

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRARIAS - ICIAG
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

VITORIA EMANUELLE MORAIS RAMOS

**INTERVALO DE APLICAÇÃO DA SUSPENSÃO BACTERIANA INATIVADA NO
CONTROLE DA MANCHA DO TOMATEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nilvanira Donizete Tebaldi

UBERLÂNDIA
2023

VITORIA EMANUELLE MORAIS RAMOS

**INTERVALO DE APLICAÇÃO DA SUSPENSÃO BACTERIANA INATIVADA NO
CONTROLE DA MANCHA DO TOMATEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Nilvanira Donizete
Tebaldi

UBERLÂNDIA
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia - Uberlândia
Rodovia BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 208B - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP
38400-902



Telefone: (34) 2512-6708 - www.iciag.ufu.br - coago@ufu.br

ATA DE DEFESA - GRADUAÇÃO

| | | | | | |
|------------------------|---|-----------------|-------|-----------------------|-------|
| Curso de Graduação em: | Agronomia | | | | |
| Defesa de: | Trabalho de Conclusão de Curso 2 - GAG070 | | | | |
| Data: | 30/10/2023 | Hora de início: | 8:30h | Hora de encerramento: | 9:30h |
| Matrícula do Discente: | 11821AGR016 | | | | |
| Nome do Discente: | Vitoria Emanuelle Morais Ramos | | | | |
| Título do Trabalho: | Intervalo de aplicação da suspensão bacteriana inativada no controle da mancha do tomateiro | | | | |

Reuniu-se na sala Laboratório de Fitopatologia do Bloco 2E 107 no Campus Umuarama, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Agronomia, assim composta: Sr^a. Mariany Dalila Milan - ICIAG/UFU; Sr^a. Nayara Lima Baute Zancan - ICIAG/UFU e a Sr^a. Nilvanira Donizete Tebaldi- ICIAG/UFU, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos, o(a) presidente da mesa, Nilvanira Donizete Tebaldi, apresentou a Comissão Examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao(à) discente a palavra, para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do(a) discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do curso.

A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

() Reprovado

(X) Aprovado

A defesa do trabalho de conclusão de curso foi gravada e a gravação arquivada.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Nilvanira Donizete Tebaldi, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/10/2023, às 09:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nayara Lima Baute Zancan, Usuário Externo**, em 31/10/2023, às 15:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mariany Dalila Milan, Usuário Externo**, em 31/10/2023, às 18:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4913151** e o código CRC **4058E754**.

Referência: Processo nº 23117.075327/2023-28

SEI nº 4913151

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a Deus por estar comigo em todos os momentos difíceis, não conseguiria se não fosse o Senhor ao meu lado.

A meus pais, Carlos e Odete que me deram todas as oportunidades para realizar o meu sonho, que sempre seguraram minha mão quando eu precisei.

A minha irmã Munique, por sempre me apoiou e esteve comigo em todos os momentos bons e ruins, por nunca deixar que eu desisti se do meu sonho.

A minha orientadora Prof^{ra}. Dr^a. Nilvanira, agradeço pela paciência e pelo apoio para a realização do trabalho. Sobretudo, pelos ensinamentos adquiridos.

A Lara, técnica do laboratório, que sempre esteve comigo em todos os processos, me apoiando e ajudando na condução do experimento, principalmente quando eu queria fazer mil coisas de uma vez.

A minha família que sempre acreditou no meu potencial, e nunca descreditaram de mim, sempre me apoiando e torcendo por mim.

Aos meus amigos que adquiri na faculdade que sempre estiverem comigo nos momentos bons e ruins, alegrias e choros, que nunca me deixaram desistir.

As meninas no Laboratório de Bacteriologia, por sempre deixaram minhas tardes mais alegres e divertidas.

A todos que torceram e rezaram por mim nessa jornada.

Obrigada a todos que fizeram e fazem parte da minha vida, tendo a certeza que Deus me proporcionou conhecer cada um de vocês para me guiar, ensinar, apoiar e cuidar.

