

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

AJUSTE DA COMBINAÇÃO ENTRE ACIBENZOLAR-S-
METIL E COBRE NO CONTROLE DA MANCHA
BACTERIANA E RETORNO ECONÔMICO NO TOMATE DE
MESA

Autor: Renato Martins Garcia
Orientador: Alice Maria Quezado Duval

MORRINHOS – GO
2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

AJUSTE DA COMBINAÇÃO ENTRE
ACIBENZOLAR-S-METIL E COBRE NO CONTROLE DA
MANCHA BACTERIANA NO TOMATE DE MESA
E RETORNO ECONÔMICO

Autor: Renato Martins Garcia
Orientador: Alice Maria Quezado Duval

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - Área de Concentração Olericultura.

MORRINHOS – GO
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

G216a Garcia, Renato Martins.

Ajuste da combinação de acibenzolar-S-metil e cobre no controle da mancha bacteriana no tomate de mesa e retorno econômico. / Renato Martins Garcia. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2019.
29 f. : il.

Orientadora: Dra. Alice Maria Quezado Duval.

Coorientador: Dr. Nadson De Carvalho Pontes.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2019.

1. Solanum lycopersicum. 2. Xanthomonas perforans. 3. Pragas agrícolas - Controle integrado. I. Duval, Alice Maria Quezado. II. Pontes, Nadson De Carvalho. III. Instituto Federal Goiano. IV. Título.

CDU 632.9

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

AJUSTE DA COMBINAÇÃO DE ACIBENZOLAR-S-METIL
E COBRE NO CONTROLE DA MANCHA BACTERIANA E
RETORNO ECONÔMICO NO TOMATE DE MESA

Autor: Renato Martins Garcia
Orientadora: Alice Maria Quezado Duval

TITULAÇÃO: Mestre em Olericultura-Área de Concentração em Manejo
Fitossanitário em Olerícolas.

APROVADO em 11 de junho de 2019



Dr^a. Alice Maria Quezado Duval
Presidente da Banca



Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes
Avaliador Interno
IF Goiano – Campus Morrinhos



Dr. Hécio Costa
Avaliador Externo

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha Vida e por me dar força para as batalhas do dia a dia. Aos meus pais, Wilfredo Garcia de Oliveira e Enir Martins Cabral Garcia, pela minha educação e por me oferecerem condições para que eu pudesse estudar e chegar até aqui. Agradeço à minha esposa Lucelene Oliveira Dias Garcia, pelo companheirismo e grande contribuição nessa etapa de nossas vidas, em que eu tive que dividir meu tempo entre trabalho, estudo e atenção à família, em especial, ao nosso querido e amado bebê, Renato Martins Garcia Filho, hoje com dois aninhos. Agradeço aos colegas de trabalho Nathan Barp, Renato Ozório e Eduardo de Assis, pela grande contribuição que tiveram na condução dos experimentos de campo. À minha orientadora, Dra. Alice Maria Quezado Duval, e a meu coorientador, professor Nadson de Carvalho Pontes, meu muito obrigado pela orientação e por serem pessoas importantes no meu crescimento e desenvolvimento científico. Agradeço ao pesquisador Antônio Williams Moita, da Embrapa Hortaliças, pela contribuição nas análises estatísticas. Muito obrigado aos professores do curso por compartilhar seus vastos conhecimentos que vão agregar muito a meu crescimento profissional.

Agradeço à Syngenta, em nome do meu gestor, Fernando Resende, por liberar um pouco do meu tempo para me dedicar aos estudos. À Embrapa Hortaliças, pela parceria, viabilizando as visitas técnicas de seus pesquisadores e disponibilizando sua estrutura laboratorial para diagnose e preparo de inóculos. Agradeço também ao Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, por disponibilizar as disciplinas e infraestrutura para um excelente aprendizado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Renato Martins Garcia, filho de Enir Martins Cabral Garcia e Wilfredo Garcia de Oliveira, nasceu em 28 de novembro de 1984, na cidade de Rio Verde, GO.

Em 2006, graduou-se em Tecnologia em Produção de Grãos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica – Campus Rio Verde. Em 2008, graduou-se em Agronomia pela Universidade de Rio Verde. Em 2009, foi admitido ao quadro de funcionários da Syngenta, ocupando atualmente o cargo de DTM (Desenvolvimento Técnico de Mercado). Em março de 2017, iniciou o curso de Mestrado Profissional em Olericultura no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos

RESUMO

GARCIA, RENATO MARTINS. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, abril 2019. **Ajuste da combinação de acibenzolar-S-metil e cobre no controle da mancha bacteriana no tomate de mesa e retorno econômico.** Orientadora: Alice Maria Quezado Duval. Coorientador: Nadson de Carvalho Pontes.

O objetivo deste trabalho foi ajustar combinações de acibenzolar-S-metil (ASM) e cobre no controle da mancha bacteriana no tomate de mesa e avaliar a viabilidade econômica dos diferentes programas de manejo. Foram conduzidos dois ensaios de campo, sendo um em 2018 e outro em 2018-2019, respectivamente, em Goiânia e Abadiânia, Goiás. A doença foi propiciada no primeiro ensaio por inoculação artificial de uma suspensão de inóculo de *Xanthomonas perforans* e ocorreu de forma natural no segundo ensaio, onde também foi atestada a presença dessa espécie. Os tratamentos avaliados foram número de aplicações semanais de ASM (Bion®500WG) (zero, sete, nove, onze e treze), a mistura ASM + AN2811, fertilizante foliar à base de aminoácidos e nutrientes, em treze aplicações, o padrão oxicleto de cobre (Recop®840WP) aplicado semanalmente durante todo o ciclo e a mistura de ASM + oxicleto de cobre em nove aplicações. As doses dos produtos comerciais utilizadas foram: ASM (5 g 100 L⁻¹), oxicleto de cobre (300 g 100 L⁻¹) e fertilizante foliar (100 mL 100 L⁻¹). À medida que foram sendo encerradas as aplicações dos tratamentos contendo ASM, foram feitas aplicações complementares de oxicleto de cobre semanalmente até a décima terceira semana. Foram avaliadas a severidade da doença aos sete dias após essa semana e a produção total e classificação comercial dos frutos. Além dessas variáveis, calculou-se a relação benefício/custo (B/C), que teve como base o incremento dos tratamentos em relação à testemunha não tratada. Foram feitas análises de regressão, de variância e de contrastes ortogonais. Quanto à severidade da doença, à medida que aumentou o número de

aplicações de ASM, a severidade da doença diminuiu, porém a melhor relação B/C foi obtida com sete aplicações de ASM, seguida de aplicações de cobre até o final do ciclo.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, *Xanthomonas perforans*, controle químico, indutor de resistência

ABSTRACT

GARCIA, RENATO MARTINS. Instituto Federal Goiano (Goiano Federal Institute) Morrinhos Campus, April 2019. **Adjustment of the acibenzolar-S-methyl and copper combination in the control of bacterial spot in fresh tomatoes and its financial return.** Advisor: Duval, Alice Maria Quezado. Co-advisor: Pontes, Nadson de Carvalho.

This paper aimed to adjust acibenzolar-S-metil (ASM) and copper combination in the bacterial leaf spot (*Xanthomonas perforans*) control in fresh tomato and its financial return in different management programs. Two field trials were carried out in Goiânia and Abadiânia, Goiás State, Brazil, in 2018 and in 2018-2019, respectively. The disease was induced in the first trial using artificial inoculation of a *Xanthomonas perforans* inoculum suspension, and it occurred naturally in the second trial, in which this species was also found. The treatments evaluated were number of weekly ASM applications (zero, seven, nine, eleven, and thirteen), the mix ASM + AN2811, Amino Acid and Nutrient Leaf Fertilizer in thirteen applications, the copper oxychloride standard (Recop®840WP) applied weekly throughout the cycle, and the mix of ASM + Copper oxychloride in nine applications. The commercial product doses used were ASM (5 g 100 L⁻¹), Copper oxychloride (300 g 100 L⁻¹), and leaf fertilizer (100 mL 100 L⁻¹). As the treatment applications containing ASM were being concluded, complementary copper oxychloride applications were carried out weekly until the thirteenth week. The severity of the disease, on the seventh day after that week, and the total production and commercial fruit classification were evaluated. Besides these variables, benefit cost ratio (B/C) was calculated considering the increase of treatment in relation to the untreated control. Analysis of variance, regression, and orthogonal contrasts were carried out. As the number of ASM applications increased, disease severity decreased,

although, the best B/C ratio was obtained with seven applications of ASM, followed by Copper applications until the end of the cycle.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, *Xanthomonas perforans*, chemical control, resistance induction

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Mancha bacteriana do tomateiro (<i>Xanthomonas</i> spp.)	3
2.2 Controle Químico.....	5
2.3 Indução de Resistência.....	7
2.4 Referências.....	9
3 CAPÍTULO I.....	14
3.1 Introdução	16
3.2 Material e Métodos	17
3.3 Resultados e Discussão	20
3.3.1 Efeito do número de aplicações de ASM na severidade da doença	20
3.3.2 Efeito do número de aplicações de ASM na produção.....	20
3.3.3 Efeito do cobre e aminoácidos+nutrientes em mistura com ASM	21
3.3.4 Comparativo de ASM vs cobre semanal (tratamento padrão). 22	
3.3.5 Análise da relação benefício/custo dos programas de controle22	
3.4 Conclusão.....	23
3.5 Referências.....	24
4 CONCLUSÃO GERAL.....	29

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomate é uma das hortaliças mais importantes do Brasil, com uma área plantada de 34,5 mil ha no ano de 2018, sendo pouco mais da metade da produção destinada ao consumo *in natura* (18.000 ha) e o restante para o processamento industrial. O Estado de Goiás e o Distrito Federal detêm 36% de toda a área plantada com tomate do Brasil (CEPEA/ESALQ/USP, 2019).

