



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

KÉSIA RODRIGUES SILVA VIEIRA

**ESPÉCIES E ACESSOS DE JURUBEBA (*Solanum spp.*) COMO PORTA-ENXERTOS
PARA O TOMATEIRO E FONTE DE RESISTÊNCIA A PATÓGENOS DE SOLO**

SÃO LUÍS – MA
2024

KÉSIA RODRIGUES SILVA VIEIRA
Engenheira Agrônoma

**ESPÉCIES E ACESSOS DE JURUBEBA (*Solanum spp.*) COMO PORTA-ENXERTOS
PARA O TOMATEIRO E FONTE DE RESISTÊNCIA A PATÓGENOS DE SOLO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da
Universidade Estadual do Maranhão, para a
obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araujo
Coorientadora: Profa. Dra. Erlen Keila Cândido e Silva

SÃO LUÍS – MA
2024

Vieira, Késia Rodrigues Silva.

Espécies e acessos de Jurubeba (*Solanum spp.*) como porta-enxertos para o tomateiro e fonte de resistência a patógenos de solo./ Késia Rodrigues Silva Vieira. São Luís - MA, 2024.

82 p.

Dissertação (Pós-Graduação em Agroecologia) Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, 2024.

Orientador: Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araújo.

Co-Orientador: Profa. Dra. Erlen Keila Cândido e Silva.

1. Enxertia. 2. Doenças vasculares. 3.Solanáceas silvestres . I.Título.

CDU: 632.9.635.64

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA**

KÉSIA RODRIGUES SILVA VIEIRA

**ESPÉCIES E ACESSOS DE JURUBEBA (*Solanum spp.*) COMO PORTA-ENXERTOS
PARA O TOMATEIRO E FONTE DE RESISTÊNCIA A PATÓGENOS DE SOLO**

Aprovada em: 19/08/24

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **JOSE RIBAMAR GUSMAO ARAUJO**
Data: 10/03/2025 10:34:40-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araujo – (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Documento assinado digitalmente
 **RAIMUNDA NONATA DE LEMOS ARAUJO**
Data: 10/03/2025 11:46:01-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Raimunda Nonata de Lemos Araujo
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Documento assinado digitalmente
 **AUREA MARIA BARBOSA DE SOUSA**
Data: 07/03/2025 09:55:02-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof^a Dra. Aurea Maria Barbosa de Sousa
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)

São Luís - MA
2024

Dedico!

Dedico esta dissertação a Deus, à minha mãe e ao meu pai (em memória)

A Deus, por me conceder a força, a sabedoria e a perseverança necessárias para concluir mais esta etapa. Sem Sua orientação e bênçãos, nada disso seria possível.

À minha mãe, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por sempre acreditar em mim. Sua dedicação e sacrifício são à base do meu sucesso, e sou eternamente grata por tudo que fez e continua a fazer por mim.

Ao meu pai, que, embora não esteja mais fisicamente presente, continua a viver em meu coração e em minhas lembranças. Sua ausência física nunca diminuirá o impacto que teve em minha vida. Mas, sua sabedoria, amor e exemplo de vida foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

*Esta conquista é tão sua quanto minha,
Obrigado por tudo, pai.*

E é com imenso amor e gratidão que dedico este trabalho a vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus por seu infinito amor e cuidado. Por me conceder saúde, força e garra para continuar lutando por meus objetivos.

Ao meu pai, João Batista Silva, que infelizmente não está mais entre nós, mas cuja memória e ensinamentos continuam a me inspirar e a me motivar.

Ao meu esposo Erik George Santos Vieira, pelo apoio em todas as etapas deste trabalho. Sua paciência, compreensão e encorajamento constante foram essenciais para que eu pudesse perseverar e concluir esta dissertação. Obrigada meu amor.

À minha mãe, Diana Rodrigues Silva, por sempre confiar e me incentivar em todos os momentos. Mãe, a senhora é incrível.

A minha irmã Mirian Rodrigues Silva, por me ajudar diversas vezes nessa trajetória, valeu irmã, você é 10.

A minha família em geral pelo apoio e incentivo.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araújo, pela compreensão nos momentos difíceis, pelo apoio, suporte e paciência. Obrigada por sua orientação, e por compartilhar seu vasto conhecimento comigo.

A professora Dra. Erlen Keila Candido e Silva, pelos ensinamentos e palavras de incentivos.

Ao Dr. Leonardo de Jesus Machado Gois de Oliveira (querido Léo), não teria conseguido sem sua ajuda, continue sendo esse ser humano incrível. Muito obrigada por estar sempre disposto a tirar as dúvidas e em prontidão para ajudar.

