



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS MORRINHOS  
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**AVALIAÇÃO “*in vivo*” DE BACTERÍOFAGOS COMO AGENTES DE  
CONTROLE BIOLÓGICO DA MANCHA BACTERIANA DO TOMATEIRO**

Larissa Dias Ferreira da Silva  
Orientador: Dr. Nadson de Carvalho Pontes

MORRINHOS  
2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS MORRINHOS  
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

LARISSA DIAS FERREIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO “*in vivo*” DE BACTERIÓFAGOS COMO AGENTES DE  
CONTROLE BIOLÓGICO DA MANCHA BACTERIANA DO TOMATEIRO**

Trabalho de Curso de Graduação em  
Agronomia do Instituto Federal Goiano  
– Campus Morrinhos, como parte das  
exigências para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Dr. Nadson de Carvalho Pontes

MORRINHOS  
2022

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

S586a Silva, Larissa Dias Ferreira da.  
Avaliação "in vivo" de bacteriófagos como agentes de controle biológico da Mancha Bacteriana do tomateiro. / Larissa Dias Ferreira da Silva. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2022.  
21 f. ; il.

Orientador: Dr. Nadson de Carvalho Pontes.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Bacharelado em Agronomia, 2022.

1. Pragas agrícolas - Controle biológico. 2. Bacteriófagos. 3. Mancha Bacteriana. I. Pontes, Nadson de Carvalho. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 635.64

Fonte: Elaborado pela Bibliotecária-documentalista Morgana Guimarães, CRB1/2837

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Larissa Dias Ferreira da Silva

Matrícula:

2018104220210120

Título do trabalho:

AVALIAÇÃO "in vivo" DE BACTERIÓFAGOS COMO AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DA MANCHA BACTERIANA DO TOMATEIRO

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 15 / 12 / 2022

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Morrinhos

15 / 12 / 2022

Local

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

NADSON DE CARVALHO

PONTES:00555510336

Assinatura registrada em nome do IF Goiano - RIIIF Goiano  
Assinatura registrada em nome do IF Goiano - RIIIF Goiano  
Assinatura registrada em nome do IF Goiano - RIIIF Goiano  
Assinatura registrada em nome do IF Goiano - RIIIF Goiano  
Assinatura registrada em nome do IF Goiano - RIIIF Goiano  
Assinatura registrada em nome do IF Goiano - RIIIF Goiano

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 13/2022 - GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

### **ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

Aos vinte e cinco dias do mês de novembro de 2022, às 13 horas, reuniu-se a banca examinadora composta por: Nadson de Carvalho Pontes (orientador), Leonardo Cunha de Albuquerque (membro) e Rodrigo Vieira da Silva (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "**AVALIAÇÃO "in vivo" DE BACTERIÓFAGOS COMO AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DA MANCHA BACTERIANA DO TOMATEIRO**" da discente **Larissa Dias Ferreira da Silva**, Matrícula nº **2018104220210120** do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano - Campus Morrinhos. A palavra foi concedida à estudante para a apresentação oral do TC. Em seguida houve arguição do discente pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** do(a) estudante com **NOTA 9,0**. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

*(Assinado Eletronicamente)*

Nadson de Carvalho Pontes  
Orientador(a)

*(Assinado Eletronicamente)*

Leonardo Cunha de Albuquerque  
Membro

*(Assinado Eletronicamente)*

Rodrigo Vieira da Silva  
Membro

#### **Observação:**

( ) O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Rodrigo Vieira da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/11/2022 14:41:58.
- Leonardo Cunha de Albuquerque, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/11/2022 14:40:53.
- Nadson de Carvalho Pontes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/11/2022 14:39:19.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/11/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse [https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar\\_documento/](https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar_documento/) e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 44E960  
Código de Autenticação: c6ddeb33a



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Morrinhos  
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, None, None, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000  
(64) 3413-7900

## **DEDICATÓRIA**

Dedico a Deus sem ele nada seria possível. Ao meus pais Flavio Oliveira e Jaciene de Fatima Dias. E todos que esteve presente ao meu lado na caminhada da realização desse trabalho. E por fim ao Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força concedida para encarar os desafios durante a graduação.

A minha família em especial meus pais Flavio Oliveira e Jaciene de Fatima.

Ao meu colega de graduação e namorado Flávio Henrique por todo companheirismo durante a trajetória.