RESUMO

A mancha bacteriana do tomateiro causada pela bactéria *Xanthomonas hortorum* pv. *gardneri* pode ocasionar perdas significativas na cultura, devido à redução da produtividade e da qualidade dos frutos. O controle químico da doença não é eficiente e medidas alternativas, de baixo custo devem ser avaliadas, como o uso de suspensão bacteriana inativada (SBI). O objetivo deste trabalho foi avaliar o intervalo de aplicação da suspensão bacteriana inativada no controle da mancha bacteriana do tomateiro. As plantas de tomate cv. Santa Cruz Kada (3 a 4 folhas) foram pulverizadas em intervalos de dois, quatro e dois + quatro dias, com as SBIs (10^8 e 10^9 UFC/mL), hidróxido de cobre, acibenzolar-S-metil (ASM) e água (testemunha). Após dois e quatro dias as plantas foram inoculadas com a suspensão bacteriana patogênica (10^7 e 10^8 UFC/mL). Para a obtenção da SBI, a suspensão bacteriana (10^9 UFC/mL) patogênica de *X. Hortorum* pv. *gardneri* foi esterilizada em autoclave a 120 °C por 20 minutos. A severidade da doença foi avaliada aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a inoculação e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) calculada. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 5 x 2 x 3, composto por cinco produtos (SBI- 10^8 , SBI- 10^9 , hidróxido de cobre, ASM e água), duas concentrações da suspensão bacteriana patogênica (10^7 e 10^8 UFC/mL) e três intervalos de aplicações (2, 4 e 2 + 4), com 4 repetições. A aplicação da SBI (10^8 e 10^9 UFC/mL), ASM e o cobre reduziram a severidade da mancha bacteriana, e a SBI- 10^9 apresentou menor quantidade de doença. Não houve diferença significativa entre os intervalos de aplicação dos produtos para o controle da doença. No entanto, as plantas pulverizadas com SBI- 10^9 aos quatro e duas aplicações aos dois e quatro (2+4) dias antes da inoculação com a suspensão bacteriana patogênica (10^7) apresentaram menor quantidade de doença. A SBI é um produto promissor, podendo ser recomendado para o controle da doença, sem impacto ambiental.

Palavras-chave: Doença, severidade, *Solanum lycopersicum*, *Xanthomonas hortorum* pv. *gardneri*.

ABSTRACT

Bacterial spot of tomato caused by the bacteria *Xanthomonas hortorum pv. gardneri* can cause significant crop losses, due to reduced productivity and fruit quality. Chemical control of the disease is not efficient and alternative, low-cost measures must be evaluated, such as the use of inactivated bacterial suspension (SBI). The objective of this work was to evaluate the application interval of inactivated bacterial suspension to control tomato bacterial spot. Tomato plants cv. Santa Cruz Kada (3 to 4 leaves) were sprayed at intervals of two, four and two + four days, with SBIs (10^8 and 10^9 UFC/mL), copper hydroxide, acibenzolar-S-methyl (ASM) and water (witness). After two and four days, the plants were inoculated with the pathogenic bacterial suspension (10^7 and 10^8 UFC/mL). To obtain SBI, the pathogenic bacterial suspension (10^9 UFC/mL) of *X. Hortorum pv. gardneri* was sterilized in an autoclave at 120°C for 20 minutes. Disease severity was assessed at 3, 6, 9, 12 and 15 days after inoculation and the area under the disease progress curve (AACPD) calculated. The experiment was conducted in a $5 \times 2 \times 3$ factorial scheme, consisting of five products (SBI- 10^8 , SBI- 10^9 , copper hydroxide, ASM and water), two concentrations of the pathogenic bacterial suspension (10^7 and 10^8 UFC/mL) and three application intervals (2, 4 and 2 + 4), with 4 repetitions. The application of SBI (10^8 and 10^9 UFC/mL), ASM and copper reduced the severity of bacterial spot, and SBI- 10^9 showed less disease. There was no significant difference between the application intervals of the products to control the disease. However, plants sprayed with SBI- 10^9 on four and two applications on two and four (2+4) days, before inoculation with the pathogenic bacterial suspension (10^7), showed less disease. SBI is a promising product and can be recommended for disease control, without environmental impact.

Keywords: Disease, severity, *Solanum lycopersicum*, *Xanthomonas hortorum pv. gardneri*.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 10 |
| Obtenção do inóculo patogênico | 10 |
| Obtenção da suspensão bacteriana inativa..... | 10 |
| Intervalos de aplicação da suspensão bacteriana inativada no controle da mancha bacteriana do tomateiro | 10 |
| 3 RESULTADOS | 11 |
| 4 DISCUSSÃO | 12 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 14 |
| REFERÊNCIAS | 15 |

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil, com uma produção de 3,8 milhões de toneladas em 2022, sendo o décimo país maior produtor mundial (IBGE, 2022). Devido as condições de solo e clima favoráveis a produção da cultura concentra-se no estado de Goiás (Silva-Junior *et al.*, 2015) e a utilização de irrigação por aspersão favorece a ocorrência de doenças.