Um dos grandes gargalos da produção de tomate, principalmente em épocas e regiões com clima quente e úmido, é o controle de doenças. Entre as principais doenças, está a mancha bacteriana do tomateiro (Quezado-Duval et al., 2013). Face à grande importância da doença no país e à não disponibilidade de híbridos com algum nível de resistência genética (Quezado-Duval et al., 2004), o emprego de produtos para mitigação do problema e redução das perdas dele advindas tem sido intensivo e constante.

Poucos são os produtos com registro para o controle da mancha bacteriana do tomateiro no país. O Acibenzolar-S-metil (ASM) é um deles, estudado no mundo inteiro como indutor de resistência em plantas cultivadas, uma estratégia importante no manejo e controle de doenças bacterianas, face à dificuldade de controle desses organismos.

Vários trabalhos científicos comprovam a eficácia de ASM na indução de resistência de plantas (Louws et al., 2001; Abbasi et al., 2002; Obradovic et al., 2004; Nascimento et al., 2013; Pontes et al., 2016, 2018). Alguns desses trabalhos foram conduzidos no Brasil com o emprego do ASM no controle da mancha bacteriana no tomate para processamento industrial (Pontes et al., 2018), porém, para o tomate de mesa (tutorado), não foram encontrados trabalhos na literatura.

Nesse contexto, a presente dissertação teve como objetivo avaliar programas de proteção fitossanitária, que possam trazer retorno financeiro ao produtor, de modo a

estabelecer uma recomendação mais eficiente para o emprego do ASM no controle da mancha bacteriana em cultivos de tomate tutorado na região de Goiás.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mancha bacteriana do tomateiro (*Xanthomonas* spp.)

A mancha bacteriana do tomateiro foi relatada pela primeira vez em 1914 na África do Sul e denominada de cancro do tomateiro (Doidge, 1920). No Brasil, o primeiro relato ocorreu em 1959 no Estado de São Paulo (Rodrigues Neto et al., 1984). A doença é causada por bactérias do gênero *Xanthomonas*, e desde sua descoberta foi reclassificada várias vezes ao longo do tempo, devido às suas variações nas características fenotípicas e genotípicas. A última reclassificação sugerida por Jones et al. (2004), utilizada pela comunidade científica nos dias de hoje, classifica o patógeno causador da mancha bacteriana do tomateiro em quatro diferentes espécies: *Xanthomonas euvesicatoria*, *X. vesicatoria*, *X. gardneri* e *X. perforans*. Essa grande diversidade genética dos agentes causadores da mancha bacteriana dificulta sobremaneira o desenvolvimento de variedades de tomate com resistência durável (Quezado-Duval & Camargo, 2004), além de favorecer a perda de sensibilidade aos bactericidas registrados para o controle do patógeno.

Estudos recentes têm mostrado que, em campos de tomate do Brasil, têm predominado as espécies *X. gardneri* e *X. perforans*. Costa et al. (2012), em levantamento numa das principais regiões de tomate de mesa do país, o Alto Vale do Rio do Peixe em Santa Catarina, verificaram que 80% das 44 amostras coletadas na região pertenciam à espécie *X. gardneri*, 11%, à espécie *X. perforans* e 9%, à espécie *X. vesicatoria*. Pereira (2010) analisou 81 isolados em campos de tomate de mesa em todo o Brasil e concluiu que a maioria dos isolados pertencia às espécies *X. perforans* (49,4%) e *X. gardneri* (40,7%). Araújo et al. (2011), entre 2002 e 2010, identificaram 352 isolados de *Xanthomonas* causando mancha bacteriana em plantas de tomateiro para processamento industrial nas principais regiões produtoras do Brasil e observaram

predominância de *X. perforans*, compreendendo 67,25% das amostras. Um estudo mais recente de Araújo et al. (2017) confirmou a predominância de *X. perforans* em cultivos de tomate no Brasil, em que 92% das amostras coletadas pertenciam a essa espécie. Os autores comentam ainda que a habilidade de antagonismo da espécie e/ou melhor adaptação às condições climáticas são os dois fatores que podem estar relacionados à predominância de *X. perforans* nesse ambiente.

Jones et al. (1998) observaram que *X. perforans* apresenta vantagens competitivas sobre *X. euvesicatoria*, tornando-se, portanto, a espécie predominante na Flórida. Quanto à adaptabilidade às condições ambientais, estudo feito por Araújo et al. (2011) mostrou que *X. perforans* ocasiona maior severidade em condições de temperaturas mais elevadas e *X. gardneri* parece ser mais adaptada às temperaturas mais amenas. Essa hipótese é reforçada em Araújo et al. (2017), que encontraram a espécie *X. gardneri* em apenas 7,5% das amostras coletadas, todas em regiões com altitude acima de 900m, ou seja, onde as temperaturas são mais amenas.

A identificação da espécie causadora da mancha bacteriana do tomateiro pode ser feita tanto pelo fenótipo como pelo genótipo. Características fenotípicas como atividades de enzimas pectolíticas e amilolíticas (Jones et al., 1998), perfis de proteínas totais (Vauterin et al., 1991), utilização de fontes de carbono, conteúdo de ácidos graxos e sensibilidade ao cobre e à estreptomicina (Bouzar et al., 1999) são exemplos listados na literatura visando à diferenciação das espécies de *Xanthomonas* relacionadas à mancha bacteriana do tomateiro. Características genotípicas têm sido muito utilizadas na identificação e caracterização do patógeno por serem técnicas mais eficazes e rápidas. Os métodos utilizados baseados na análise do DNA são classificados como dependentes e independentes de amplificação por PCR (“Polymerase Chain Reaction”) (Louws et al., 1999). Os dependentes do PCR são mais utilizados, pois exigem uma pequena quantidade de DNA e proporcionam maior especificidade, sensibilidade e rapidez (Pereira, 2010).

Sementes infectadas são uma das principais fontes de inóculo primário de *Xanthomonas spp.* em campos de cultivo (Corrêa et al., 2008), além de plantas de tomate do ciclo anterior (Quezado-Duval & Lopes, 2010) e plantas daninhas (Araújo et al., 2015). A bactéria não é capaz de sobreviver no solo por um longo período, mas pode sobreviver em restos de cultura (Jones et al., 1986; Quezado-Duval & Lopes, 2010). A bactéria penetra na planta através de aberturas naturais ou de ferimentos provocados por equipamentos, tratos culturais, pequenas partículas de solo

movimentadas pelo vento, o próprio vento e insetos. A disseminação a curtas distâncias se dá por respingos de água e a longas distâncias, por sementes ou mudas contaminadas (Lopes & Quezado-Duval, 2005).

Os sintomas da mancha bacteriana podem ser observados tanto nas folhas como nos frutos. Nas folhas, os primeiros sintomas da mancha bacteriana aparecem na forma de pequenas áreas encharcadas, de formato irregular, com bordos definidos. Essas lesões se tornam deprimidas, passando de uma coloração amarelada ou verde-clara para manchas marrom-escuras, chegando até à necrose do tecido (Goode & Sasser, 1980). As manchas necróticas coalescem, progredindo até a desfolha, causando perdas na produtividade e na qualidade dos frutos por promover sua escaldadura (Pontes et al., 2016). Outro aspecto importante sobre os danos causados pela mancha bacteriana citado por Kay & Bonas (2009) é que bactérias do gênero *Xanthomonas* causam danos fisiológicos à planta hospedeira, fazendo a injeção de aproximadamente 25 proteínas com funções enzimáticas deletérias às células da planta.

Nos frutos, a doença começa com pequenas áreas encharcadas e amareladas, tornando-se marrons, formando lesões com textura áspera, com bordos ligeiramente elevados (Jones et al., 1997). Em condições experimentais de campo, as perdas causadas pela mancha bacteriana do tomateiro podem chegar a 52% (Quezado-Soares et al., 1998).

2.2 Controle Químico

A mancha bacteriana é uma doença de difícil controle, principalmente em condições de umidade e temperatura elevadas (Lopes & Quezado-Duval, 2005), em razão da rápida disseminação do patógeno em condições favoráveis, transmissão por sementes, sobrevivência em plantas voluntárias ou como epífitas em plantas daninhas, pouca eficiência dos produtos químicos e indisponibilidade de híbridos com resistência satisfatória (Souza, 2006).

O controle químico da mancha bacteriana tem sido feito em lavouras de tomate para mesa no país, principalmente com produtos à base de cobre, produtos à base de cloro (sem registro para a cultura) e o antibiótico casugamicina, que tem registro para a cultura do tomate, não com a indicação para o alvo *Xanthomonas* spp., somente para o alvo *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. No entanto, vários relatos

informais apontam para a baixa eficiência destes produtos, tendo como possíveis causas, no caso do antibiótico agrícola estreptomicina anteriormente disponível em formulação registrada no MAPA, a resistência de algumas populações da bactéria (Quezado-Duval et al., 2003). No caso dos produtos à base de cloro, são produtos sanitizantes, que, em condições de campo, evaporam com facilidade.

Por haver poucas alternativas de controle da mancha bacteriana, não é incomum deparar-se com a utilização de produtos fertilizantes para seu controle. Em geral, fertilizantes foliares contêm algum nível de cobre, princípio ativo presente na maioria das formulações registradas no MAPA para o controle das bacterioses de plantas (AGROFIT, 2019). No entanto, a simples presença do cobre não é garantia de eficiência de controle, já que nessas formulações o teor de cobre metálico varia de 50% a 75%, enquanto alguns fertilizantes comercializados apresentam menos do que 10% de cobre. Além dessas considerações em relação à eficiência do cobre, ressalta-se o problema de aparecimento de populações de *Xanthomonas* spp. insensíveis ao cobre (Marco & Stall, 1983; Aguiar et al., 2000).