Agradeço aos meus colegas Rafaella Alves, Leticia Pontes, Thaynara Mendonça, Marya Castro, Raphael Barboza e Flavio Tosta por todo companheirismo ao longo da graduação.

Meus colegas do LAFIP (Laboratório de fitopatologia) por toda ajuda na condução dos experimentos de iniciação científica.

Ao meu orientador Nadson de Carvalho Pontes e ao Doutorando João Pedro Elias onde contribuíram para meu crescimento profissional.

E ao IFGoiano – Campus Morrinhos e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Obriagda!**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	08
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1. Preparo da solução de bacteriófagos.....	11
2.2. Avaliação dos bacteriofagos “in vivo”.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4. CONCLUSÃO.....	19
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

## RESUMO

O tomateiro é uma das culturas mais importantes do mundo. A mancha bacteriana é uma das doenças mais importante da cultura por conta da severidade e ausência de métodos eficazes. Os bacteriófagos são uma alternativa de controle biológico para a doença. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia dos bacteriófagos no controle da doença em diferentes regimes de aplicação. Foram utilizados dois isolados da coleção do Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos IFGOB4 e IFGOB15 avaliados isolados e em mistura. Os regimes de aplicação foram 1) uma aplicação 48h antes da inoculação do patógeno; 2) uma aplicação 48h depois da inoculação do patógeno; 3) uma aplicação 48h antes e uma 48h depois da inoculação do patógeno; 4) uma 48h antes e duas aplicações 48h e 120h depois da inoculação do patógeno. Os bacteriófagos foram comparados com uma testemunha não tratada resultando em 13 tratamentos em esquema fatorial (3 x 4 + 1) com dez repetições de cada tratamento. O delineamento foi em blocos ao acaso. Todos os tratamentos, nas diferentes avaliações, proporcionaram menor severidade em relação à testemunha em relação aos regimes de aplicações 3) uma aplicação 48h antes e uma 48h depois da inoculação do patógeno e 4) uma 48h antes e duas aplicações 48h e 120h depois da inoculação do patógeno obteve melhores resultados em relação aos demais tratamentos.

**Palavra-chave:** Tomate, controle biológico, bacteriófagos, mancha bacteriana.

## ABSTRACT

Tomato is one of the most important crops in the world. With all its importance, it still suffers from the attack of several pathogens. Bacterial spot is one of the most important diseases of culture due to its severity and lack of effective methods. Bacteriophages are an alternative biological control for the disease. The objective of this work was to evaluate the effectiveness of bacteriophages in controlling the disease in different application regimes. Two isolates from the Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos collection were used, being IFGOB4 and IFGOB15 evaluated isolated and in mixture. Application regimens were 1) one application 48h before pathogen inoculation; 2) one application 48h after pathogen inoculation; 3) one application 48 hours before and one 48 hours after pathogen inoculation; 4) one 48h before and two applications 48h and 120h after pathogen inoculation. Bacteriophages were compared with an untreated control resulting in 13 treatments in a factorial scheme (3 x 4 + 1). The design was in randomized blocks. All treatments, in the different evaluations, provided less severity in relation to the control.

**Palavras-chave:** Tomato, biological control, bacteriophages, bacterial spot.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças mais importantes do mundo e pertence à família das solanáceas. O tomateiro é originado na América do Sul na região andina, entretanto relatos da história da cultura que foi domesticada no México é posteriormente após a domesticação em 1544 foi introduzida na Europa (WARNOCK, 1988). O cultivo de tomate rasteiro para processamento industrial no Brasil iniciou-se em Pernambuco no século XX. Desde então, os problemas fitossanitários têm sido comuns. Relatada pela primeira vez no Brasil em 1959, a mancha é uma das doenças mais importantes para o tomate destinado ao processamento industrial no país (SILVA e GIORDANO, 2000; RODRIGUES e NETO et al.,1984).

O tomate tem fontes de vitaminas essenciais para o ser humano e pode ser consumido *in natura* ou processado que vai determinar o tipo de cultivo de produção (PINHEIRO et al., 2017).

O tomate é cultivado em regiões tropicais e subtropicais em todo mundo. O maior produtor mundial de tomate é a China e o Brasil ocupa o nono lugar no ranking mundial (CONAB, 2019). No Brasil, segundo o IBGE (2021), Goiás e São Paulo são os maiores produtores nacionais representando 28,9% e 25,6% respectivamente.