Dentre as doenças que ocorrem na cultura, a mancha bacteriana, causada por quatro espécies de *Xanthomonas*: *X. vesicatoria* (Jones *et al.*, 2004), *X. euvesicatoria* pv. *euvesicatoria*, *X. euvesicatoria* pv. *perforans* (Constantin *et al.*, 2016) e *X. hortorum gardneri* (Morinière *et al.*, 2020), pode provocar perdas na produção, em condições de temperatura entre 20 a 30°C e as chuvas intensas (Lopes e Ávila 2005; Ioue-Nagata *et al.*, 2016).

A doença apresenta sintomas foliares com manchas necróticas de coloração marrom em formato circular por um halo amarelo, em condições favoráveis pode apresentar lesões agregadas e provocar a seca das folhas, com aspecto de queima, podendo manifestar em qualquer fase de desenvolvimento. Nos frutos as lesões são maiores, mais claras e mais profundas, na fase inicial apresenta lesões brancas pequenas e depois se tornam marrom acinzentado. Além disso, provoca perda de flores quando ocorre na fase do florescimento, causando lesões nos pedúnculos de flores e frutos (Silva *et al.*, 2006; Quezado-Duval; Lopes, 2010).

O controle químico do patógeno não é eficiente e inovações são necessárias para o controle da doença, como o uso da suspensão bacteriana inativada (SBI). A SBI é um produto promissor que pode induzir a resistência do patógeno. A resistência do hospedeiro pode diminuindo ou retardando o aparecimento de patógenos (Goodman *et al.*, 1986). O método SBI consiste na utilização da própria bactéria inativada pela ação do calor e esterilização para reduzir a severidade da doença (Sá; Tebaldi, 2022), demonstrado ser promissora no controle da doença.

O único contato com o patógeno pode desencadear respostas de defesa local e induzir a produção de sinais que levam a expressão sistêmica de genes relacionados (Taiz; Zeiger, 2017). Sendo assim, o contato com o patógeno através da pulverização com SBI nas plantas, pode desenvolver resistência ao patógeno, semelhante a uma vacina para as plantas.

As vacinas estimulam o sistema imunológico do corpo expondo partes enfraquecidas ou inativas de um microrganismo causadoras de doença, podendo desencadear memória celular, criando anticorpos (BUTANTAN, 2021). O sistema imunológico reconhece as células do microrganismo, desenvolve imunidade celular para combater a doença.

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o intervalo de aplicação da suspensão bacteriana inativada no controle da mancha bacteriana do tomateiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) pertencente à família da Solanaceae, produz frutos ricos em vitamina B e C, sais minerais, aminoácidos essenciais, açúcares, fibras dietéticas, ferro e fósforo (Naika *et al.*, 2006). Possui ação antioxidantes como o licopeno, ácido ascórbico e compostos fenólicos (George *et al.*, 2004).

O Brasil é um dos maiores produtores de tomate do mundo, com uma área colhida de aproximadamente 54,5 hectares e uma produção total de cerca de 3,8 toneladas (IBGE, 2022), sendo o estado de Goiás o principal produtor do país (IBGE, 2022). A produção brasileira de tomate contribui para o abastecimento interno do país e também para exportação.

O tomate é uma planta originária da região Andina englobando os países Peru, norte do Chile, Equador e as Ilhas Galápagos (Pinho, 2022), caracterizado pelo clima tropical de altitude, subtropical e temperado, permitindo o cultivo em diversas regiões do mundo, com temperaturas moderadas, médias de 15 °C a 19 °C (Silva *et al.*, 2006).

As doenças causadas por bactérias, fungos e vírus podem contribuir para a redução da produtividade e a qualidade dos frutos de tomate. Os principais gêneros de bactérias que provocam doenças no tomateiro são *Clavibacter*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*, *Pseudomonas* e *Pectobacterium*. As espécies de *Xanthomonas*, *X. vesicatoria*, *X. euvesicatoria* pv. *euvesicatoria*, *X. euvesicatoria* pv. *perforans* e *X. hortorum* pv. *gardneri* podem provocar perdas significativas na produção.