Atualmente, além dos fungicidas cúpricos, outros princípios ativos constam em formulações registradas no MAPA para o controle da mancha bacteriana em tomateiro, como o acibenzolar-S-metil, o cloreto de benzalcônio, a famoxadona + mancozeb e a famoxadona + cimoxanil, além de um produto à base de extrato de folhas (*Melaleuca altemifolia*) e dois produtos à base de *Bacillus subtilis* (AGROFIT, 2019).

Segundo Marco & Stall (1983), o emprego de fungicidas do grupo dos etilenobisditiocarbamatos, como o mancozeb, em mistura com compostos cúpricos tem mostrado eficiência no controle de estirpes de *Xanthomonas* spp. que apresentam resistência ao cobre. Os autores constataram também que a combinação de fungicidas cúpricos e etilenobisditiocarbamatos no controle de doenças bacterianas mostrou ser superior quando comparado à utilização do cobre sozinho.

Como visto, as opções de controle químico visando ao controle de *Xanthomonas* spp. são restritas e, para os produtos mais utilizados, como produtos à base de cobre e antibióticos, já existem relatos de perdas de sensibilidade. Por isso, produtos que induzem autodefesa da planta estão sendo muito estudados com o objetivo de auxiliar no manejo da doença, minimizando as perdas de produtividade e qualidade.

2.3 Indução de Resistência

A resistência de plantas a patógenos pode ser adquirida pela aplicação de produtos químicos sintéticos e tem mostrado considerável avanço a partir do desenvolvimento do acibenzolar-S-metil. Desde então, outros produtos têm aparecido no mercado explorando a capacidade de ativação da defesa da planta ou indução de resistência (Vigo et al., 2012).

Os diferentes mecanismos de defesa pós-formados de uma planta (estruturais e bioquímicos) são geneticamente controlados e ativados após o contato do patógeno com o hospedeiro (Pascholati & Leite, 1995). A possibilidade de pré-ativação desses genes, em determinadas condições, torna as plantas mais resistentes aos patógenos, criando-se então o fenômeno da indução de resistência em plantas. Kuc (1983) citou que a ocorrência da resistência pode ser de caráter específico, atingindo determinadas espécies ou raças de patógenos ou de caráter não específico, quando atinge várias doenças ao mesmo tempo (fungos, bactérias, vírus), sendo chamada de resistência sistêmica.

O aumento do nível de resistência usando agentes externos, sem a modificação do genoma da planta, é conhecido como resistência induzida ou adquirida. A expressão da resistência induzida pode ser local ou ainda sistêmica, quando ela é expressa em locais não expostos diretamente ao agente indutor (Van Loon et al., 1998).

Pode-se definir como resistência sistêmica induzida (RSI) aquela que acontece quando plantas, após a exposição a agentes bióticos (microrganismos) ou abióticos (produtos químicos), são estimuladas a aumentar a atividade de algumas enzimas responsáveis pela defesa da planta contra o ataque de patógenos (Pieterse & Van Loon, 1999). Essas enzimas não são usadas ou são pouco utilizadas pelas plantas em condições normais, estando na fase latente. Após a aplicação e o acúmulo dos agentes indutores, a planta é submetida a um estresse, seja biótico ou abiótico, que faz com que essas enzimas sejam ativadas, fazendo com que desenvolvam uma rápida resposta imunológica (Beckers & Conrath, 2007).

As enzimas mais estudadas e citadas na literatura com efeito na indução da resistência de plantas aos patógenos são as peroxidases, polifenol oxidase e a β -1,3 glucanase. As peroxidases são importantes enzimas que fazem parte de inúmeras reações dentro da planta, participando da formação de cadeias de polissacarídeos, oxidação do ácido indol acético, lignificação, cicatrização, oxidação de fenóis,

regulando a alongação celular, entre outras (Kao, 2003). Além de reforçar a parede celular deixando-a mais rígida, pela formação de lignina, suberina, polissacarídeos e glicoproteínas ricas em hidroxiprolina, essas enzimas estimulam a produção de espécies ativas de oxigênio, que apresentam ação antimicrobiana e ainda atuam na sinalização e na indução de fitoalexinas (Bolwell et al., 1995; Wojtaszek, 1997; Kristensen et al., 1999).

A polifenol oxidase catalisa a oxidação de fenóis, a quinona, na presença de oxigênio. A expressão da polifenol oxidase pode adicionar maior defesa da planta a patógenos e a insetos (Thipyapong & Steffens, 1997). Outros autores (Li & Steffens, 2002) estudaram a importância da polifenol oxidase na resposta de defesa de plantas de tomate transgênico, mostrando altos níveis dessa enzima. Posteriormente, os autores inocularam *Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*, e as plantas transgênicas se mostraram mais resistentes, com menos lesões nas folhas, em comparação com o híbrido padrão. Outra enzima, a β -1,3 glucanase, causa a liberação de fragmentos glicosídicos não só do patógeno, mas também da parede das células da planta, e esses fragmentos glicosídicos podem desencadear a defesa do hospedeiro (Cutt & Klessig, 1992).

Um ingrediente ativo que induz resistência em plantas já bastante conhecido pelos produtores é o acibenzolar-S-metil (ASM). Este ingrediente ativo é comercializado no Brasil com o nome comercial de Bion® (Syngenta Proteção de Cultivos), sendo um produto com ação de indução de resistência mais estudado no mundo, com resultados positivos contra o ataque de bactérias, fungos e vírus em diversas culturas. O ASM não tem ação direta sobre os patógenos, somente ação fisiológica, induzindo a planta a se defender.

O ASM é um análogo do ácido salicílico que induz resistência sistêmica adquirida (SAR) em plantas. Estudos mostram que o produto, quando aplicado nas plantas, estimula a atividade de algumas enzimas responsáveis pela indução da resistência (Itako et al., 2015). Os autores verificaram que, em plantas de tomateiro tratadas com ASM, houve aumento da atividade das enzimas peroxidase, polifenol oxidase e β -1,3 glucanase, com consequente ativação fisiológica, levando à redução da severidade da mancha bacteriana. Assim como esse trabalho, vários outros descritos na literatura mostram o efeito do ASM no aumento da atividade dessas enzimas e, conseqüentemente, menor severidade do patógeno sobre a planta, seja esse patógeno bactéria, fungo ou vírus.

Indutores de resistência não devem ser utilizados indiscriminadamente, pois se utilizados em demasia, sem que a planta esteja precisando de defesa, podem ocorrer prejuízos (Iriti & Faoro (2003). Os autores mencionaram que plantas que alocam seus recursos em defesa, na ausência de patógenos, podem arcar com custos, que se refletirão na produtividade, uma vez que as alterações metabólicas que levam à resistência têm um custo adaptativo associado, que pode pesar mais do que o benefício.

Em algumas pesquisas envolvendo indução de resistência em diferentes sistemas hospedeiro-patógeno, tem sido observado ganho de produtividade, fato que indica um custo menor do que o benefício. Porém, em outros casos, não há incrementos na produtividade, ou até sua redução, ainda que haja drástica redução da doença (Godard et al., 1999; Dietrich et al., 2005; Pontes et al., 2016), fato esse relacionado com o uso em excesso de indutores de resistência sem que a planta estivesse precisando se defender, pois as condições climáticas não estavam favoráveis ao desenvolvimento de doenças ou a fonte de inóculo de patógenos era baixa ou nula.

2.4 Referências

- ABBASI, PA; SOLTANI, N; CUPPELS, DA; LAZAROVITS, G. 2002. Reduction of bacterial spot disease severity on tomato and pepper plants with foliar applications of ammonium lignosulfonate and potassium phosphate. *Plant disease* 86:1232-1236.
- AGROFIT. 2019. *Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários*. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acessado em abril 27, 2019
- AGUIAR, LA; KIMURA, O; CASTILHO, AM; CASTILHO, KSC; RIBEIRO, RLD; AKIBA, F; CARMO, MGF. 2000. Resistência ao cobre em isolados nacionais de *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* de pimentão e tomateiro. *Agronomia* 34:78-82.
- ARAÚJO ER; PEREIRA RC; FERREIRA MASV; CAFÉ-FILHO AC; MOITA AW; QUEZADO-DUVAL AM. 2011. Effect of temperature on pathogenicity components of tomato bacterial spot and competition between *Xanthomonas perforans* and *X. gardneri*. *Acta Horticulturae* 914:39-42.
- ARAÚJO, ER; COSTA, JR; PONTES, NC; QUEZADO-DUVAL, AM. 2015. *Xanthomonas perforans* and *X. gardneri* associated with bacterial leaf spot on weeds in Brazilian tomato fields. *European journal of plant pathology* 143:543-548.

