcha-bacteriana do tomateiro. *Horticultura Brasileira* 23:5-8.
- Hacisalihoglu G, Ji P, Longo LM., Olson S, Momol TM (2007) Bacterial wilt induced changes in nutrient distribution and biomass and the effect of acibenzolar-S-methyl on bacterial wilt in tomato. *Crop Protection* 26:978-982.
- Ishida AKN (2004) Resistência induzida por rizobactérias e acibenzolar-S-metil (ASM) no controle da mancha angular (*Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*) do algodoeiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras. Lavras MG.
- Ishida AKN, Souza RM, Resende MLV, Cavalcanti FR, Oliveira DL, Pozza EA (2008) Rhizobacterium and acibenzolar-S-methyl (ASM) in resistance induction against bacterial blight and expression of defense responses in cotton. *Tropical Plant Pathology* 33:27-34.
- Kado CI, Heskett MG (1970) Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. *Phytopathology* 60:969-976.
- Lopes CA, Quezado-Soares AM (1997) Doenças bacterianas das hortaliças: diagnose e controle. Brasília DF. EMBRAPA CNPH.
- Lopes CA, Reifschneider FJB (1999) Manejo integrado das doenças da batata. *Informe Agropecuário* 20:56-60.
- Louws FJ, Wilson M, Campbell HL, Cuppels DA, Jones JB, Shoemaker PB, Sahin F, Miller SA (2001) Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. *Plant Disease* 85:481-488.
- Michel V, Hartman GL, Midmore, DJ (1996) Effect of previous crop on soil population of *Burkholderia solanacearum*, bacterial wilt, and yield of tomatoes in Taiwan. *Plant Disease* 80:1367-1372.
- Momol MT, Norelli JL, Aldwinckle HS (1999) Evaluation of biological control agents, systemic acquired resistance inducers and bactericides for the control of fire blight on apple blossom.

- Acta Horticulturae 489:553-557.
- Oostendorp M, Kunz W, Dietrich B, Staub T (2001) Induced disease resistance in plants by chemicals. *European Journal of Plant Pathology* 107:19-28.
- Pradhanang PM, Ji P, Momol MT, Olson SM, Mayfield JL, Jones JB (2005) Application of acibenzolar-S-methyl enhances host resistance in tomato against *Ralstonia solanacearum*. *Plant Disease* 89: 889-893.
- Romero AM, Kousik CS, Ritchie DF (2001) Resistance to bacterial spot in bell pepper induced by acibenzolar-S-methyl. *Plant Disease* 85:189-194.
- Shaner G, Finney RE (1977) The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* 70:1183-1186.
- Silva LHCP, Resende MLV, Souza RM, Campos JR, Castro AMS (2003) **Indução de resistência contra *Xanthomonas vesicatoria* em tomateiro pelo ativador de defesa de plantas acibenzolar-S-metil (ASM).** *Summa Phytopathologica* 29:177-181.
- Takatsu A, Lopes CA. (1997) Murcha bacteriana em hortaliças: avanços científicos e perspectivas de controle. *Horticultura Brasileira* 15:170-177.
- van Loon LC, Bakker PAHM, Pieterse CMJ (1998) Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annual Review of Phytopathology* 36:453-483.
- Venâncio WS, Zagonel J, Furtado EL, Souza NL, Peres NARP (2000) **Novos fungicidas. II - famoxadone e indutores de resistência.** *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 8:59-92.
- Winstead NN, Kelman A (1952) Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology* 42:628-634.
- Yabuuchi E, Kosako Y, Yano I, Hotta Y, Nishiuchi Y (1995) Transfer of two *Burkholderia* and *Alcaligenes* species to *Ralstonia* gen. nov.: proposal of *Ralstonia pichettii* (Ralston, Palleroni and Doudoroff 1973) comb. nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) comb. nov. and *Ralstonia eutropha* (Davis 1969) comb. nov. *Microbiology and Immunology* 39:897-904.

---

TPP 8076 Recebido 28 Julho 2008  
Versão modificada recebida 18 Dezembro 2009 - Aceito 28 Agosto 2010  
Editor de Seção: Marisa A.S.V. Ferreira