Os sintomas da doença são presença de manchas encharcadas, marrons e de formato irregular, sendo observadas principalmente em folhas velhas. As lesões se coalescem e apresentam um aspecto de queima. As lesões quando situadas no pecíolo,

caule partes florais e pedúnculo podem provocar queda de flores e frutos. O ataque da bactéria durante a floração causa queda das folhas podendo resultar na redução da produtividade (Lopes; Reis, 2022).

A doença pode provocar perdas consideráveis no tomateiro quando cultivados em temperaturas acima de 25°C, podendo ser mais severa em locais com chuvas associadas com ventos fortes e a terrenos arenosos (Lopes; Reis, 2022). A disseminação do patógeno pode ocorrer através de ventos fortes, chuva, irrigação por aspersão, implementos agrícolas, tratos culturais, mudas e sementes contaminadas (Inoue-Nagata et al., 2016; Lopes; Ávila, 2005).

As medidas de controle para a mancha bacteriana do tomateiro são escolha de sementes e mudas saudáveis, variedades resistentes e uso de defensivos agrícolas (Quezado-Duval; Lopes, 2010). A diversificação de métodos de controle de doenças é fundamental, contudo, evidencia-se uma limitação de produtos registrados que em sua maioria são cúpricos e podem causar a resistência de patógenos (Mirik *et al.*, 2007; Potnis *et al.*, 2015; Quezado-Duval *et al.*, 2003).

A SBI é um método de controle inovador que induz o mecanismo de defesa da planta, protegendo a planta contra os patógenos, de modo que ocorra a ativação das enzimas desenvolvendo a resistência sistêmica da planta (Sá; Tebaldi, 2022). A resistência pode ser manifestada por interações genéticas específicas entre as plantas e os genes de virulência de patógenos, resultam na resistência das plantas a doenças (García-Pineda; Lozoya-Gloria, 2004).

As vacinas como a SBI, utilizam organismos inativados, enfraquecidos ou derivados de alguns microrganismos para combater a doença. As vacinas podem promover a defesa do organismo através do sistema imunológico utilizando as células de memória do organismo, produzindo anticorpos. Quando o organismo é exposto novamente à doença, as células do sistema imune produzem anticorpos e podem inibir os microrganismos (Crepe, 2009).

As pulverizações com SBI apresentaram resultados promissores e inovador para o controle da mancha bacteriana do tomateiro, sendo eficiente e sustentável, reduzindo o uso de produtos químicos (Sá; Tebaldi, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Bacteriologia Vegetal (LABAC) e em casa de vegetação, do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Umuarama, no ano de 2022.

Obtenção do inóculo patogênico

O isolado patogênico de *Xanthomonas hortorum* pv. *gardneri* pertencente a coleção de trabalho do LABAC, ICIAG/UFU foi cultivado em meio de cultura 523 (Kado & Heskett, 1970), a 28°C por 48 h.

A suspensão bacteriana foi preparada em água filtrada, esterilizada e ajustada em espectrofotômetro a $DOC_{550}=0,5$ (10^9 UFC/mL), sendo utilizada como suspensão bacteriana patogênica e como suspensão bacteriana inativa (SBI).

Obtenção da suspensão bacteriana inativada

Para a obtenção da SBI, a suspensão bacteriana patogênica foi esterilizada em autoclave a 120 °C por 20 minutos. Para confirmar a morte das células bacterianas, a SBI foi cultivada em meio de cultura 523 a 28°C por 48 h.

Intervalo de aplicação da suspensão bacteriana inativada no controle da mancha bacteriana do tomateiro

Plantas de tomate cultivar Santa Cruz Kada foram cultivadas em vasos com capacidade de 500 mL, contendo substrato composto de solo, areia, húmus e vermiculita (4:1:1:1). Após 28 dias da semeadura, as plantas (três e quatro folhas) foram pulverizadas em intervalos quatro, dois e quatro+dois com as SBIs (10^8 e 10^9 UFC/mL), hidróxido de cobre (2g/L), acidobenzolar-S-metil (ASM) (0,1g/L) e água (testemunha). Após dois e quatro dias as plantas foram inoculadas com suspensão bacteriana patogênica nas concentrações 10^7 e 10^8 UFC/mL. As plantas foram mantidas em câmara úmida 24h antes e após a inoculação.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 5 x 2 x 3, sendo cinco pulverizações (SBI 10^8 , SBI 10^9 , hidróxido de cobre, ASM e água), duas concentrações da suspensão bacteriana patogênica (10^7 e 10^8 UFC/mL) e três intervalos de aplicações (4, 2 e 4+2 dias), com quatro repetições, sendo considerado como unidade experimental um vaso, contendo duas plantas.