Apesar de todo potencial econômico a cultura é constantemente afetada por patógenos como fungos, bactérias, pragas, nematoides, vírus. Quando as condições favoráveis para o desenvolvimento de doenças podem atingir níveis de severidade altos, reduzindo produtividade, qualidade visual e nutricional dos frutos (QUEZADO-DUVAL e LOURENÇO JUNIOR, 2018).

A cultura do tomate é bastante afetada pela mancha bacteriana, sendo esta uma das doenças mais destrutivas e severas da cultura. A doença tem o agente causal descritos no Brasil as espécies *Xanthomonas vesicatoria*, *X. euvesicatoria* *X. gardneri* e *X. Perforans*. Os danos causados pela doença vão desde a redução da área foliar até a perda do valor comercial dos frutos (QUEZADO-DUVAL e LOPES, 2010).

Os sintomas da doença podem ser encontrados nas folhas, caules e frutos. Nas folhas apresentam pequenas áreas encharcadas com formato irregular e podem ser observados inicialmente nas folhas do baixeiro, no fruto apresentam manchas levemente elevadas seguidas de coloração marrom escura com centro deprimido (LOPES e ÁVILA, 2005).

A doença é de difícil controle, em função da rápida disseminação do patógeno,

transmissão por sementes e falta de cultivares resistentes (NASCIMENTO et al. 2013). O controle da mancha bacteriana é feito por produtos fitossanitários, principalmente a base de cobre. Entretanto a eficiência dos produtos presentes no mercado é variável (QUEZADO-DUVAL & LOPES, 2010).

Os bacteriófagos são vírus que infectam bactérias e que não atacam as células eucarióticas. Estes também podem ser chamados de “fagos”. Os fagos podem ser isolados de diferentes ambientes como solo, água e folhas (BUTTNER et al., 2017). Os fagos podem constituir-se de uma alternativa de controle biológico de fitobactérias (VU & OH, 2020).

A baixa persistência no ambiente pode ser considerada uma desvantagem no uso de bacteriófagos no biocontrole. Luz ultravioleta, aumento de temperatura, mudança de pH e alteração na concentração de sais alteram a integridade do bacteriófago, comprometendo o número efetivo das partículas para infecção da espécie bacteriana alvo (BUTTNER et al., 2017).

Atualmente a fagoterapia, isto é, o emprego de bacteriófagos no combate a infecções, é considerado como uma alternativa bastante atraente no biocontrole, pois além de serem extremamente específicos e eficazes na lise celular bacteriana, não são patogênicos a seres humanos e animais, replicam-se somente no local onde se encontra a infecção e as bactérias as quais adquirem resistência aos fagos continuam susceptíveis a outros tipos de fagos os quais possuem hospedeiros similares (SULAKVELIDZE, et al, 2001).

Haja vista o este potencial o presente trabalho objetivou a avaliação do uso de bacteriófagos no controle da mancha bacteriana do tomateiro associado a diferentes tipos de aplicação.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos. O trabalho foi conduzido no laboratório de fitopatologia e em casa de vegetação. A casa de sistema de irrigação automatizado com sistema de controle de temperatura e umidade, o sistema de irrigação é através de sistema de gotejamento subterrâneo.

### 2.1 Preparo da solução de bacteriófagos

Os bacteriófagos que foram utilizados da coleção do IFGoiano-Campus Morrinhos foram isolados de Sousa (2020) e foram selecionados os fagos que foram promissores no controle da doença.

Para preparo das soluções estoque de fagos, foram preparadas 200 placas de Petri, com meio ágar-água na parte inferior e meio semisólido na parte superior, ao qual foi previamente adicionado suspensão bacteriana ajustada a  $OD_{600}=0,1$  e suspensão de fagos estoque. As culturas foram mantidas à 28°C por 24 horas. Após este período, foi adicionado em cada placa, um volume de 5 ml de SM-buffer (5,8g de NaCl, 2,0g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , 50ml TrisHCl -PH 7,4; 0,1g de gelatina incolor, 1000ml de  $H_2O$  destilada). As placas foram deixadas sob agitação 28°C por 1 hora. Depois de recolhido o volume de SM-buffer das 200 placas, foi adicionado à este clorofórmio (10% do volume final). A mistura foi centrifugada a 10000rpm por 5min. O sobrenadante foi filtrado em filtro de seringa (Jet Biofilm 0,22 $\mu$ m tamanho do poro), obtendo-se a solução.