- ARAÚJO, ER; COSTA, JR; FERREIRA, MASV; QUEZADO-DUVAL, AM. 2017. Widespread distribution of *Xanthomonas perforans* and limited presence of *X. gardneri* in Brazil. *Plant pathology* 66: 59-168.
- BECKERS, GJM; CONRATH, U. 2007. Priming for stress resistance: From the lab to the field. *Curr. Opin. Plant Biol.* 10:425-431.
- BOLWELL, GP; BUTT, VS; DAVIES, DR. 1995. The origin of the oxidative burst in plants. *Free Radic Res* 23:517-532.
- BOUZAR, H; JONES, JB; STALL, RE; LOUWS, FJ; SCHNEIDER, M; RADEMAKER, JLW; DE BRUIJN, FJ; JACKSON, LE. 1999. Multiphasic analysis of xanthomonads causing bacterial spot disease on tomato and pepper in the Caribbean and Central America: evidence for common lineages within and between countries. *Phytopathology* 89:328-335.
- CEPEA/ESALQ/USP. 2019. Anuário 2018-2019. *Revista Brasil Hortifruti*. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-20182019.aspx>. Acessado em abril 27, 2019.
- CORRÊA, FM; CARVALHO, ADOD; CARMO, MGF. 2008. Inoculação e sobrevivência de *Xanthomonas vesicatoria* em sementes de tomateiro. *Summa Phytopathologica*: 34:71-75.
- COSTA, JR; ARAÚJO, ER; BECKER, WF; FERREIRA, MASV; QUEZADO-DUVAL, A.M. 2012. Ocorrência e caracterização do complexo de espécies causadoras da mancha bacteriana do tomateiro no Alto Vale do Rio do Peixe, SC. *Tropical Plant Pathology* 37:149-154.
- CUTT, JR; KLESSIG, DF. 1992. Pathogenesis-related proteins. In: BOLLER T; MEINS F. *Plant gene research: Genes involved in plant defense*. Wien Springer-Verlag, p.209-243.
- DIETRICH, R; PLOSS, K; HEIL, M. 2005. Growth responses and fitness cost after induction of pathogen resistance depend on environmental condition. *Plant Cell and Environment* 28:211-222.
- DOIDGE, EM. 1920. A tomato cancer. *J. Dep. Agric. Union* 1:718-721.
- GODARD, JF; ZIADI, S; MONOT, C; LE CORRE, D; SILUÉ, D. 1999. Benzothiadiazole (BTH) induces resistance in cauliflower (*Brassica oleracea* var *botrytis*) to downy mildew of crucifers caused by *Peronospora parasitica*. *Crop Protection* 18:397-405.
- GOODE, MJ; SASSER, M. 1980. Prevention the key to controlling the bacterial spot and bacterial speck of tomato. *Plant Disease* 64:831-834
- IRITI, M; FAORO, F. 2003. Benzothiadiazole (BTH) induces cell-death independent resistance in *Phaseolus vulgaris* against *Uromyces appendiculatus*. *Journal of Phytopathology* 151:171-180.

- ITAKO, AT; TOLENTINO JÚNIOR, JB; SILVA JÚNIOR, TA; SOMAN, JM; MARINGONI, AC. 2015. Chemical products induce resistance to *Xanthomonas perforans* in tomato. *Brazilian Journal Microbiology* 46:701-706.
- JONES, JB; POHRONEZNY, KL; STALL, RE; JONES, JP. 1986. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in Florida on tomato crop residue, weeds, seeds, and volunteer tomato plants. *Phytopathology* 76:430-434.
- JONES, JB; JONES, JP; STALL, RE; ZITTER, TA. 1997. *Compendium of tomato diseases*. St. Paul: American Phytopathological Society Press.
- JONES, JB; BOUZAR, H; SOMODI, GC; STALL, RE; PERNEZNY, K; EL-MORSY, G; SCOTT, JW. 1998. Evidence for the preemptive nature of tomato race 3 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in Florida. *Phytopathology* 88:33-38.
- JONES, JB; LACY, GH; BOUZAR, H; STALL, RE; SCHAAD, NW. 2004. Reclassification of the *Xanthomonas* associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. *Systematic and Applied Microbiology* 27:755-762.
- KAO, CH. 2003. Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol on antioxidant enzymes in rice leaves. *Plant Growth Regulation* 39:83-90.
- KAY, S; BONAS, U. 2009. How *Xanthomonas* type III effectors manipulate the host plant. *Current Opinion in Microbiology* 12:37-43.
- KRISTENSEN, BK; BLOCH, H; RASMUSSEN, SK. 1999. Barley coleoptile peroxidases purification molecular cloning and induction by pathogens. *Plant Physiology* 120:501-512.
- KUC, J. 1983. Induced systemic resistance in plants to diseases caused by fungi and bacteria. In: BAILEY, JA; DEVERAL, BJ. *The dynamics of host defense*. Sydney: Academic Press, p.191-221.
- LI, L; STEFFENS, JC. 2002. Overexpression of polyphenol oxidase in transgenic tomato plants results in enhanced bacterial disease resistance. *Planta* 215:239-247.
- LOPES, CA; QUEZADO-DUVAL, AM. 2005. Doenças bacterianas. In: LOPES, CA; ÀVILA, AC. *Doenças do tomateiro*. Brasília: EMBRAPA-CNPq. p.62-64.
- LOUWS, FJ; RADEMAKER, JLW; DeBRUIJN, FJ. 1999. The three Ds of PCR-based genomic analysis of phyto-bacteria: diversity, detection and disease diagnosis. *Annual Review of Phytopathology* 37:81-125.
- 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.
- MARCO, GM; STALL, RE. 1983. Control of bacterial spot of pepper initiated by strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* that differ in sensitivity to copper. *Plant Disease* 67:779-781.

- NASCIMENTO, AR; FERNANDES, PM; BORGES, LL; PONTES, NC; QUEZADO-DUVAL, AM. 2013. Controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate para processamento industrial. *Bioscience Journal* 29:1878-1886.
- OBRADOVIC, A; JONES, JB; MOMOL, MT; BALOGH, B; OLSON, SM. 2004. Management of tomato bacterial spot in the field by foliar applications of bacteriophages and SAR inducers. *Plant Disease* 88:736-740.
- PASCHOLATI, SF; LEITE, B. 1995. Hospedeiro: Mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. *Manual de fitopatologia*. v.1. São Paulo: Ceres. p.417-453.
- PEREIRA, RC. 2010. *Ocorrência, identificação e caracterização das espécies de Xanthomonas, causadoras da mancha bacteriana em tomate para mesa no Brasil*. Brasília: UNB. 77p (tese de mestrado).
- PIETERSE, CMJ; VAN LOON, LC. 1999. Salicylic acid-independent plant defense pathways. *Trends in plant science* 4:52-58.
- PONTES, NC; NASCIMENTO, AR; GOLYNSKI, A; MAFFIA, LA; OLIVEIRA, JR; QUEZADO-DUVAL, AM. 2016. Intervals and number of applications of acibenzolar-S-methyl for the control of bacterial spot on processing tomato. *Plant Disease* 100:2126-2133.
- PONTES, NC; NASCIMENTO, AR; GOLYNSKI, A; MOITA, AW; MAFFIA, LA; OLIVEIRA, JR; QUEZADO-DUVAL, AM. 2018. Volume de aplicação e eficiência do controle químico da mancha bacteriana em tomateiro industrial. *Horticultura Brasileira* 35(3).
- QUEZADO-DUVAL, AM; GAZZOTO FILHO, A; LEITE JÚNIOR, RP; CAMARGO, LEA. 2003. Sensibilidade a cobre, estreptomicina e oxitetraciclina em *Xanthomonas spp.* Associadas à mancha bacteriana do tomate para processamento industrial. *Horticultura Brasileira* 21: 670-675.
- QUEZADO-DUVAL, AM; CAMARGO, LEA. 2004. Raças de *Xanthomonas spp.* associadas à mancha bacteriana em tomate para processamento industrial no Brasil. *Horticultura Brasileira* 22:80-86.
- QUEZADO-DUVAL, AM; LEITE RP; TRUFFI D; CAMARGO LEA. 2004. Outbreaks of bacterial spot caused by *Xanthomonas gardneri* on processing tomato in central west Brazil. *Plant Disease* 88: 157-161
- QUEZADO-DUVAL, AM; LOPES, CA. 2010. *Mancha bacteriana: uma atualização para o sistema de produção integrada de tomate industrial*. Circular técnica, 84. Brasília – DF: Embrapa Hortaliças.
- QUEZADO-DUVAL, AM; INOUE-NAGATA, AK; REIS, A; PINHEIRO, JB; LOPES, CA; ARAÚJO, ER; FONTENELLE, MR; COSTA, JR; GUIMARÃES, CMN; ROSSATO, M; BECKER, WF; COSTA, H; FERREIRA, MASV; DESTÉFANO, SAL. 2013. *Levantamento de doenças e mosca-branca em tomateiro em regiões produtoras do Brasil*. Boletim Pesquisa e Desenvolvimento, 100. Brasília – DF: Embrapa Hortaliças. 36p.

- QUEZADO-SOARES AM; SILVA VL; GIORDANO LB; LOPES CA. 1998. Redução da produtividade de tomateiro para processamento industrial devido à mancha bacteriana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38. *Resumo...* Petrolina: SOB. p.266.
- RODRIGUES NETO, J; SUGIMORI, MH; MALAVOLTA JÚNIOR, VA. 1984. Raças de *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* (Doidge) Dye, no Estado de São Paulo. 51. São Paulo – SP: Instituto Biológico. p.13-16.
- SOUZA, M. 2006. Avaliação do efeito do uso de Fegatex® no controle de mancha bacteriana em tomateiro para processamento industrial. Brasília-DF: Faculdade da Terra de Brasília, 43p (Tese monografia).
- THIPYAPONG, P; STEFFENS, JC. 1997. Tomato polyphenol oxidase: differential response of the polyphenol oxidase F promoter to injuries and wound signals. *Plant Physiology* 115:409–418.
- VAN LOON, LC; BAKKER, PAHM; PIETERSE, CMJ. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annual Review of Phytopathology* 36:453-483.
- VAUTERIN, L; SWINGS, J; KERSTERS, K. 1991. Grouping of *Xanthomonas campestris* pathovars by SDS-PAGE of proteins. *Journal of General Microbiology* 137:1677-1687.
- VIGO, SC; MARINGONI, AC; CAMARA, RC. 2012. Evaluation of pyraclostrobin and acibenzolar-S-methyl on common bacterial blight of snap bean. *Semina: Ciências Agrárias* 33:167-174.
- WOJTASZEK, P. 1997. Oxidative burst: an early plant response to pathogen infection. *Biochem Journal* 322:681–692.