A severidade da doença foi avaliada usando a escala diagramática (Mello et al. 1997). As avaliações foram realizadas aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a inoculação. A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi calculada pela fórmula: AACPD: $(Y_i + Y_{i+1})/2 * (t_{i+1} - t_i)$, onde Y (é a intensidade da doença); t o tempo (intervalo entre as avaliações, em dias) e i (é o número de avaliações no tempo) (Shaner; Finney, 1977).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e testadas as pressuposições de normalidade e homogeneidade. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, utilizando o programa SISVAR.

4. RESULTADOS

Para área abaixo da curva de progresso da mancha bacteriana do tomateiro houve diferença significativa entre as concentrações da suspensão bacteriana 10^7 (8,10) e 10^8 UFUC/mL (12,42) (Tabela 1). Na concentração do inóculo 10^7 UFC/mL houve diferença significativa entre os intervalos de pulverização (4, 2 e 4+2) para o cobre e ASM. Para a concentração da suspensão bacteriana 10^8 UFC/mL não houve diferença significativa entre os intervalos de pulverização (4, 2, 4+2), com os diferentes produtos.

A SBI- 10^9 e o cobre aplicados aos 4 dias antes da inoculação, com a suspensão bacteriana 10^7 UFC/mL reduziram significativamente a severidade da doença.

Quando foram realizadas duas aplicações da SBI- 10^9 , cobre e ASM, aos 4 e aos 2 (4+2) antes da inoculação com a suspensão 10^7 UFC/mL houve uma menor quantidade da doença (Tabela 1). Todos os produtos reduziram a severidade da doença quando comparado com a testemunha, nos diferentes intervalos de aplicação.

Tabela 1. Área abaixo da curva de progresso da mancha bacteriana do tomateiro, pulverizadas com diferentes produtos, em diferentes concentrações do inóculo (10^7 e 10^8).

| Produtos | 10^7 | | | | 10^8 | | | |
|------------|----------|----------|----------|---------|-----------|----------|----------|---------|
| | 4 | 2 | 4+2 | Média | 4 | 2 | 4+2 | Média |
| SBI 10^8 | 11,62 bA | 10,50 aA | 6,37 aA | 9,50 b | 10,50 aA | 10,50 aA | 10,87 aA | 10,62 a |
| SBI 10^9 | 3,00 aA | 7,50 aA | 1,87 aA | 4,12 a | 9,75 aA | 7,87 aA | 12,00 aA | 9,87 a |
| COBRE | 1,12 aA | 9,00 aB | 1,87 aA | 4,00 a | 7,12 aA | 7,50 aA | 7,50 aA | 7,37 a |
| ASM | 12,00 bB | 5,25 aA | 1,87 aA | 6,37 a | 10,87 aA | 10,50 aA | 9,75 aA | 10,37 a |
| Água | 16,12 bA | 16,50 bA | 16,87 bA | 16,50 c | 23,62 b A | 25,50 bA | 22,50 bA | 23,87 b |
| Média | | | | 8,10 A | | | | 12,52 B |
| CV (%) | 39,99 | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). ¹SBI: Suspensão Bacteriana Inativada, ²Cobre: Hidróxido de cobre, ³ASM:

Acibenzolar-S-Metil.

Para a área abaixo da curva de progresso (AACPD) da mancha bacteriano do tomateiro, não houve diferença significativa entre os intervalos de aplicação dos produtos no controle da doença. Aos 4 dias antes da inoculação (Tabela 2) a SBI 10^9 (3,00) e o cobre (1,12) diferiram significativamente dos demais tratamentos e da água, apresentando menor severidade de doença, quando inoculada com suspensão bacteriana 10^7 UFC/mL. Enquanto que, a aplicação dos produtos aos 2 dias e duas aplicações aos 4 e 2 dias (4+2), para as duas concentrações da suspensão bacteriana, reduziu significativamente, a severidade de doença em relação a testemunha.

As plantas quando foram pulverizadas duas vezes (4+2), com SBI 10^9 , cobre e ASM, antes da inoculação com suspensão bacteriana (10^7 UFC/mL), apresentaram a menor severidade de doença.