A concentração dos fagos utilizados foram de  $10^5$  UFC/mL para o preparo da solução.

A suspensão de fagos foi mantida sob refrigeração protegida da luz até o momento da aplicação.

Antes de fazer o preparo da solução verificou a capacidade de patogenicidade dos fagos a bactéria utilizada, após a confirmação foi realizado também a viabilidade da solução preparada em ambos os teste foram constatados a viabilidade de patogenicidade dos fagos utilizados B4 e B15 representados pelas lise formada do processo de infecção dos bacteriófagos (Figura 1).



Figura 1: Teste "*in vitro*" de patogenicidade dos fagos; Fago B4.1: teste da solução estoque; Fago B4.2 teste da solução preparada para aplicação; Fago B15.1: Teste da solução estoque; Fago B15.2: teste da solução preparada para aplicação; as manchas nas placas representam lise do fago demonstrando a capacidade de infecção da bactéria.

## 2.2 Avaliação dos bacteriófagos "in vivo"

Mudas de tomateiro com 25 dias de idade com duas folhas totalmente expandidas com foram transplantadas para vasos de 2 litros preenchidos com solo: areia (2:1 ; v.v) e foram mantidos em casa de vegetação com ambiente controlado para cultura do tomateiro. As plantas foram mantidas em cima de bancadas sendo irrigadas duas vezes ao dia de forma a obter a capacidade de campo entre 60 a 70% por sistema de irrigação automático.

As plantas foram adubadas com nitrogênio, fósforo e potássio de acordo com a recomendação da cultura, foram feitas as adubações de cobertura com ureia com 15, 30 e 50 dias após o transplante das mudas, com dose de 0,25 g por vaso.

Após 55 dias após o transplante teve início a aplicação dos tratamentos. Foram utilizados os bacteriófagos IFGO-B4 e IFGO-B15. Além do uso isolado, foi avaliada a mistura dos dois bacteriófagos (IFGO-B4 + IFGO-B15). Nas aplicações foram realizadas realizadas com um pulverizador manual, foi aplicada suspensão de fagos com concentração final de  $10^5$  UFP/mL até o ponto de escorrimento. Foram avaliados diferentes regimes de aplicação: 1) uma aplicação 48h antes da inoculação do patógeno; 2) uma aplicação 48h depois da inoculação do patógeno; 3) uma aplicação 48h antes e uma 48h depois da inoculação do patógeno; 4) uma 48h

antes e duas aplicações 48h e 120h depois da inoculação do patógeno. Somando-se à testemunha não tratadas foram avaliadas 13 tratamentos em esquema fatorial (3 x 4 + 1), cada tratamento foram totalizados dez repetições.

Para a inoculação, foi utilizada um isolado de *X. perforans*. Para tal, colônias do patógeno incubados por 48h à 28°C em meio de cultura ágar nutriente foram coletadas em água destilada esterelizada. A concentração foi ajustada para OD<sub>600</sub>=0,3, a aplicação foi por meio de borrifadores manuais até o ponto de escorrimento.

As avaliações de severidade da doença foram realizadas estimando-se o percentual de área foliar lesionada com auxílio de uma escala diagramática (Figura 1).

As avaliações foram realizadas aos 3, 6, 9, 12 dias após a inoculação. Após o termino das avaliações de severidade, foi possível determinar a curva de progresso da doença e estimar a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme descrito por Campbell e Madden (1990).

Avalio-se ainda o percentual de controle dos tratamentos em relação à testemunha não tratada.