Ao meu amigo Valdir Valdir Cesar Serra Gomes e toda equipe da fazenda escola que contribuíram imensamente para a realização deste trabalho.

Ao Wilian da Silva Martins, pela camaradagem, incentivo, perrengues, e por toda ajuda e discussões que enriqueceram esta pesquisa, obrigada garoto.

As minhas amigas do GB, Myrella Katlhen da Cunha de Araújo, Maria Francisca Oliveira Borba e Keila Diovana Oliveira Bastos, pelas risadas, incentivos, e valiosas trocas de ideias, vocês são demais.

Ao programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, pelo suporte acadêmico e os recursos necessários para a realização desta pesquisa.

Por fim, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação, deixo aqui o meu sincero agradecimento.

Muito obrigada a todos.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Nome científico das espécies e imagens das plantas e frutos..... | 31 |
| Tabela 2: Espécies e acessos de Jurubebas com seus respectivos locais de procedência e coleta..... | 32 |
| Tabela 3: Parâmetros para avaliação da severidade da murcha bacteriana em experimentos de reação de plantas a <i>R. solanacearum</i> | 37 |
| Tabela 4: Classes de reação de plantas de acordo o índice de murcha bacteriana pela bactéria <i>R. solanacearum</i> | 37 |
| Tabela 5: Média das classes de reação de plantas com sintomas de murcha de fusarium | 39 |
| Tabela 6: Resultados da análise química de solo | 43 |
| Tabela 7: Índice de murcha bacteriana (IBM) e reação de resistência em espécies/acessos de <i>Solanum</i> spp. do Maranhão. R: resistente; AR: altamente resistente; MR: moderadamente resistente; AS: altamente suscetível..... | 49 |
| Tabela 8: Índice de severidade da murcha de fusarium (SVD) em espécies/acessos de jurubebas do Maranhão. SI: semelhante a imune; AR: altamente resistente; AS: altamente suscetível | 54 |
| Tabela 9: Altura do tomateiro cereja cv. Carolina e Santa Clara enxertado com solanáceas silvestres (<i>Solanum</i> spp.) em condições de campo. São Luís, MA, 2024..... | 58 |
| Tabela 10 – Número de folhas do tomateiro cereja cv. Carolina e Santa Clara, enxertado com solanáceas silvestres (<i>Solanum</i> spp.) em condições de campo. São Luís, MA, 2024..... | 60 |
| Tabela 11 – Diâmetro Inferior e Superior e índice de compatibilidade (IC) de tomateiro cereja cv. Carolina enxertado com solanáceas silvestres (<i>Solanum</i> spp.) em condições de campo. São Luís, MA, 2024..... | 62 |
| Tabela 12 – Crescimento de caule e índice de compatibilidade (IC) de tomateiro variedade Santa Clara enxertado com solanáceas silvestres (<i>Solanum</i> spp.) em condições de campo. São Luís, MA, 2024..... | 63 |
| Tabela 13 – Causas de mortalidade em plantas de tomateiro ‘Cereja’ e ‘Santa Clara’ enxertados com <i>Solanum</i> spp., aos 75 dias | 70 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Dados climáticos de São Luís – MA..... | 30 |
| Figura 2: Sementes extraídas manualmente (A), sementes imersas em água por 24h (B), sementes posta para secar (C) e semeadura em bandejas (D)..... | 34 |
| Figura 3: Corte transversal no tomateiro (A), Tríplice lavagem (B), Coleta da bactéria para riscar as placas (C) e Placas com a bactéria (D)..... | 35 |
| Figura 4: Preparo do isolado da <i>Ralstonia solanacearum</i> e ajuste no aparelho de absorbância..... | 35 |
| Figura 5: Procedimento para inoculação das mudas com suspensão da bactéria..... | 36 |
| Figura 6: Mudanças inoculadas e submetidas à câmara úmida..... | 36 |
| Figura 7: Placas de Petri com <i>F. oxysporum</i> f.sp <i>lycopersici</i> e conídios..... | 38 |
| Figura 8: Mudanças de tomates e jurubebas antes da enxertia..... | 39 |
| Figura 9: Materiais para execução da enxertia herbácea..... | 40 |
| Figura 10: A– Corte em bisel no tomateiro. B – Mudanças da copa (cavaleiro). C - Corte em formato de fenda. D - Corte em bisel na Jurubeba. E – Corte longitudinal no cavalo. F – Tomate enxertado na jurubeba..... | 41 |
| Figura 11: mudanças de tomates enxertados na jurubeba, com detalhe da presilha fixando o conjunto..... | 41 |
| Figura 12: Croqui da área experimental..... | 43 |
| Figura 13: Área experimental..... | 43 |
| Figura 14: Preparo da área e coveamento..... | 44 |
| Figura 15: Tutoramento e condução das plantas..... | 45 |
| Figura 16: Amarrio (A), adubação (B) e Cobertura morta (C)..... | 45 |
| Figura 17: Contagem de Número de folhas (A); Medição da altura (B); DI, DS (C,D)..... | 46 |
| Figura 18: Plantas de tomateiro Santa Clara com sintomas de murcha de fusarium e murcha bacteriana..... | 46 |
| Figura 19: A - Espécies de jurubebas inoculadas com a bactéria e B - sintomas de murcha em tomateiro Santa Clara..... | 48 |
| Figura 20: A – Planta de Jurubeba peito de moça com aspecto saudável. B – Caule da jurubeba peito-de-moça sem escurecimento vascular. C- Planta de tomate com murcha bacteriana. B – Caule do tomateiro com escurecimento vascular..... | 51 |