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso da mancha bacteriana do tomateiro, pulverizadas com diferentes produtos, em diferentes intervalos e diferentes concentrações de inóculo.

| Produtos | 4 dias | | | 2 dias | | | 4+2 dias | | |
|------------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|
| | 10^7 | 10^8 | Média | 10^7 | 10^8 | Média | 10^7 | 10^8 | Média |
| SBI 10^8 | 11,62 bA | 10,50 aA | 11,06 b | 10,50 aA | 10,50 aA | 10,5 a | 6,37 aA | 10,87 aA | 8,62 a |
| SBI 10^9 | 3,00 aA | 9,75 aB | 6,37 a | 7,50 aA | 7,80 aA | 7,68 a | 1,87 aA | 12,00 aB | 6,93 a |
| COBRE | 1,12 aA | 7,12 aB | 4,12 a | 9,00 aA | 7,50 Aa | 8,25 a | 1,87 aA | 7,50 aA | 4,68 a |
| ASM | 12,00 bA | 10,87 aA | 11,43 b | 5,25 aA | 10,50 aA | 7,87 a | 1,87 aA | 9,75 aB | 5,81 a |
| Água | 16,12 bA | 23,62 bB | 19,87 c | 16,50 bA | 25,50 bB | 21,00 b | 16,87 bA | 22,5 bA | 19,68 b |
| Média | | | 11,06A | | | 10,57A | | | 9,15 A |
| CV (%) | 39,99 | | | | | | | | |

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Scott-knott ($P < 0,05$). ¹SBI: Suspensão Bacteriana Inativada, ²Cobre: Hidróxido de cobre, ³ASM: Acibenzolar-S-Metil.

5. DISCUSSÃO

O presente trabalho demonstrou que os intervalos de pulverização das plantas com SBI reduziu a severidade da mancha bacteriana do tomateiro, quando feita duas aplicações aos 4 e 2 dias, antes da inoculação com a suspensão bacteriana (10^7 UFC/mL).

Para o controle da mancha bacteriana do tomateiro no Brasil são utilizados produtos registrados à base de cobre, antibióticos estreptomicina e oxitetraciclina (Lopes;

Quezado-Soares, 1997), no entanto, esses produtos podem levar ao desenvolvimento de isolados resistentes (Quezado-Duval *et al.*, 2003, Mirik *et al.* 2007; Potnis *et al.* 2015), tornando inviável seu uso.

O uso da SBI demonstrou ser eficaz no controle da mancha bacteriana do tomateiro (Sá; Tebaldi, 2022). A SBI é uma alternativa inovadora no controle de doenças de plantas, onde se utiliza a própria bactéria inativada pela ação do calor e esterilização formando um produto eficaz e sustentável no controle da mancha bacteriana do tomateiro, sem impacto ambiental, podendo ser recomendado para o controle da doença de forma preventiva (Sá; Tebaldi, 2022).

A utilização de raças e agentes não patogênicos, assim como patógenos atenuados ou inativados pelo calor, podem proporcionar proteção aos ataques de cepas virulentas do mesmo microrganismo ou de microrganismos relacionados (Chester, 1933; Kué, 1972). Plantas de tabaco tratadas com *Pseudomonas tabaci* morta pela ação do calor ficaram protegidas contra infecção bacteriana, reduzindo a severidade da doença (Lovrekovich; Farkas, 1965). A severidade da podridão mole da batata, causada por *Pectobacterium atrosepticum* foi reduzida quando as folhas da planta foram tratadas com uma suspensão de *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* autoclavada (Faillace *et al.*, 2019).

Quando a planta é exposta a um agente indutor, há necessidade de um intervalo de tempo da exposição para confirmar se a resistência exibida pela planta foi induzida e a expressão da resistência (Pascolati, 2011). As plantas pulverizadas com SBI e posteriormente inoculadas com o mesmo patógeno podem induzir o desenvolvimento de anticorpos e proteger a planta contra a infecções.

As vacinas estimulam a produção de anticorpos, promovendo a imunização ativa, criando uma memória imunológica, quando ocorre a entrada de um microrganismo invasor, desencadeando uma resposta imune de forma rápida, permitindo o reconhecimento de células invasoras no organismo, promovendo a defesa (Crepe, 2009).