3 CAPÍTULO I

AJUSTE DA COMBINAÇÃO ENTRE ACIBENZOLAR-S-METIL E COBRE NO CONTROLE DA MANCHA BACTERIANA NO TOMATE DE MESA E RETORNO ECONÔMICO

(Norma de acordo com a revista Horticultura Brasileira)

Renato Martins Garcia¹, Nadson C Pontes¹, Antonio W Moita², Alice M Quezado-Duval²

¹Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos-GO, Brasil, garciarm.net@gmail.com, nadson.pontes@ifgoiano.edu.br; ²Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, Brasil, alice.quezado@embrapa.br, antonio.moita@embrapa.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi ajustar combinações de acibenzolar-S-metil (ASM) e cobre no controle da mancha bacteriana no tomate de mesa e avaliar a viabilidade econômica dos diferentes programas de manejo. Foram conduzidos dois ensaios de campo, sendo um em 2018 e outro em 2018-2019, respectivamente, em Goiânia e Abadiânia, Goiás. A doença foi propiciada no primeiro ensaio por inoculação artificial de uma suspensão de inóculo de *Xanthomonas perforans* e ocorreu de forma natural no segundo ensaio, onde também foi atestada a presença dessa espécie. Os tratamentos avaliados foram número de aplicações semanais de ASM (Bion®500WG) (zero, sete, nove, onze e treze), a mistura ASM + AN2811, fertilizante foliar à base de aminoácidos e nutrientes, em treze aplicações, o padrão oxicleto de cobre (Recop®840WP) aplicado semanalmente durante todo o ciclo e a mistura de ASM + oxicleto de cobre em nove aplicações. As doses dos produtos comerciais utilizadas foram: ASM (5 g 100 L⁻¹), oxicleto de cobre (300 g 100 L⁻¹) e fertilizante foliar (100 mL 100 L⁻¹). À medida que foram sendo encerradas as aplicações dos tratamentos contendo ASM, foram feitas aplicações

complementares de oxiclóreto de cobre semanalmente até a décima terceira semana. Foram avaliadas a severidade da doença aos sete dias após essa semana e a produção total e classificação comercial dos frutos. Além dessas variáveis, calculou-se a relação benefício/custo (B/C), que teve como base o incremento dos tratamentos em relação à testemunha não tratada. Foram feitas análises de regressão, de variância e de contrastes ortogonais. Quanto à severidade da doença, à medida que aumentou o número de aplicações de ASM, a severidade da doença diminuiu, porém a melhor relação B/C foi obtida com sete aplicações de ASM, seguida de aplicações de cobre até o final do ciclo.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, *Xanthomonas perforans*, controle químico, indutor de resistência

Adjustment of the acibenzolar-S-methyl and copper combination in the control of bacterial spot in fresh tomatoes and its financial return

(Standard according to the Horticultura Brasileira magazine)

Abstract

This paper aimed to adjust acibenzolar-S-metil (ASM) and copper combination in the bacterial leaf spot (*Xanthomonas perforans*) control in fresh tomato and its financial return in different management programs. Two field trials were carried out in Goiânia and Abadiânia, Goiás State, Brazil, in 2018 and in 2018-2019, respectively. The disease was induced in the first trial using artificial inoculation of a *Xanthomonas perforans* inoculum suspension, and it occurred naturally in the second trial, in which this species was also found. The treatments evaluated were number of weekly ASM applications (zero, seven, nine, eleven, and thirteen), the mix ASM + AN2811, Amino Acid and Nutrient Leaf Fertilizer in thirteen applications, the copper oxychloride standard (Recop®840WP) applied weekly throughout the cycle, and the mix of ASM + Copper oxychloride in nine applications. The commercial product doses used were ASM (5 g 100 L⁻¹), Copper oxychloride (300 g 100 L⁻¹), and leaf fertilizer (100 mL 100 L⁻¹). As the treatment applications containing ASM were being concluded, complementary copper oxychloride applications were carried out weekly until the thirteenth week. The severity of the disease, on the seventh day after that week, and the total production and commercial fruit classification were evaluated. Besides these variables, benefit cost ratio (B/C) was calculated considering the increase of treatment in relation to the untreated control. Analysis of variance, regression, and orthogonal contrasts were

carried out. As the number of ASM applications increased, disease severity decreased, although, the best B/C ratio was obtained with seven applications of ASM, followed by Copper applications until the end of the cycle.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, *Xanthomonas perforans*, chemical control, resistance induction

3.1 Introdução

O tomate é uma das hortaliças mais importantes do Brasil, com uma área plantada de 34,5 mil ha no ano de 2018, sendo pouco mais da metade da produção destinada ao consumo *in natura* (18.000 ha) e o restante para o processamento industrial. O Estado de Goiás e o Distrito Federal detêm 36% de toda a área plantada com tomate no Brasil (CEPEA/ESALQ/USP 2019).

Um dos grandes gargalos da produção de tomate, principalmente em épocas e regiões com clima quente e úmido, é o controle de doenças. Entre as principais doenças, está a mancha bacteriana do tomateiro (Quezado-Duval et al., 2013). Face à grande importância da doença no país e à não disponibilidade de híbridos com algum nível de resistência genética (Quezado-Duval et al., 2004), o emprego de produtos para mitigação do problema e redução das perdas dele advindas tem sido intensivo e constante.

Poucos são os produtos com registro para o controle da mancha bacteriana do tomateiro no país. O Acibenzolar-S-metil (ASM) é um deles, estudado no mundo inteiro como indutor de resistência em plantas cultivadas, uma estratégia importante no manejo e controle de doenças bacterianas, face à dificuldade de controle desses organismos.

Vários trabalhos científicos comprovam a eficácia de ASM na indução de resistência de plantas (Louws et al., 2001; Abbasi et al., 2002; Obradovic et al., 2004; Nascimento et al., 2013; Pontes et al., 2016, 2018). Alguns desses trabalhos foram conduzidos no Brasil abordando o emprego do ASM no controle da mancha bacteriana no tomate para processamento industrial (Pontes et al., 2018), porém, para o tomate de mesa (tutorado), não foram encontrados trabalhos na literatura.

Nesse contexto, a presente dissertação teve como objetivo avaliar programas de proteção fitossanitária que possam levar retorno financeiro ao produtor, de modo a

estabelecer uma recomendação mais eficiente para o emprego do ASM no controle da mancha bacteriana em cultivos de tomate tutorado na região de Goiás.

3.2 Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos de campo, sendo o primeiro em área experimental da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás (Coordenadas: 16°35'32,6" S; 49°17'17,8" O; 721 m de altitude), no período de fevereiro a maio de 2018, com a cultivar híbrida Ozone, e o segundo experimento conduzido em área comercial no município de Abadiânia, Goiás (16°12'12,3"S; 48°53'59,5"O; 1050 m de altitude), de novembro de 2018 a março de 2019, cv. Compact. Foram avaliados oito tratamentos (Tabela 1), os quais tiveram por objetivo verificar a influência do número de aplicações de ASM (0, sete, nove, onze e treze aplicações), o efeito de um fertilizante foliar (AN2811) contendo aminoácidos e nutrientes em combinação com o tratamento com maior número de aplicações (treze) de ASM, o padrão oxiclreto de cobre (Recop®840WP) aplicado semanalmente durante todo o ciclo e a mistura de ASM e oxiclreto de cobre em 9 aplicações. As doses do produto comercial (p.c.) utilizadas foram: ASM (5 g 100 L⁻¹), oxiclreto de cobre (300 g 100 L⁻¹) e o AN2811 (100 mL 100 L⁻¹).

O AN2811 é fertilizante foliar pré-comercial contendo 21 aminoácidos, além de macro e micronutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. O objetivo desse tratamento seria nutrir melhor as plantas, reduzindo o impacto do maior gasto energético, consequência da indução de resistência após aplicações de ASM.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por dez plantas, dispostas em alternância ao longo de duas linhas paralelas, sendo cinco de cada lado. O sistema de condução adotado foi o denominado "capela", em que as plantas são dispostas em linha dupla e amarradas individualmente numa estaca de bambu. Semanalmente houve retirada dos brotos, sendo deixadas duas hastes por planta até o fim do ciclo.

As pulverizações dos tratamentos foram feitas semanalmente, começando aos 10 dias após o plantio (DAP). À medida que foram sendo encerradas as aplicações dos tratamentos contendo ASM, foram feitas aplicações complementares de oxiclreto de cobre semanalmente até o fim do ciclo, totalizando treze aplicações.

Utilizou-se uma barra de pulverização com quatro pontas, espaçadas de 0,5 m, totalizando 2 m de comprimento, disposta na vertical, seguindo a altura das plantas. As aplicações foram iniciadas utilizando um bico, tendo os demais bicos sido abertos conforme o crescimento das plantas. Os bicos utilizados foram da marca Magnojet, modelo ST/D-04, do tipo leque duplo, pressão de 3,1 BAR. O volume de aplicação utilizado foi de 500 L ha⁻¹ de área foliar tratada, calculado em função da altura das plantas e do comprimento da linha de plantas.

No primeiro ensaio, a ocorrência da doença foi propiciada por inoculação artificial com uma suspensão bacteriana de isolado de *X. perforans* (EH-2012-40). Para o preparo dessa suspensão, o isolado, mantido em tampão de preservação (tampão fosfato), foi riscado em placas de Petri contendo meio Nutriente Agar (NA), as quais foram mantidas em temperatura de 28°C por três dias. Em seguida, colônias isoladas típicas da bactéria foram repicadas para placas contendo NA, mantidas a 28°C por dois dias. As placas foram lavadas com solução salina (10 mM MgSO₄) para coleta das células bacterianas. A suspensão obtida foi calibrada em espectrofotômetro para Absorbância (600 nm) = 0,3, o que corresponde a, aproximadamente, 5 x 10⁸ unidades formadoras de colônia (ufc) por mL. A suspensão foi então diluída no momento da inoculação para 1 x 10⁷ ufc mL⁻¹. Para a inoculação, a suspensão bacteriana foi pulverizada na superfície das folhas de toda a planta, utilizando um pulverizador costal manual. Já para no ensaio 2, a doença ocorreu naturalmente na lavoura do produtor.