| | |
|---|----|
| Figura 21: Colônia de bactéria isolada a partir do caule de plantas com presença de escurecimento vascular..... | 51 |
| Figura 22: Sintomas de murcha de <i>Fusarium</i> no tomateiro cv. Santa Clara (A) e plantas assintomática de jurubeba <i>S. stramonifolium</i> Jacq. (B)..... | 53 |
| Figura 23: Escurecimento vascular do tomateiro cv. Santa Clara (A) e ausência do escurecimento na jurubeba <i>S. mammosum</i> (B)..... | 53 |
| Figura 24: Taxa média de pagamento de enxerto-PE (%) aos 15 DAE. BQ: Baquicha; JV: Jurubeba vermelha; PM: Peito-de-moça e Juá..... | 56 |
| Figura 25: Corte transversal, presença do <i>F. oxysporum lycopersici</i> e da <i>R. Solanacearum</i> | 66 |
| Figura 26: Teste bioquímico com Monitol, Maltose e Lactose para comprovação da presença da bactéria..... | 67 |
| Figura 27: Taxa de mortalidade (%) de plantas de tomateiro ‘Cereja’ e ‘Santa Clara’ enxertados com <i>Solanum</i> spp., aos 45 dias (A) e 75 dias (B) após plantio em campo. São Luís, MA, 2024. n=16. T1: testemunha (pé-franco); T2: <i>S. stramonifolium</i> v. <i>inerme</i> ; T3: <i>S. stramonifolium</i> ; T4: <i>S. mammosum</i> ; T5: <i>S. palinacanthum</i> | 69 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão

FESL – Fazenda Escola de São Luís/UEMA

LABFITO - Laboratório de Fitopatologia da UEMA

IMB – Índice de Murcha Bacteriana

DAE – Dias após a enxertia

DAT – Dias após o transplante

IC – Índice de compatibilidade

DS – Diâmetro Superior

DI - Diâmetro Inferior

DBC – Delineamento em Blocos Casualizados

TEBF – Taxa de emissão dos botões florais

TX – Taxa de Mortalidade

TR- Tratamento

PF- Pé franco

PFCSMB – Porcentagem de folhas com sintomas da murcha bacteriana

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

RESUMO

A cultura do tomate possui uma relevância significativa para a sociedade brasileira, tanto do ponto de vista econômico quanto nutricional e social. No estado do Maranhão, o tomateiro encontra condições propícias para o seu desenvolvimento, no entanto, é importante mencionar que os desafios associados ao cultivo do tomate a doenças versus doenças de solo como a murcha bacteriana e murcha de fusário, exigem práticas agrícolas sustentáveis e inovações tecnológicas para garantir a continuidade e a eficiência da produção. O objetivo desta pesquisa foi avaliar espécies/acessos de *Solanum* spp do estado do Maranhão quanto à resistência/tolerância à murcha bacteriana e a murcha de fusarium e avaliar seu potencial como porta-enxerto para o tomateiro tipo Santa Clara e cereja, além de coletar e enriquecer o “Banco de Jurubebas (*Solanum* spp.)” da Fazenda Escola/UEMA. Para análise de resistência e tolerância a *Ralstonia solanacearum* e ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, o experimento foi conduzido em casa-de-vegetação com DIC, utilizando-se 17 acessos de jurubeba e quatro repetições. Posteriormente foram selecionadas 4 variedades resistentes aos patógenos para o processo de enxertia (Bachicha – BQ, Jurubeba vermelha –JV , Peito de moça – PM e Juá) nas variedades de tomateiro Cereja (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, cv. Carolina) e Santa Clara (*S. lycopersicum*, cv. Santa Clara)), aplicando-se o esquema fatorial de 5x4+2 em DBA. As mudas com sintomas foram coletadas e encaminhadas para análises laboratoriais para comprovação do patógeno. Como resultados comprovou-se que todas as espécies/acessos das plantas de jurubebas, quando inoculadas com a *R. solanacearum* e *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici* apresentaram resistência aos patógenos. Foi possível constatar que os tratamentos com a variedade do tomate cereja e Santa Clara, não foram significativos nas variáveis altura, número de folha e índice de compatibilidade. No entanto, na variedade do tomate Cereja, o índice de mortalidade foi menor do que na variedade Santa Clara. Conclui-se que as espécies de jurubebas são resistentes a *R. solanacearum* e ao *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* e que a variedade de tomate cereja, combinada com diferentes porta-enxertos de jurubeba, é superior ao Santa Clara em taxa de pegamento e mortalidade.