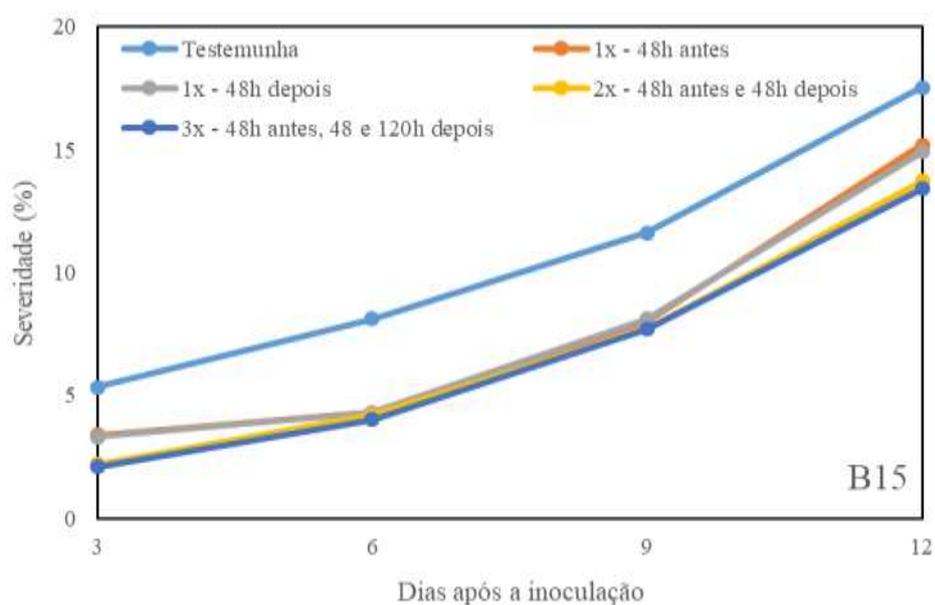
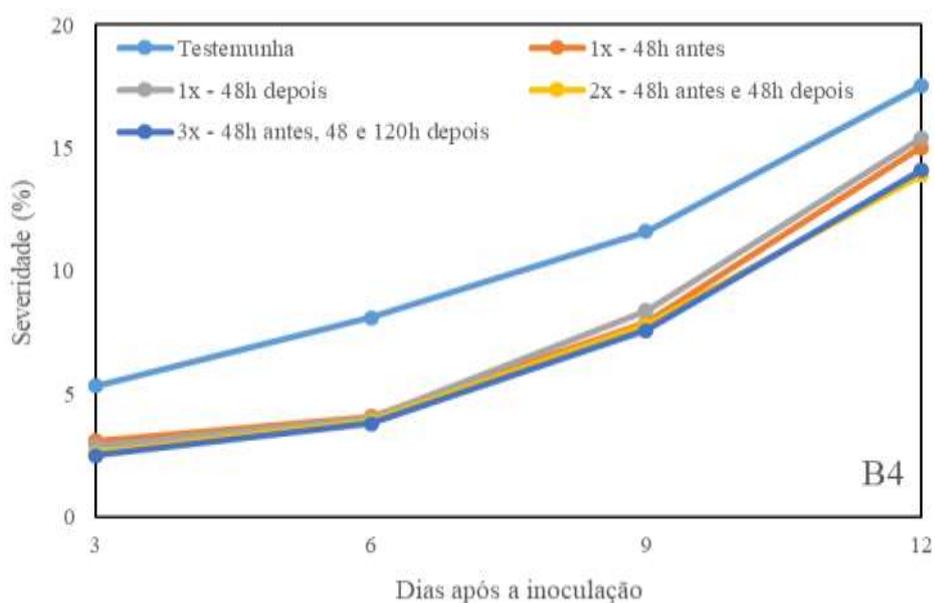
**Figura 2:** escala diagramática para avaliação da porcentagem da área foliar infectada por *Xanthomonas* spp. (MELLO et al., 1997)

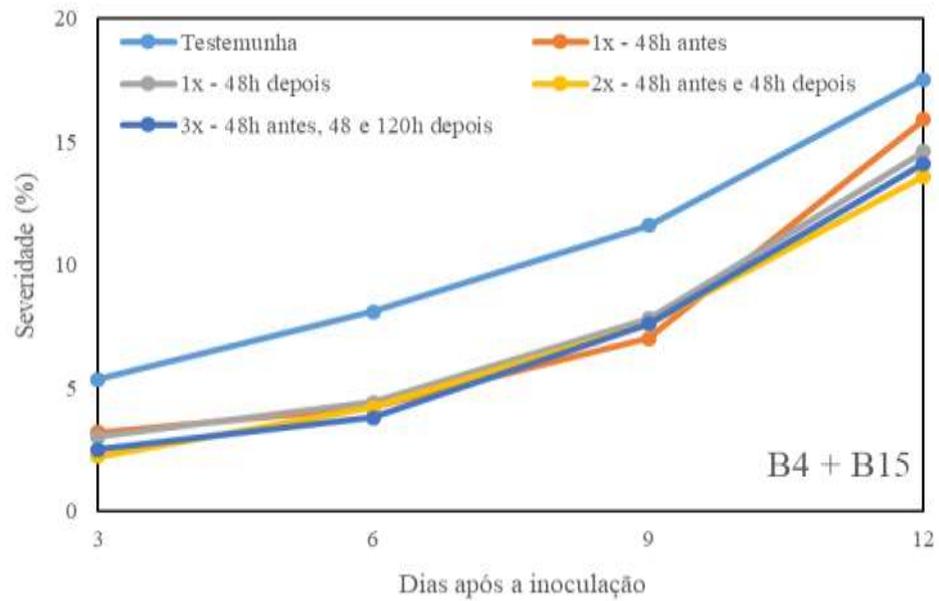
O delineamento experimental foi em blocos ao acaso. Os dados foram submetidos a análise de variância. Quando observados efeitos dos tratamentos (F,  $P \leq 0,05$ ), as médias de severidade de cada tratamento foram comparadas com a testemunha pelo teste de Dunnett