A pulverização com ASM reduziu a severidade da doença, quando foram realizadas duas aplicações aos 4 e 2 dias antes de inoculação, com a suspensão bacteriana 10^7 UFC/mL. O ASM estimula os mecanismos de defesa das plantas (Walters, 2005) induzindo a produção de enzimas, como peroxidase e oxidase de polifenóis, que atua contra bactérias, fungos e vírus (Col *et al.*, 1999), desempenhando um papel importante no controle da mancha bacteriana do tomateiro (Cavalcanti *et al.*, 2006).

6. CONCLUSÃO

A aplicação da SBI10⁹ foi eficaz para o controle da mancha bacteriana do tomateiro, quando pulverizadas em intervalos 4 dias e duas aplicações aos quatro e dois (4+2) antes da inoculação, com a suspensão bacteriana patogênica 10⁷ UFC/mL, podendo ser recomendada para o manejo da doença.

REFERÊNCIAS

CENTRO DE PESQUISA CIENTIFICA E PRODUÇÃO DE IMUNIBIOLÓGICOS (BUTANTAN). **Saiba como as vacinas que você tomou ao longo da vida agem no seu corpo**: As vacinas estimulam a criação de anticorpos que são como soldados que combatem doenças específicas. Brasil, 2021. Disponível em: <https://butantan.gov.br/bubutantan/saiba-como-as-vacinas-que-voce-tomou-ao-longo-da-vida-agem-no-seu-corpo>. Acesso em: 01 dez. 2023.

CONSTANTIN, E. C.; CLEENWERCK, I.; MAES, M.; BAEYEN, S.; VAN MALDERGHEM, C.; DE VOS, P.; COTTYN, B. Genetic characterization of strains named as *Xanthomonas axonopodis* pv. *dieffenbachiae* leads to a taxonomic revision of the *X. axonopodis* species complex. **Plant Pathology**, London, v. 65, p. 792-806, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.12461>. Disponível em: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ppa.12461>. Acesso em: 16 nov. 2023.

CREPE, C. A. **Introduzindo a imunologia: vacinas**. Apucarana, 2009. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1816-6.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2023.

FAILLACE G.R.; SANTARÉM E.R.; ASTARITA L.V. Extract of *Xanthomonas axonopodis* induces resistance in *Solanum tuberosum* against *Pectobacterium atrosepticum*. **Biological Control**, Porto Alegre, 134:53-62, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.03.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964418308788?via%3Dihub>. Acesso em: 16 nov. 2023.

GARCÍA-PINEDA, E.; LOZOYA-GLORIA, E. Genes de Resistencia a Enfermedades en Plantas. **Revista Mexicana de Fitopatología**, Mexico, v. 22, n. 3, p. 414-422, 2004. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61222315>. Acesso em: 6 nov.2023.

GOODMAN, R. N.; KIRÁLY, Z.; WOOD, K. R. **The biochemistry and physiology of plant disease**. Subsequent Edition. Columbia: University of Missouri Press, 1986.

INOUE-NAGATA, A. K.; LOPES, C. A.; REIS, A.; PEREIRA, R. B.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; PINHEIRO, J. B.; LIMA, M. F. Doenças do tomateiro. In AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J. A. M.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres,

2016. v. 2., 772 p. Disponível em: <file:///C:/Users/vitor/Downloads/Producao-Integrada-Tomate-Tutorado-p117-173.pdf>. Acesso em: 21 nov.2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Produção de tomate**. Brasil, 2022. IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>. Acesso em: 16 nov. 2023.

JONES J.B.; LACY G.H.; BOUZAR H; STALL R.E.; SCHAAD N.W. Reclassification of the xanthomonads associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. **Systematic and Applied Microbiology**, Estados Unidos da America, v. 27, p. 755-762, 2004. <https://doi.org/10.1078/0723202042369884>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15612634/>. Acesso em: 16 nov. 2023

KADO, C.I.; HESKETT, M.G. Selective media for isolation of Agrobacterium, Corynebacterium, Erwinia, Pseudomonas and Xanthomonas. **Phytopathology**, California, v. 60, p. 969-976. <https://doi.org/10.1094/Phyto-60-969>. Disponível em: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1970Articles/Phyto60n06_969.PDF. Acesso em: 16 nov. 2023.

LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. **Doenças bacterianas das hortaliças diagnose e controle** 1. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 1997. 70 p. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00063200.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2023.

LOVREKOVICH L, FARKAS GL (1965) Induced protection against wildfire disease in tobacco 425 leaves treated with heat-killed bacteria. *Nature* 205:823-824 <https://doi.org/10.1038/205823a0>.