Palavras chave: Enxertia; doenças vasculares; solanáceas silvestres.

ABSTRACT

Tomato cultivation is highly significant for Brazilian society, both economically and in terms of nutrition and social impact. In the state of Maranhão, tomato plants find favorable conditions for development; however, challenges related to soilborne diseases such as bacterial wilt and Fusarium wilt require sustainable agricultural practices and technological innovations to ensure the continuity and efficiency of production. This study aimed to evaluate species/accessions of *Solanum* spp. from Maranhão for resistance/tolerance to bacterial wilt and Fusarium wilt and assess their potential as rootstocks for Santa Clara and cherry tomatoes. Additionally, this research sought to collect and enrich the "Jurubeba Bank (*Solanum* spp.)" at the UEMA School Farm. To analyze resistance and tolerance to *Ralstonia solanacearum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, the experiment was conducted in a greenhouse using a completely randomized design (CRD) with 17 jurubeba accessions and four replications. Subsequently, four resistant varieties were selected for grafting (Bachicha – BQ, Red Jurubeba – JV, Peito de Moça – PM, and Juá) onto cherry tomato (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, cv. Carolina) and Santa Clara tomato (*S. lycopersicum*, cv. Santa Clara), applying a factorial 5×4+2 scheme in a randomized block design (RBD). Seedlings showing symptoms were collected and sent for laboratory analysis to confirm the presence of the pathogens. The results confirmed that all *Solanum* spp. species/accessions, when inoculated with *R. solanacearum* and *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, exhibited resistance to these pathogens. It was also observed that treatments with cherry and Santa Clara tomatoes did not show significant differences in height, leaf number, or compatibility index. However, in cherry tomato, the mortality rate was lower than in Santa Clara. It was concluded that *Solanum* spp. species are resistant to *R. solanacearum* and *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, and that cherry tomato, when combined with different jurubeba rootstocks, performs better than Santa Clara in terms of grafting success and mortality rate.

Keywords: grafting; vascular diseases; wild solanum species.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| LISTA DE TABELAS | VII |
| LISTA DE FIGURAS | VIII |
| LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS | X |
| RESUMO | XI |
| ABSTRACT | XII |
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 17 |
| 2.1 A Família Solanaceae | 17 |
| 2.2 A Cultura do Tomateiro (<i>S. lycopersicum L.</i>) | 18 |
| 2.2.1 Aspectos Botânicos do Tomateiro | 18 |
| 2.2.2 Situação da Tomaticultura no Maranhão | 19 |
| 2.3 Murcha de Fusarium e Murcha Bacteriana no tomateiro | 21 |
| 2.3.1 Murcha de Fusarium - <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> | 21 |
| 2.3.2 Murcha Bacteriana - <i>Ralstonia solanacearum</i> | 23 |
| 2.4 Características Gerais da Jurubeba (<i>Solanum spp.</i>) | 25 |
| 2.4.1 Aspectos Botânicos da Jurubeba | 25 |
| 2.4.2 Importância da Jurubeba | 26 |
| 2.4.3 Uso da Jurubeba como Porta-enxerto | 27 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 30 |
| 3.1 Local dos experimentos | 30 |
| 3.2 Caracterização dos experimentos | 30 |
| 3.2.1 Prospecção e coleta de Jurubebas (<i>Solanum spp.</i>) | 30 |
| 3.3 Inoculação das espécies/acessos de <i>Solanum spp.</i> com <i>R. solanacearum</i> | 34 |
| 3.4 Inoculação das espécies/acessos de <i>Solanum spp</i> com <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> | 37 |
| 3.5 Experimento de campo: cultivo de plantas enxertadas | 39 |
| 3.5.1 Produção de mudas de tomateiros sobre porta-enxertos de Solanáceas silvestres | 39 |
| 3.5.2 Cultivo e avaliação em condições de campo | 42 |
| 3.6 Análises Laboratoriais | 47 |
| 3.7 Análises Estatísticas | 47 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 48 |
| 4.1 Avaliação de resistência das jurubebas a <i>R. Solanacearum</i> | 48 |
| 4.1.1 Casa de vegetação | 48 |
| 4.2.2 Análises laboratoriais | 50 |
| 4.3 Reação de resistência das jurubebas ao <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> | 52 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3.1 Reação em casa de vegetação | 52 |
| 4.4 Desenvolvimento e Compatibilidade de tomateiro enxertado com espécies de jurubebas | 56 |
| 4.4.1 Pegamento dos enxertos e viabilidade do processo de enxertia | 56 |
| 4.4.2 Crescimento e desenvolvimento do tomateiro pós-enxertia..... | 58 |
| 4.4.2.1 Altura da planta | 58 |
| 4.4.2.2 Número de Folhas..... | 60 |
| 4.4.2.3 Diâmetro inferior, Diâmetro superior e Compatibilidade | 62 |
| 4.5 Análises laboratoriais | 66 |
| 4.6 Taxa de Mortalidade | 67 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 73 |
| REFERÊNCIAS | 74 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a produção de tomates no Brasil tornou-se economicamente crucial para a indústria alimentícia e o setor do agronegócio, destacando-se tanto na comercialização de tomates frescos quanto no processamento industrial (Ribeiro, 2015). A cadeia do tomate desempenha papel social relevante, gerando de cinco a seis empregos diretos e indiretos por hectare/ano (Vilela *et al.*, 2022).

O Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais de tomate, com destaque para Goiás, São Paulo e Minas Gerais (IBGE, 2022). A região Nordeste também se destaca pelo cultivo contínuo dessa hortaliça, oferecendo tomates frescos ao mercado durante várias safras anuais.

No estado do Maranhão, os agricultores têm buscado investir na produção dessa hortaliça, pois seu cultivo não atende apenas à demanda interna por alimentos frescos, mas também contribui para o mercado nacional. Em 2023, o estado ocupou a 18ª posição entre os estados produtores de tomate, com 168 ha cultivados e produtividade de 3,772 t/ha (IBGE, 2023).

Os desafios no cultivo do tomate, como variações climáticas, pragas e doenças, exigem práticas agrícolas sustentáveis e inovações tecnológicas. O baixo nível tecnológico dos produtores maranhenses, associado a uma assistência técnica deficiente, resultou na disseminação de doenças vasculares, causando declínio dessa cultura no estado no final da década de 90 (ESPOSITO, *et al.* 2011). Assim, é essencial buscar alternativas para recuperar as oportunidades mercadológicas e sociais perdidas.

O tomateiro é suscetível a diversas pragas e doenças. Dentre as principais doenças que ocorrem durante o cultivo pode-se citar: murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*), requeima (*Phytophthora infestans*), pinta-preta (*Alternaria* spp.), oídio (*Oidium lycopersici* e *Oidiopsis sicula*), septoriose (*Septoria lycopersici*), murcha-de-verticílio (*Verticillium dahliae*), mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) e nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) (LOPES, 2009; PEREIRA *et al.*, 2013; MOURA *et al.*, 2014).

Dentre essas doenças, a murcha bacteriana e a murcha de fusarium desafiam a produção de tomate, exigindo manejo adequado e desenvolvimento contínuo de pesquisas para obtenção de variedades resistentes e métodos de enxertia em espécies silvestres que apresentam resistência. Os danos causados por esses patógenos em condições favoráveis

(cultivar suscetível e ambiente quente e úmido) comprometem o desenvolvimento da planta e reduzem a produtividade (LOPES; ROSSATO, 2013).

Dessa forma, os pesquisadores buscam alternativas e metodologias que permitam superar e/ou controlar as doenças vasculares no tomateiro. Entre as iniciativas mais promissoras destaca-se o método da enxertia herbácea, mediante a seleção e uso de porta-enxertos resistentes, com base em solanáceas silvestres (*Solanum* spp.), especialmente do grupo das jurubebas, que podem ser prospectados na biodiversidade regional (PEREIRA et al., 2018).

O uso de espécies silvestres como porta-enxertos em hortaliças é uma estratégia que melhora a resistência das plantas a condições climáticas adversas e a patógenos do solo, além de reduzir custos com sementes comerciais, já que muitas dessas espécies podem ser coletadas e multiplicadas no campo (CARDOSO, 2015). Um porta-enxerto eficiente deve ser resistente a doenças, vigoroso, rústico, compatível com a cultivar enxertada e apresentar características adequadas para a enxertia, como tamanho e consistência do hipocótilo (PEIL, 2003).