A severidade da doença foi avaliada aos sete dias após a décima terceira semana de aplicações (última aplicação). Para tanto, foi coletada uma folha composta do terço médio de quatro plantas, totalizando quatro folhas por parcela. No ensaio 1, a severidade foi estimada pela escala diagramática desenvolvida por Melo et al. (1997) aos 94 DAP. Para o ensaio 2, a severidade foi avaliada utilizando o aplicativo de celular Leaf Doctor (Pethybridge & Scot, 2015) aos 101 dias do plantio das mudas.

Para estimar a produtividade e proceder à classificação dos frutos, foram feitas duas colheitas semanais em quatro plantas da parcela, até o fim do ciclo da cultura, que ocorreu aos 94 e 101 dias do plantio para os ensaios 1 e 2, respectivamente, totalizando doze colheitas. A classificação dos frutos foi feita com o uso de uma caixa classificadora de madeira, fabricada para essa finalidade, seguindo normas do CEAGESP (Frutos 1A, 2A e 3A). Frutos 2A e 3A são os frutos de maior valor comercial, ou seja, o preço da caixa de frutos 2A e 3A em algumas situações é o dobro

da caixa de frutos 1A. Frutos 2A e 3A no CEASA de Goiás são conhecidos como “fruto de primeira” e o fruto 1A, como “fruto de segunda”.

Foram feitas análises de variância para o conjunto de tratamentos. Quando observadas diferenças significativas, foram feitas análises de regressão para avaliar o efeito do número de aplicações de ASM, utilizando os primeiros cinco tratamentos dos ensaios (zero, sete, nove, onze e treze aplicações de ASM), sobre as variáveis resposta. Foi feito também o teste de Dunnett, comparando todos os tratamentos com a testemunha não tratada (Tabela 6) e com o tratamento padrão (Tabela 5). Contrastes ortogonais (Tabela 4) também foram feitos para verificar se o fertilizante foliar e/ou cobre agregou quando em mistura com o ASM e se a mistura de ASM + cobre resultaria em melhor eficiência em relação ao cobre isolado. O software SAS® 9.4 (SAS Institute, Cary, N.C., USA) foi utilizado para proceder às análises estatísticas.

Foi avaliada a viabilidade econômica dos tratamentos por meio do cálculo da relação benefício/custo (Tabelas 2 e 3), conforme citado por Pontes et al. (2017). Para tal, a estimativa de ganho econômico com o incremento de produtividade em relação à testemunha não tratada foi dividida pela estimativa de custos com a aquisição dos produtos. O valor dos custos foi acrescido de uma taxa de juros de 0,55% ao mês (média da taxa de juros real da caderneta de poupança praticada nos últimos três anos), considerando um período de quatro meses (~120 dias de ciclo da cultura). Assim, a relação benefício/custo (B/C) foi determinada (Eq. [1]).

$$\frac{B}{C} = \sum_{t=0}^n \frac{B}{C(1+r)^t} \quad [1]$$

Em que B são as receitas; C, os custos variáveis (aquisição dos produtos); t, o período de tempo; n, o tempo limite (quatro meses); e r, a taxa de juros adotada. Quando $B/C > 1$, o tratamento foi considerado economicamente viável.

Pontes et al. (2017) trabalharam com tomate industrial e consideraram nos custos o gasto com a operação de aplicação. No presente trabalho, não consideramos o custo da aplicação, pois as aplicações para o tomate tutorado são muito frequentes, fazendo o produtor, no mínimo, três aplicações semanais (inseticidas, fungicidas, foliares contendo macro e micronutrientes, aminoácidos etc.). Por consequência, as aplicações para mancha bacteriana vão em mistura com os demais produtos, tendo sido considerado apenas o gasto com aquisição do produto.

O valor pago ao produtor foi definido com base na média de preços das últimas duas safras das águas em Goiás, que correspondem aos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março (CEASA-GO, 2019), subtraído de 18% correspondente à parcela cobrada pelo atacadista (Lourenzani & Silva, 2004). Esse período apresenta condições mais favoráveis à mancha bacteriana do tomateiro, sendo os dois ensaios conduzidos nessa época. Assim, os valores de preço adotados no presente estudo foram, para o tomate de primeira (2A e 3A), de R\$ 70,72, e para o tomate de segunda (1A), de R\$ 44,48.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Efeito do número de aplicações de ASM na severidade da doença

Para a variável de severidade, houve diferença entre os tratamentos nos ensaios 1 e 2 (F, $p=0,005$ e $0,0009$, respectivamente). Na análise de regressão, nos dois ensaios observou-se que quanto maior o número de aplicações de ASM, menor a severidade (Figuras 1A e 1B). A eficiência do ASM no controle da doença tem sido frequentemente observada em diversos trabalhos. Louws et al. (2001), utilizando ASM aplicado em intervalos de sete a catorze dias durante todo o ciclo da cultura do tomate, observaram, em treze de quinze ensaios conduzidos, ASM sendo estatisticamente superior à testemunha não tratada quanto ao controle da mancha bacteriana do tomateiro. Autores (Itako et al., 2015), avaliando produtos químicos para o manejo da mancha bacteriana, observaram que a área abaixo da curva de progresso da doença foi estatisticamente inferior em plantas tratadas com ASM, em comparação com a testemunha não tratada e com diversos outros produtos, como oxiclóreto de cobre, mancozebe + oxiclóreto de cobre e piraclostrobina + metiram. Outros trabalhos na literatura comprovam o mesmo resultado (Abbasi et al., 2002; Obradovic et al., 2004; Huang et al., 2012; Pontes et al., 2016), mostrando a consistência e a efetividade de ASM no manejo da mancha bacteriana do tomateiro.

3.3.2 Efeito do número de aplicações de ASM na produção

Quanto à produção, somente no segundo ensaio foram observadas diferenças significativas nas variáveis analisadas (produção total e produção de frutos 2A e 3A). Na produção total, somente o tratamento 2, com sete aplicações de ASM, diferiu da testemunha (Tabela 6) e do tratamento padrão (Tabela 5). Já para a variável produção de frutos 2A e 3A, os tratamentos 2 e 5 diferiram tanto da testemunha quanto do tratamento padrão. Tal resultado indica que o incremento do número de aplicações, apesar de aumentar a eficiência no controle da doença, pode não resultar em incremento de produtividade. Em relação ao tratamento padrão, cobre semanalmente, vários trabalhos descritos na literatura mostram que, apesar de o cobre controlar a mancha bacteriana em alguns casos, não se observa incremento significativo de produtividade em relação à testemunha (Louws et al., 2001; Pontes et al., 2016; Liao et al., 2018), provavelmente pelo excesso de aplicações, prejudicando de alguma forma sua produção.

Esses resultados corroboram os obtidos por Pontes et al. (2017), que fizeram oito aplicações de Bion, seguidas de cinco aplicações de cobre, em tomate industrial, em dois volumes de calda (250 e 500 L ha⁻¹), tendo ambos sido estatisticamente superiores, pelo teste de Dunnett a 95% de probabilidade, em produtividade em relação à testemunha não tratada.

3.3.3 Efeito do cobre e aminoácidos+nutrientes em mistura com ASM

A análise de Contraste Ortogonal foi utilizada para fazer algumas comparações importantes (Tabela 4), a primeira delas foi ASM (treze vezes) e ASM + aminoácido (treze vezes). O objetivo de adicionar esse tratamento com aminoácido foi verificar se o uso de um produto contendo aminoácidos e nutrientes compensaria o gasto energético da planta na indução da resistência, como mencionado por Pontes et al. (2016) e por outros trabalhos na literatura. Pelo contraste ortogonal, verificamos que isso não ocorreu, ou seja, nessa situação, não faz sentido acrescentar o produto em mistura ao ASM com o objetivo de aumentar a produtividade do tomate de mesa tutorado (de crescimento indeterminado).

Outro comparativo foi entre T3 (ASM 9x) e T8 (ASM + Cobre nove vezes). Pela análise, apenas para severidade no ensaio 1 os tratamentos diferiram (Tabela 4). Diferentemente do que se imaginava, a severidade da doença foi maior quando se misturou ASM+Cobre. Uma hipótese para que isso tenha ocorrido é que, pelo fato de o

cobre formar uma camada protetora na superfície foliar, a absorção do ASM pela planta seria prejudicada. Hipótese que precisa ser mais estudada, tanto em mistura com cobre como outros fungicidas e em outros patossistemas. Assim, não é interessante misturar ASM + Cobre, pois, além de ter prejudicar o controle da mancha bacteriana, no caso do primeiro ensaio, a mistura não incrementou a produção em ambos os ensaios (Tabela 3). Essa informação é importante, pois a mistura ASM + cobre é uma prática utilizada por alguns produtores.

Por último, comparou-se o T7 (Cobre semanal) com T8 (mistura de Cobre + Bion nove vezes) por contraste ortogonal, não tendo havido, nesse caso, diferença para nenhuma das variáveis avaliadas. E novamente não há justificativa para o uso em mistura.

3.3.4 Comparativo de ASM vs cobre semanal (tratamento padrão)

A aplicação de produtos à base de cobre tem sido o padrão de tratamento utilizado pelos produtores da região para o controle da mancha bacteriana do tomateiro. Comparando o tratamento 2 (sete aplicações de ASM) com o tratamento padrão, observa-se uma relação B/C para o tratamento 2 de 3,39 no ensaio 1 (Tabela 2) e de 22,02 no ensaio 2 (Tabela 3). Já para o tratamento padrão, os valores são -1,64 (ensaio 1) e 1,59 (ensaio 2), mostrando a superioridade do tratamento com sete aplicações de ASM, seguidas de aplicações de cobre.