( $P \leq 0,05$ ). A comparação entre os tratamentos quanto às variáveis AACDP e o percentual de controle foi realizada por meio do teste T de Student ( $P \leq 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa SAS OnDemand for Academics.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos com aplicação de bacteriófagos nas diferentes avaliações, proporcionaram menor severidade em relação à testemunha. Foi observada diferenças significativa para esta variável para todos os tratamentos quando comparados com a testemunha (Dunnett,  $P \leq 0,05$ ). Nos gráficos de AACDP (Figura 2) pode-se verificar que independente do uso isolado ou em mistura de fagos todos diferiu da testemunha.





**Figura 3.** Curvas de progresso da mancha bacteriana em função do número de aplicações dos fagos, isolados ou em em mistura, em diferentes momentos em relação à inoculação.

Em relação a AACDP os tratamentos quando submetidos a teste T de Student a ( $P \leq 0,05$ ), pode ser observados na tabela 1 que não houve diferença significativa em relação a os diferentes tipos de fagos isolados ou a mistura dos dois. Já quando comparados os diferentes números de aplicação foi constatado diferença significativa quando realizado as aplicações 2x – 48h antes e 48h depois e 3x – 48h antes, 48 e 120h depois demonstrando melhor efetividade no controle da doença.

**Tabela 1.** Valores de área abaixo da curva de progresso da doença (AACDP), em relação ao tipo de aplicação e ao fago utilizado.

Tratamentos	B15	B4	B15+B4	Média
1x - 48h antes	69,90	67,80	67,05	68,25 B
1x - 48h depois	69,45	69,00	67,50	68,65 B
2x – 48h antes e 48h depois	62,85	63,75	62,40	63,00 A
3x – 48h antes, 48 e 120h depois	61,50	62,85	59,55	61,30 A
Média	65,93 <sup>NS</sup>	65,85	64,13	

x: quantidade de aplicação; NS: não significativo; Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si.

No percentual de controle da doença pelo teste T de Student ( $P \leq 0,05$ ) é possível verificar que os fagos isolados ou em mistura não teve diferença significativa entre eles. Mas quando comparando o número de aplicações as aplicações 2x – 48h antes e 48h depois e 3x –

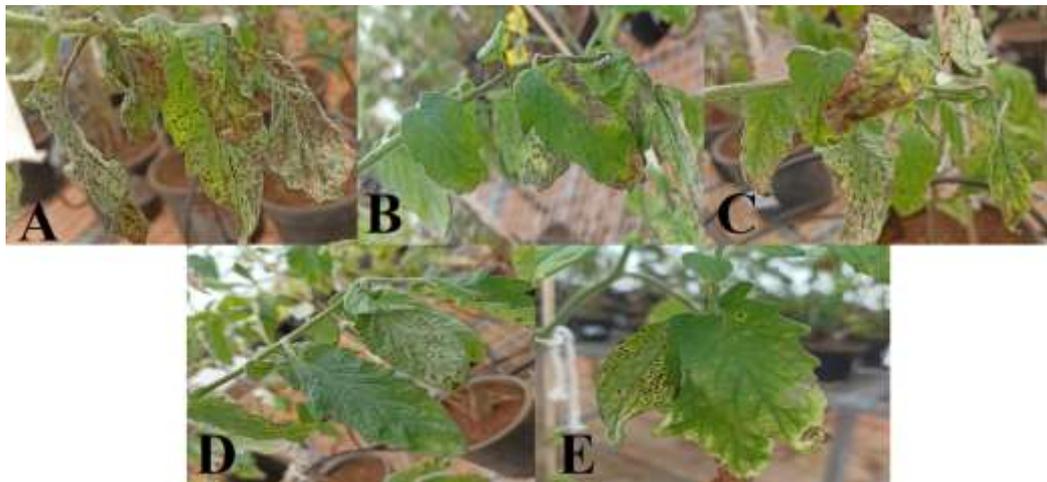
48h antes, 48 e 120h também desmostraram diferença significativa no percentual de controle da doença como demonstrado na tabela 2.