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar espécies/acessos de *Solanum* spp do estado do Maranhão quanto à resistência/tolerância à murcha bacteriana e à murcha de fusarium, avaliar seu potencial como porta-enxerto para o tomateiro dos tipos Santa Clara e cereja, além de coletar e enriquecer o “Banco de Jurubebas (*Solanum* spp.)” da Fazenda Escola/UEMA.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Família Solanaceae

A família das solanáceas segundo Olmstead *et al.* (2008) e Oliveira *et al.* (2020) é organizada em seis subfamílias: Solanoideae, Cestroideae, Juanulloideae, Salpiglossoideae, Schizanthoideae e Anthocercidoideae. É considerada uma das mais ricas dentre o grupo das angiospermas, tanto em gêneros quanto em espécies. Possui distribuição mundial, sendo sua maior diversidade encontrada na América do Sul (MARQUES *et al.*, 2012).

Ao longo dos anos, várias descobertas, classificações e reclassificações ocorreram, como a inclusão dos gêneros *Lycopersicon* e *Cyphomandra* no gênero *Solanum*. Segundo Agra *et al.* (2009), essa mudança ocorreu com base na pesquisa de Bohs (1995) que por meio de estudos moleculares demonstrou que os gêneros *Lycopersicon* e *Lyphomandra* estão aninhados no gênero *Solanum*. Desta forma, o número de espécies e gênero dessa família variou consideravelmente ao longo dos anos.

As pesquisas sobre solanáceas vêm se intensificando gradualmente, com a inclusão de novos táxons e/ou alterações taxonômicas frequentes (AGRA *et al.*, 2009). Essas mudanças são evidentes nos dados apresentados por Souza e Lorenzi e Souza (2005) que relataram 32 gêneros e 350 espécies; Stehmann e Mentz (2006) mostraram cerca de 28 gêneros e 450 espécies; Agra *et al.* (2009) que registraram 106 gêneros e 2.300 espécies e Brandão Filho *et al.* (2018) que apontaram 150 gêneros e 3.000 espécies. No entanto, ainda não há consenso entre os autores da filogenia sobre a quantidade exata de gêneros e espécies dessa família.

No Brasil, há estudos que revelam a ocorrência de 28 a 33 gêneros (quatro endêmicos) e 450 espécies, das quais 215 são consideradas endêmicas (BRANDÃO FILHO *et al.*, 2018). Oliveira *et al.* (2020) destacam que um dos gêneros mais pesquisados e explorados dentro da família Solanaceae é o gênero *Solanum*, devido a sua ampla quantidade de espécies e sua diversificada composição química. De acordo com Da Silva *et al.* (2003) esse é o maior e mais complexo dentro da família Solanaceae, sendo composto por aproximadamente 1.500 espécies e 5.000 epítetos. Essas espécies podem variar significativamente em tamanho, forma e hábito de crescimento.

O gênero *Solanum* é bastante diversificado e inclui várias espécies, algumas das quais são consideradas plantas daninhas ou tóxicas, como *Solanum paniculatum* L. e *Datura stramonium*, respectivamente (MATOS, 2011; SANTOS, 2019). No entanto, muitas solanáceas classificadas como daninhas, apresentam maior resistência a fatores bióticos e abióticos, como *Solanum paniculatum* conhecido popularmente como jurubeba. Esse grupo de

plantas, de forma geral, pode ser continuamente explorado, possibilitando novas descobertas para a comunidade científica.

Em contrapartida, outras espécies já possuem grande importância agrícola e alimentar, com características químicas e alto potencial econômico, como o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), que serve como fonte de vitaminas, minerais e antioxidantes, promovendo a saúde e o bem-estar da população mundial.

2.2 A Cultura do Tomateiro (*S. lycopersicum* L.)

O tomate, cientificamente conhecido como *S. lycopersicum* L., é uma planta que transcende sua simples classificação botânica para se tornar um dos alimentos mais ubiquamente presentes em nossas mesas. Segundo Treichel (2016), o tomate é originário das regiões ocidentais da América do Sul, esse fruto versátil tem conquistado seu lugar de destaque na culinária global e na agricultura, revelando uma rica história e uma impressionante gama de variedades.

2.2.1 Aspectos Botânicos do Tomateiro

O tomateiro é uma planta cultivada em todo o mundo. Suas origens são das regiões ocidentais da América do Sul (NAIKA et al., 2006). Pertence ao Reino: Plantae; Superdivisão: Spermatophyta; Divisão: Magnoliophyta (Angiospermae); Classe: Magnoliopsida (Dicotiledoneae); Ordem: Solanales; Família: Solanaceae; Gênero: *Solanum*; Espécie: *Solanum lycopersicum* L. (Sinonímia *Lycopersicon esculentum* Mill. e *Lycopersicon lycopersicum* (L.) H. Karst. (MUELLER, 2016).