Para a variável severidade, não houve diferença significativa entre os dois tratamentos pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$) (Tabela 4). Para a variável produção (total e $2A+3A$), ASM em sete aplicações foi estatisticamente superior ao tratamento com cobre no ensaio 2. Na produção total, foi o único tratamento a se diferenciar do tratamento padrão. No ensaio 1, apesar da diferença numérica positiva em favor de sete aplicações de ASM, não houve diferença significativa.

3.3.5 Análise da relação benefício/custo dos programas de controle

Na análise de viabilidade econômica dos tratamentos, verificou-se que, em ambos os ensaios, apesar de haver melhor controle da mancha bacteriana, a relação benefício/custo não foi aumentada, quando foi utilizado um maior número de aplicações

de ASM (Tabelas 2 e 3). Na média dos dois ensaios, a relação benefício/custo (B/C) foi superior no tratamento com sete aplicações, com um valor de 12,7, ou seja, aproximadamente, 1200% de retorno sobre o valor investido na aquisição do produto. Uma relação excelente do ponto de vista econômico.

Outra observação interessante é que quanto melhor o nível tecnológico do produtor e, conseqüentemente, com potencial para obter maior produtividade, melhor será a relação B/C. Tomando como exemplo o melhor tratamento em relação ao B/C (T2), a relação de 3,59 obtida no primeiro ensaio, que representaria um menor nível tecnológico, foi para 22,02 no segundo. Observa-se que a produtividade saiu de 98,42 para 279,26 caixas de frutos (2A+3A) por 1.000 plantas, respectivamente.

O tratamento padrão T7 (cobre semanal), na média dos dois ensaios, não trouxe ganho econômico ao produtor, sugerindo que os produtores devem procurar utilizar a integração de ingredientes ativos. Além disso, acredita-se que uma redução no emprego de cobre pode auxiliar na sustentabilidade da produção, haja vista o perigo potencial da seleção de estirpes insensíveis a esse ingrediente ativo (Mirik et al., 2007; Liao et al., 2018), que podem passar a predominar ao longo dos sucessivos cultivos e perpetuação nas áreas de produção. Além disso, o uso em excesso de bactericidas à base de cobre poderia levar a um acúmulo do metal no solo (Pietrzak and McPhail, 2004).

A mistura cobre + ASM (T8) também não trouxe ganhos econômicos em ambos os ensaios. Nesse caso, além de o custo do tratamento ser mais elevado que os demais, não houve incremento de produção em relação à testemunha (Tabelas 2 e 3).

Dada a grande pressão da doença nos cultivos de tomate de mesa conduzidos na época das águas no Cerrado, sugere-se avaliar outros programas de controle da mancha bacteriana com mais de uma aplicação semanal, levando em consideração o observado no presente estudo, em que a relação controle da doença e a variável B/C não é inversamente proporcional, ou seja, não necessariamente o controle de 100% da doença traz o máximo de retorno econômico.

3.4 Conclusão

Sete aplicações semanais de ASM seguidas de cobre resultam em eficiência de controle com maior produtividade e ganho econômico.

Aminoácidos + nutrientes e cobre em mistura com ASM na fase inicial não agregam eficiência de controle, produtividade e ganho econômico.

3.5 Referências

- ABBASI, PA; SOLTANI, N; CUPPELS, DA; LAZAROVITS, G. 2002. Reduction of bacterial spot disease severity on tomato and pepper plants with foliar applications of ammonium lignosulfonate and potassium phosphate. *Plant Disease* 86:1232-1236.
- CEPEA/ESALQ/USP. 2019. Anuário 2018-2019. Revista Brasil Hortifruti. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-2018-2019.aspx>. Acessado em abril 27, 2019.
- HUANG, CH; VALLAD, GE; ZHANG, S; WEN, A; BALOGH, B; FIGUEIREDO, JFL; OLSON, SM. 2012. Effect of application frequency and reduced rates of acibenzolar-S-methyl on the field efficacy of induced resistance against bacterial spot on tomato. *Plant Disease* 96:221-227.
- ITAKO, AT; TOLENTINO JÚNIOR, JB; SILVA JÚNIOR, TA; SOMAN, JM; MARINGONI, AC. 2015. Chemical products induce resistance to *Xanthomonas perforans* in tomato. *Brazilian Journal Microbiology* 46:701-706.
- LIAO, YY; STRAYER-SCHERER, AL; WHITE, J; MUKHERJEE, A; DE LA TORRE-ROCHE, R; RITCHIE, L; PARET, ML. 2018. Nano-Magnesium Oxide: A Novel Bactericide Against Copper-Tolerant *Xanthomonas perforans* Causing Tomato Bacterial Spot. *Phytopathology*, 109:52-62.
- LOURENZANI, AEBS; SILVA, AL. 2004. Custo de transação na distribuição do tomate in natura. *Agrícola São Paulo* 51:41-50.
- 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.
- MELO, SC; TAKATSU, A; LOPES, CA. 1997. Escala diagramática para avaliação da mancha bacteriana do tomateiro. *Fitopatologia Brasileira* 22(3).
- MIRIK, M; AYSAN, Y; CINAR, O. 2007. Copper-resistant strains of *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye in the eastern Mediterranean region of turkey. *Journal of Plant Pathology*, 89:153-154.
- NASCIMENTO, AR; FERNANDES, PM; BORGES, LL; PONTES, NC; QUEZADO-DUVAL, AM. 2013. Controle químico da mancha bacteriana em mudas de tomate para processamento industrial. *Bioscience Journal* 29:1878-1886.
- OBRADOVIC, A; JONES, JB; MOMOL, MT; BALOGH, B; OLSON, SM. 2004. Management of tomato bacterial spot in the field by foliar applications of bacteriophages and SAR inducers. *Plant Disease* 88:736-740.

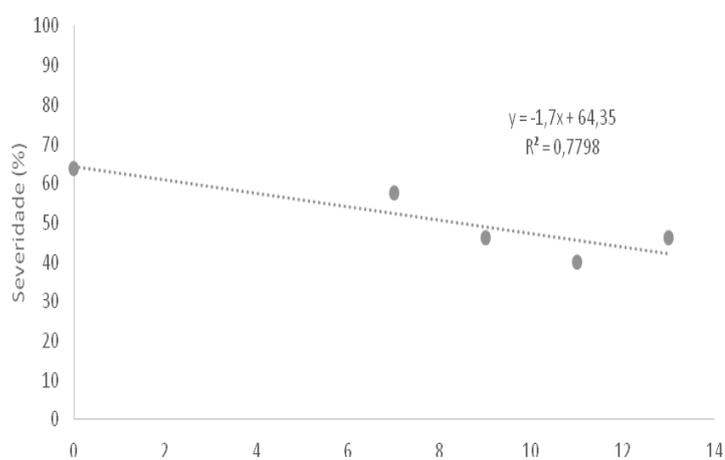
- PETHYBRIDGE, SJ; SCOT CN. 2015. Leaf Doctor: A new portable application for quantifying plant disease severity. *Plant disease* 99:1310-1316.
- PIETRZAK, U; MCPHAIL, D. 2004. Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia. *Geoderma* 122:151-166.
- PONTES, NC; NASCIMENTO, AR; GOLYNSKI, A; MAFFIA, LA; OLIVEIRA, JR; QUEZADO-DUVAL, AM. 2016. Intervals and number of applications of acibenzolar-S-methyl for the control of bacterial spot on processing tomato. *Plant Disease* 100:2126-2133.
- PONTES, NC; NASCIMENTO, AR; GOLYNSKI, A; MOITA, AW; MAFFIA, LA; OLIVEIRA, JR; QUEZADO-DUVAL, AM. 2017. Volume de aplicação e eficiência do controle químico da mancha bacteriana em tomateiro industrial. *Horticultura Brasileira* 35(3).
- PONTES, NC; NASCIMENTO, AR; GOLYNSKI, A; MOITA, AW; MAFFIA, LA; OLIVEIRA, JR; QUEZADO-DUVAL, AM. 2018. Volume de aplicação e eficiência do controle químico da mancha bacteriana em tomateiro industrial. *Horticultura Brasileira* 35(3).
- QUEZADO-DUVAL, AM; LEITE RP; TRUFFI D; CAMARGO LEA. 2004. Outbreaks of bacterial spot caused by *Xanthomonas gardneri* on processing tomato in central west Brazil. *Plant Disease* 88:157-161
- QUEZADO-DUVAL, AM; INOUE-NAGATA, AK; REIS, A; PINHEIRO, JB; LOPES, CA; ARAÚJO, ER; FONTENELLE, MR; COSTA, JR; GUIMARÃES, CMN; ROSSATO, M; BECKER, WF; COSTA, H; FERREIRA, MASV; DESTÉFANO, SAL. 2013. *Levantamento de doenças e mosca-branca em tomateiro em regiões produtoras do Brasil*. Boletim Pesquisa e Desenvolvimento, 100. Brasília – DF: Embrapa Hortaliças. 36p.

Tabela 1. Lista de tratamentos. IF Goiano, 2018/2019

Trat.	Produtos	Nº Aplicações	Dose (p.c. 100 L ⁻¹)
1	Testemunha	-	-
2		7	
3	ASM ¹	9	5 g
4		11	
5		13	
6	ASM + AN2811 ²	13	5 g + 100 mL ⁻¹
7	Oxicloreto de cobre ³	13	300 g
8	ASM + Oxicloreto de cobre	9	5 g + 300 g

¹Acibenzolar-S-metil (Bion@500WG); ²Fertilizante foliar pré-comercial à base de aminoácidos e nutrientes; ³marca comercial Recop@840WP.