**Tabela 2.** Valores de percentual de controle da doença em relação ao tipo de aplicação e ao fago utilizado.

Tratamentos	B15	B4	B15+B4	Média
1x - 48h antes	31,09	33,16	33,90	32,72 B
1x - 48h depois	31,54	31,98	33,46	32,32 B
2x – 48h antes e 48h depois	38,04	37,15	38,49	37,89 A
3x – 48h antes, 48 e 120h depois	39,37	38,04	41,30	39,57 A
Média	35,01 <sup>NS</sup>	35,08	36,79	

x: quantidade de aplicação; NS: não significativo; Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si.

Na figura 4 representa a severidade da doença no folíolo da planta de tomateiro na avaliação aos 12 dias após a inoculação do patógeno onde podemos constatar que a figura A sendo o grupo controle apresentando maior severidade comparada aos outros tratamentos.



**Figura 4:** A) testemunha; B) Uma aplicação 48h antes da inoculação do patógeno; C) Uma aplicação 48h depois da inoculação do patógeno; D) Uma aplicação 48h antes e uma 48h depois da inoculação do patógeno; E) Uma 48h antes e duas aplicações 48h e 120h depois da inoculação

Estudos recentes com utilização de fagos vem demonstrando resultados eficientes da fagoterapia. Nos Estados Unidos é possível encontrar diversos trabalhos que utilizam fagos para controle da mancha bacteriana (Balogh et al. 2003; Obradović et al. 2004; Obradović et al. 2005). O biocontrole com uso de fagos concentra os estudos agora em melhorar eficiência de durabilidade a campo (Pandit et al., 2022).

Em trabalho realizado por Souza (2020), utilizando diferentes tipos de isolados de fagos e também a mistura para controle da mancha bacteriana (*Xanthomonas perforans*),

houve redução da severidade da doença em relação a testemunha, as aplicações foram realizada 24 horas antes da inoculação já demonstrando redução de severidade, apresentando o mesmo comportamento das aplicações 1 e 2 que utilizaram intervalos de 24 horas antes e depois da inoculação, entretanto o as aplicações que utilizaram mais de uma aplicaçãoe com intevalos de 24 e 48 horas se mostram mais eficientes que somente uma aplicação.

Já Hernandez, Salazar e Koskella (2020), ao estudarem o efeito de fagos em pinta bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. tomato), observaram que o efeito no controle da doença dependeu da quantidade de dias após a inoculação quando houve aplicação. Já em outro de Magar et al. (2022) com resultados semelhantes ao deste utilizando diferentes isolados de bacteriófagos e a mistura dos fagos para controle da murcha bacteriana do tomateiro, foi possível observar que plantas que foram tratadas com fagos aos três e cinco dias após a inoculação (DAI) de *Ralstonia pseudosolanacearum*, obtiveram a redução significativa da doença. Em plantas que foram aplicados os fagos um dia antes da inoculação e um dia após a inoculação não observou resultados na supressão da doença.

Assim é possível observar que o momento da aplicação influencia no nível de controle da doença demonstrando a importância de analisar o momento de aplicação para elevar a eficiência dos fagos.