De acordo com Filgueira (2008), o tomateiro é uma planta dicotiledônea, herbácea, com caule flexível e grandes ramificações laterais. São plantas tipicamente autógamas com baixa polinização cruzada, com exceção das espécies silvestres, que segundo Giordano e Ribeiro (2000), são dependentes de insetos para que ocorra o processo da polinização, pois essas plantas têm estiletos mais longos. Em relação à reprodução dos tomateiros, o autor discorre que essa planta possui flores hermafroditas ou perfeitas, pendentes e pequenas em forma de cachos. Os frutos possuem tamanhos, cores e formas variados que são internamente divididos por cavidades.

A planta de tomate, por sua vez, tem a capacidade de crescer de maneira rasteira, semiereta ou ereta, exibindo dois modos distintos de crescimento: o determinado e o

indeterminado, sendo que neste último caso pode atingir uma altura de até 10 metros, em um único ano (ALVARENGA, 2013).

De acordo com Ávila et al. (2024), atualmente existem quatro grandes variedades de tomate destinadas ao consumo *in natura*: italiano, salada, cereja e santa cruz, cada um com suas características e aplicações específicas. No grupo italiano, os tomates possuem frutos compridos (7 – 10 cm), em alguns casos pontiagudos, polpa espessa com coloração intensa, firmes e saborosos. Já no grupo salada, os frutos são pluriloculares (quatro ou mais lóculos). Seu formato é globular achatado, os frutos são bem graúdos podendo chegar até a 500g, com coloração vermelha ou rosada.

Os tomates do grupo santa cruz são caracterizados por suas plantas altas e de crescimento indeterminado, que produzem frutos de tamanho médio a grande, oblongos e com várias cavidades. Eles são populares na indústria de processamento de alimentos devido ao seu alto rendimento e durabilidade após a colheita. No entanto, também são apreciados frescos em saladas e pratos cozidos devido ao seu sabor rico e textura suculenta (ÁVILA et al., 2024).

O grupo do tomate cereja apresenta frutos pequenos, periformes, com pencas de 12 a 18 cachos; de baga carnosa, suculenta, e elevados teores de sólidos solúveis, tendo seu interior dividido em lóculos. A cor dos frutos varia entre amarelo e vermelho. Muito utilizados na ornamentação de pratos e couvert, este grupo de tomate vem apresentando grande demanda pelos consumidores, alcançando preços compensadores no mercado (HOLCMAN, 2009; ÁVILA et al., 2024).

Tanto o tomate cereja quanto o tomate santa cruz têm importância agrônômica significativa, embora em diferentes contextos e aplicações. O tomate santa cruz tem uma importância agrônômica mais voltada para a produção em larga escala e o processamento industrial (SHIRAHIGE et al., 2010). Já o tomate cereja é amplamente apreciado por sua atratividade visual, sabor doce e versatilidade culinária (MARCHADO, 2016).

2.2.2 Situação da Tomaticultura no Maranhão

De acordo com Alvarenga (2004), a primeira menção histórica do tomate como parte da alimentação humana data de 1554, na Itália, onde esse vegetal se integrou de maneira significativa à culinária. No Brasil, a introdução do tomate ocorreu no final do século XIX, graças à influência de imigrantes europeus.

A cultura do tomate desempenha um papel fundamental na agricultura brasileira, sendo uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas em todo o país (JACINTO, 2022).

Essa cultura é notável principalmente no contexto econômico, pois contribui para a geração de empregos e a dinamização da economia local. Seu cultivo não apenas proporciona renda aos agricultores, mas também impulsiona setores relacionados, como o comércio de insumos agrícolas, o transporte e a comercialização (MELO, 2017). Essa importância é ainda mais evidente em regiões específicas, como o Nordeste, onde o cultivo do tomate tem contribuído significativamente para o desenvolvimento econômico e social (COSTA et al., 2022).

Inserido nesse contexto nordestino, o estado do Maranhão teve grande importância na produção de tomates entre as décadas de 70 a 90, especialmente por apresentar peculiaridades edafoclimáticas e condições favoráveis à produção dessa cultura na região central do estado e Ilha de São Luís. Na década de 90, Esposito et al. (2011) relataram que o município de Dom Pedro ficou conhecido como “terra do tomate”, sendo um dos principais produtores dessa hortaliça-fruto na época. Ao longo do tempo, a produção de tomate na região sofreu uma queda significativa. O autor associa esse declínio, em parte, à presença da bactéria *Ralstonia solanacearum* nas áreas produtivas, identificada por meio de análises microbiológicas do solo. Além disso, é importante destacar que fatores como a entrada do biotipo B da mosca branca (*Bemisia tabaci*), conhecida por sua alta capacidade de dispersão e seu papel como vetor de viroses, também contribuíram para a redução da produtividade (BÔAS E BRANCO, 2009). Contudo, no contexto desta dissertação, a ênfase recai sobre os impactos das doenças, sendo a presença do patógeno bacteriano um fator central para a diminuição da produção.