A



B

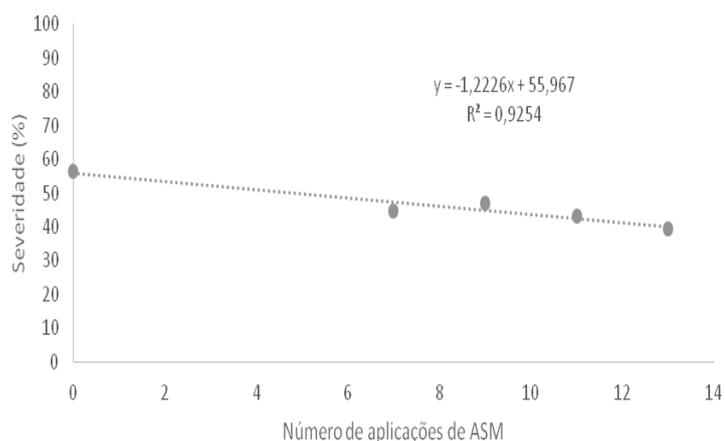


Figura 1. Resposta do número de aplicações de Acibenzolar-S-Metil (ASM), aplicadas semanalmente na cultura do tomate tutorado, na severidade final da mancha bacteriana (*X. perforans*), em ensaios conduzidos no estado de Goiás. (A) Goiânia (GO), fevereiro a maio de 2018; (B) Abadiânia (GO), novembro de 2018 a março de 2019

Tabela 2. Relação benefício/custo (B/C) dos programas de aplicação para o controle da mancha bacteriana, em função do incremento de produtividade em relação à testemunha não tratada e do custo de cada tratamento. Goiânia (GO), 2018

Tratamentos	Produtividade ⁷		Incremento ³		Benef ⁴	Custo ⁵	B/C
	2A/3A ¹	1A ²	2A/3A	1A			
	Caixas/1000 plantas ⁷				R\$		
ASM 7x	98,42	29,37	7,70	1,56	613,90	180,93	3,39
ASM 9x	97,72	31,17	7,00	3,36	644,01	183,42	3,51
ASM 11x	88,06	34,40	-2,66	6,59	104,89	186,74	0,56
ASM 13x	96,84	28,93	6,12	1,12	482,69	190,06	2,54
ASM+AN2811 ⁶ 13x	97,76	32,57	7,04	4,76	709,29	222,64	3,19
Cobre (Semanal)	83,00	33,59	-7,72	5,78	-289,11	175,94	-1,64
ASM+cobre 9x	87,64	28,28	-3,08	0,47	-196,73	359,36	-0,55
Testemunha	90,72	27,81					

¹Frutos de primeira (maior valor comercial); ²frutos de segunda (menor valor comercial); ³incremento de produtividade em relação à testemunha; ⁴Incremento em relação à testemunha multiplicado pelo preço pago ao produtor. Preços médios pagos ao produtor nas últimas duas safras das águas em Goiás (R\$ 77,72/caixa de frutos de primeira e R\$ 44,48/caixa de frutos de segunda); ⁵levou-se em consideração o preço dos produtos praticado nas vendas da região (ASM (Bion®) = R\$ 3.500,00/kg, AN2811 – produto à base de aminoácidos e nutrientes = R\$ 30,00 L⁻¹ e cobre (Recop®) = R\$ 54,00); ⁶novo produto à base de aminoácidos e nutrientes; ⁷Foram colhidas quatro plantas por parcela e os valores transformados para caixas 1000 plantas⁻¹, considerando uma caixa = 22 kg de frutos.

Tabela 3. Relação benefício/custo (B/C) dos programas de aplicação para o controle da mancha bacteriana, em função do incremento de produtividade em relação à testemunha não tratada e do custo de cada tratamento. Abadiânia (GO), 2018/19

Tratamentos	Produtividade ⁷		Incremento ³		Benef ⁴	Custo ⁵	B/C
	2A/3A ¹	1A ²	2A/3A	1A			
	Caixas/1000 plantas				R\$		
ASM 7x	279,26	24,52	56,45	-0,18	3.984,01	180,93	22,02
ASM 9x	242,46	29,42	19,65	4,72	1.599,49	183,42	8,72
ASM 11x	242,53	22,29	19,72	-2,41	1.287,15	186,74	6,89
ASM 13x	266,43	25,92	43,62	1,22	3.139,35	190,06	16,52
ASM+AN2811 13x	246,45	25,38	23,64	0,68	1.702,14	222,64	7,65
Cobre (Semanal)	225,28	27,07	2,47	2,37	280,16	175,94	1,59
ASM+cobre 9x	219,25	28,93	-3,56	4,23	-63,61	359,36	-0,18
Testemunha	222,81	24,70					

¹Frutos de primeira (maior valor comercial); ²frutos de segunda (menor valor comercial); ³incremento de produtividade em relação à testemunha; ⁴Incremento em relação à testemunha multiplicado pelo preço pago ao produtor. Preços médios pagos ao produtor nas últimas duas safras das águas em Goiás (R\$ 77,72/caixa de frutos de primeira e R\$ 44,48/caixa de frutos de segunda); ⁵levou-se em consideração o preço dos produtos praticado nas vendas da região (ASM (Bion®) = R\$ 3.500,00/kg, AN2811 – produto à base de aminoácidos e nutrientes = R\$ 30,00 L⁻¹ e cobre (Recop®) = R\$ 54,00); ⁶novo produto a base de aminoácidos e nutrientes; ⁷Foram colhidas quatro plantas por parcela e os valores transformados para caixas 1000 plantas⁻¹, considerando uma caixa = 22 kg de frutos.

Tabela 4. Valores de Pr>F da análise de variância e resultados de contrastes ortogonais entre tratamentos para as variáveis severidade final (Sev. Final), produção total (Prod. Total) e produção de frutos de primeira (2A e 3A) (Prod. 2A3A). Goiás, 2018/2019

Contrastes	Pr > F					
	Ensaio 1 ¹			Ensaio 2 ²		
	Sev. Final	Prod. Total	Prod. 2A3A	Sev. Final	Prod. Total	Prod. 2A3A
T5 vs T6 ³	0,85 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,23 ^{ns}
T3 vs T8 ⁴	0,05*	0,25 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,16 ^{ns}
T7 vs T8 ⁵	0,71 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,71 ^{ns}

¹Ensaio conduzido em Goiânia (GO), de fevereiro a maio de 2018; ²ensaio conduzido em Abadiânia (GO), de novembro de 2018 a março de 2019; ³ASM (treze aplicações) vs ASM+AN2811 (produto à base de aminoácidos e nutrientes) (treze aplicações); ⁴ASM (nove aplicações) vs ASM+cobre (nove aplicações); ⁵cobre semanal vs ASM+cobre (nove aplicações); *diferença significativa por contraste ortogonal (p<0,05), em que a severidade de T3<T8; (NS) diferença não significativa por contraste ortogonal (p<0,05).

Tabela 5. Severidade final (Sev. Final), produção de frutos total (Prod. Total) e de frutos de primeira (Prod. 2A3A) dos programas de controle da mancha bacteriana do tomateiro. Goiás. 2018/2019

Tratamentos	Ensaio 1 ¹			Ensaio 2 ²		
	Sev. Final	Prod. Total ⁴	Prod. 2A3A ⁴	Sev. Final	Prod. Total ⁴	Prod. 2A3A ⁴
Testemunha	63,75	10,43	7,98	56,52	21,78	19,61
Bion 7x	57,50	11,25	8,66	44,71	26,73*	24,57*
Bion 9x	46,25	11,34	8,60	46,87	23,93	21,34
Bion 11x	40,00*	10,78	7,75	43,27	23,30	21,34
Bion 13x	46,25	11,07	8,52	39,58	25,73	23,45*
Bion + AN2811 ³ 13x	45,00	11,47	8,60	46,53	23,92	21,69
Bion + Cobre 9x	60,00	10,20	7,71	44,61	21,84	19,29
Cobre semanal (T7)	57,50	10,26	7,30	49,03	22,21	19,82

¹Ensaio conduzido em Goiânia (GO), de fevereiro a maio de 2018; ²ensaio conduzido em Abadiânia (GO), de novembro de 2018 a março de 2019; ³novo produto à base de aminoácidos e nutrientes; ⁴kg de frutos em quatro plantas; *diferença significativa pelo teste de Dunnett (p<0,05) comparado ao tratamento padrão (T7).

Tabela 6. Severidade final (Sev. Final), produção de frutos total (Prod. Total) e de frutos de primeira (Prod. 2A3A) dos programas de controle da mancha bacteriana do tomateiro. Goiás. 2018/2019

Tratamentos	Ensaio 1 ¹			Ensaio 2 ²		
	Sev. Final	Prod. Total ⁴	Prod. 2A3A ⁴	Sev. (leaf doctor)	Prod. Total ⁴	Prod. 2A3A ⁴
Bion 7x	57,50	11,25	8,66	44,71	26,73*	24,57*
Bion 9x	46,25*	11,34	8,60	46,87	23,93	21,34
Bion 11x	40,00*	10,78	7,75	43,27	23,30	21,34
Bion 13x	46,25*	11,07	8,52	39,58	25,73	23,45*
Bion+Isabion 13x	45,00*	11,47	8,60	46,53	23,92	21,69
Cobre Semanal	57,50	10,26	7,30	49,03	22,21	19,82
Bion + Cobre 9x	60,00	10,20	7,71	44,61	21,84	19,29
Testemunha	63,75	10,43	7,98	56,52	21,78	19,61

¹Ensaio conduzido em Goiânia (GO), de fevereiro a maio de 2018; ²ensaio conduzido em Abadiânia (GO), de novembro de 2018 a março de 2019; ³novo produto à base de aminoácidos e nutrientes; ⁴kg de frutos em 4 plantas; *diferença significativa pelo teste de Dunnett (p<0,05) comparado à testemunha.

4 CONCLUSÃO GERAL

O maior número de aplicações de ASM (treze) resulta em melhor controle da mancha bacteriana, porém, em termos de ganho econômico, o programa com sete aplicações de ASM, seguido de aplicações de cobre até o final da colheita, entrega melhores resultados ao produtor. Esse programa é superior às aplicações semanais de cobre, tratamento padrão de controle utilizado por produtores da região na atualidade.