MIRIK M.; AYSAN Y.; CINAR O. Copper-resistant strains of Xanthomonas axonopodis pv. vesicatoria (Doidge) Dye in the eastern Mediterranean region of Turkey. **Journal of Plant Pathology**, v. 89, p. 153-154, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v89i1.737>. Disponível em: <https://sipav.org/main/jpp/volumes/0107/010719.pdf> Acesso em: 21 nov. 2023.

MORINIÈRE, Lucas *et al.* Clarifying the taxonomy of the causal agent of bacterial leaf spot of lettuce through a polyphasic approach reveals that Xanthomonas cynarae Trébaol *et al.* 2000 emend. Timilsina *et al.* 2019 is a later heterotypic synonym of Xanthomonas hortorum Vauterin *et al.* 1995. **Systematic And Applied Microbiology**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 126087, jul. 2020. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.syapm.2020.126087>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0723202020300382?via%3Dihub>.
Acesso em: 21 nov. 2023

PASCOLATI, S.F. Fisiologia do Parasitismo: como as plantas se defendem dos patógenos. *In*: Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A. **Manual de fitopatologia**: princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. p 593-636. v.1. 4.ed. Disponível em: Acesso em: 30 out. 2023.

PINHO, E. Pesquisa obtém bons resultados no controle da traça-do-tomateiro. **Embrapa Hortaliças**, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/75541946/pesquisa-obtem-bons-resultados-no-controle-da-traca-do-tomateiro>. Acesso em: 18 out. 2023.

POTNIS, N.; TIMILSINA, S.; STRAYER, A.; SHANTHARAJ, D.; BARAK, J. D.; PARET, M. L.; VALLAD, G. E.; JONES, J. B. Bacterial spot of tomato and pepper: diverse *Xanthomonas* species with a wide variety of virulence factors posing a worldwide challenge. **Molecular Plant Pathology**, London, v. 16, n. 9, p. 907-920, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/mpp.12244>. Disponível em:
<https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mpp.12244>. Acesso em: 21 nov. 2023.

QUEZADO-DUVAL A.M.; GAZZOTO FILHO A; LEITE JÚNIOR R.P.; CAMARG L.E.A. Sensibilidade a cobre, estreptomicina e oxitetraciclina em *Xanthomonas* spp. associadas à mancha-bacteriana do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasil, v. 21, n. 4, p. 670-675, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362003000400020>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/hb/a/ZsKSpzBKsVhpSjBWs4D4Lyr/?lang=pt> Acesso em: 21 nov. 2023.

QUEZADO-DUVAL, A. M.; LOPES, C. A. Mancha bacteriana: uma atualização para o sistema de produção integrada de tomate indústria. **Embrapa Hortaliças**, 2010. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112909/1/Circular-Tecnica-84.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023

QUEZADO-DUVAL, A. M.; LOPES, C. A. Mancha bacteriana: uma atualização para o sistema de produção integrada de tomate indústria. **Embrapa Hortaliças**, 2010. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112909/1/Circular-Tecnica-84.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

SÁ, Gislaine Nascimento Vieira de et al. Inactivated bacterial suspension to control tomato bacterial spot. **Tropical Plant Pathology**, Uberlandia., v. 47, n. 4, p. 583-589, 20 abr. 2022. Springer Science and Business Media LLC.
<http://dx.doi.org/10.1007/s40858-022-00508-x>. Disponível em: Acesso em: 6 nov. 2023.

SHANER, Gregory. The Effect of Nitrogen Fertilization on the Expression of Slow-Mildewing Resistance in Knox Wheat. **Phytopathology**, [S.L.], v. 77, n. 8, p. 1051, 1977. Scientific Societies. <http://dx.doi.org/10.1094/phyto-67-1051>. Disponível em: Acesso em: 21 nov. 2023.

SILVA J., A.R.; RIBEIRO, W.M.; NASCIMENTO, A.R; SOUZA, C.B. Cultivo do tomate industrial no estado de Goiás: evolução das áreas de plantio e produção. **Conjuntura Econômica Goiana**, Goiania, n. 34, p 97-109, 2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/riserver/api/core/bitstreams/17056c70-4ea5-4692-b08a-1512d123fa51/content>. Acesso em: 21 nov. 2023.

SILVA, J.B.C *et al.* Cultivo de Tomate para Industrialização. Embrapa Hortaliças, 2006. Disponível em:
https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/clima.htm. Acesso em: 21 nov. 2023.