#### **4. CONCLUSÃO**

Os fagos utilizados isolados ou em mistura se motram eficientes no controle da mancha bacteriana, todos demostram redução da severidade da doença. As aplicações 3) uma aplicação 48h antes e uma 48h depois da inoculação do patógeno; 4) uma 48h antes e duas aplicações 48h e 120h depois da inoculação do patógeno foram as que demostraram maior controle.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALOGH, B.; GUVEN, K.; IRIARTE, F. B. Integration of biological control agents and systemic acquired resistance inducers against bacterial spot on tomato. **Plant Dis**, 2005.
- BALOGH, B.; JONES, J. B.; MOMOL, M. T.; OLSON, S. M.; OBRADOVIĆ, A.; KING, P.; JACKSON, L. E.. Improved efficacy of newly formulated bacteriophages for management of bacterial spot on tomato. **Plant Disease**. 2003.
- BUTTNER, C.; MACAULIFFE, R. P. R.; HILL, C.; O'MAHONY, J; COFFEY, A.- Bacteriophages and Bacterial Plant Diseases. **Frontiers Microbiology**. 2017.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V.. Introduction to plant disease epidemiology. **John Wiley & Sons**. New York. 1990.
- COMPÊNDIO DE ESTUDOS CONAB. Tomate: Análise dos indicadores da produção e comercialização no mercado mundial, brasileiro e catarinense. Brasília. V. 21. ISSN 2448-3710. 2019.
- HERNANDEZ, C. A.; SALAZAR, A. J.; KOSKELLA, B.. Redução mediada por bacteriófagos de manchas bacterianas em plântulas de tomate. **Fago (New Rochelle, NY)** Pg. 205–212. 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2021.
- LOPES C. A.; ÁVILA A. C.. Doenças do Tomateiro. Brasília. 2005.
- MAGAR, R. T.; LEE, S. Y.; KIM, H. J.; LEE, S. W.. Biocontrol of bacterial wilt in tomato with a cocktail of lytic bacteriophages. **Appl Microbiol Biotechnol**. 2022.
- MELLO, S.C.; TAKATSU, A.; LOPES, C.A. Escala diagramática para avaliação da mancha-bacteriana do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília. v.22, n.3, p.447-448. 1997.
- NASCIMENTO, A. R; FERNANDES, P. M, BORGES, L. C; MOITA, A. W, QUEZADO-

DUVAL, A.. Controle químico da mancha-bacteriana do tomate para processamento industrial em campo. **Horticultura Brasileira**. Goiânia. v.31 p. 15-24, 2013.

OBRADOVIĆ, A.; JONES, J. B.; MOMOL, M. T.; BALOGH, B.; OLSON, S. M.; Management of tomato bacterial spot in the field by foliar applications of bacteriophages and SAR inducers. **Plant Dis**, 2004.

OBRADOVIĆ, A.; JONES, J. B.; MOMOL, M. T.; OLSON, S. M.; JACKSON, L. E. ; BALOGH, B.; GUVEN, K.; IRIARTE, F. B.; Integration of biological control agents and systemic acquired resistance inducers against bacterial spot on tomato. **Plant Dis**. 2005.

PANDIT, M. A.; KUMAR, J.; GULATI, S.; BHANDARI, N.; MEHTA,P.; KATYAL, R.; RAWAT, C. D.; MISHRA, V.; KAUR, J.; Major Biological Control Strategies for Plant Pathogens. **Pathogens**. 2022.

PINHEIRO, D. T.; COSTA, L. C. D.; GAMA, G. F. V.; TEIXEIRA, M. F. F.; BARROS, Y. T. V. Aspectos tecnológicos e qualitativos da produção de sementes de tomate. **Revista Espaços**, Caracas, v. 38, n. 34, p. 10-24, 2017

QUEZADO-DUVAL, A. M.; LOURENÇO JUNIOR, V. Os desafios da Olericultura. Manejo de doenças foliares do tomateiro. **Hortaliças em Revista**, Brasília, v. 1, n. 24, p. 12-13, 2018.

QUEZADO-DUVAL, A.M.; LOPES, C. A.. Mancha bacteriana: uma atualização para o Sistema de Produção Integrada de Tomate Indústria. **Embrapa Hortaliças, Circular Técnica**, Brasília v. 84. 2010.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO,L. B. Produção Mundial e Nacional. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO,L. B (Ed.) Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia/ Embrapa Hortaliças. 2000.

SOUSA, D.. Isolamento e caracterização de bacteriófagos com foco na sua utilização para controle da mancha bacteriana do tomateiro. 2020.

SULAKVELIDZE A, ALAVIDZE Z, MORRIS Jr J G Bacteriophage therapy. *Antim Agents and Chemother* . v. 45, p. 649-659. 2001.

VU, N.T.; OH, C. Bacteriophage Usage for Bacterial Disease Management and Diagnosis in Plants. **Plant Pathology Journal**, v. 36, p. 204-217. 2020.

WARNOCK,S.J. Natural habitats of *Lycopersicon* species. **HortScience**, Alexandria, v.26, p.466-471, 1988.