De acordo com Duval et al. (2007), no período chuvoso as perdas nas lavouras de tomate podem atingir entre 70 a 100%. Almeida et al. (2012) destacam que as perdas quantificadas do tomate variam de 80 a 90% nas épocas mais chuvosas do ano, e aponta para os fitopatógenos como maiores responsáveis pelos prejuízos à cultura. Isso ocorre devido ao aumento da severidade de doenças, principalmente aquelas que são causadas por fitopatógenos do solo, destacando-se *Ralstonia solanacearum*, responsável pela murcha bacteriana e *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, responsável pela murcha de fusarium.

Para esse tipo de problema, o controle com uso de agrotóxicos, além de caro e ecologicamente inadequado, tem pouca eficácia, uma vez que o ataque se inicia no solo e o patógeno afeta os tecidos vasculares internos (PEREIRA et al., 2014). O declínio da produção de tomates no Maranhão é causado principalmente por essas doenças do solo, agravadas pelo uso de cultivares suscetíveis e pelo clima favorável ao seu desenvolvimento.

2.3 Murcha de Fusarium e Murcha Bacteriana no tomateiro

2.3.1 Murcha de Fusarium - *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

A murcha de fusarium é provocada pelo fungo *F. oxysporum* f.sp. *lycopersicum* (Scc.) Snyder e Hansen, que é um fungo mitospórico. Este fungo produz macroconídios hialinos, alantoides, com 2 a 4 septos e paredes finas, além de microconídios hialinos, elípticos, com uma ou duas células. Também gera clamidósporos com paredes espessas e lisas, bem como esporodóquios, que são aglomerações de conidióforos (PEREIRA et al., 2014).

De acordo com Costa et al. (2007) depois de se instalar em áreas de cultivo, o patógeno pode persistir no solo, alimentando-se de restos culturais ou permanecendo na forma de estruturas de resistência, conhecidas como clamidósporos. Esses clamidósporos podem sobreviver de maneira viável por muitos anos no solo, mesmo na ausência do hospedeiro.

Essa doença é um dos problemas fitopatogênicos do tomateiro de maior importância agrônômica. Esses patógenos podem atingir a planta em qualquer idade; são fortemente influenciados por componentes abióticos e bióticos do solo, pois invadem as plantas através de órgãos subterrâneos, mas também podem alcançar as partes superiores das plantas (LOPES, 2018; KATAN, 2017).

De acordo com Deslandes (1940), o primeiro relato da Murcha de fusarium no Brasil, ocorreu em 1938, no Sertão de Pernambuco, no município de Pesqueira. Atualmente, essa doença se encontra distribuída mundialmente, e ainda representa um desafio significativo tanto para plantações em campo livre quanto para cultivos protegidos, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, onde as condições climáticas propiciam o desenvolvimento do patógeno, conforme destacado por Reis et al. (2004).

O agente causal dessa doença, inicialmente foi identificado como *F. oxysporum* Achal. subsp. *lycopersici* Sacc., 1886. Posteriormente, nos anos de 1935 esse patógeno recebeu duas classificações, sendo a primeira: *F. lycopersici* Sacc. e a segunda: *F. bulbigenum* (Cke. e Mass.) Wr. e Reinking. Em 1940, foi reclassificado e estabelecido como *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C Snyder & H.N (VALE, 2000). Embora morfologicamente similar a outros membros da espécie *F. oxysporum*, esse fungo se destaca pela sua especialização fisiológica e patológica em relação ao tomateiro, conforme destacado por Correll (1991) e Katan et al. (1994).

Essa doença, segundo Pereira et al. (2014) resulta da ação de três raças fisiológicas do fungo *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (1, 2, e 3). Para esse autor, essas três raças foram

identificadas e caracterizadas com base em suas capacidades de infectar e causar doenças em diferentes cultivares.

Segundo Lagopodi et al. (2002), a colonização inicial de *Fusarium* no sistema radicular do tomateiro, desenvolve-se pelo contato entre patógeno e hospedeiro na zona radicular, ocorrendo a colonização das fissuras ao longo das junções das células epidérmicas onde não há locais específicos de penetração ou estruturas de infecção. Desta forma, ao longo desse processo, o fungo libera várias proteínas, as quais podem ser ou não identificadas pela planta infectada, resultando em interações diversas. Assim, o patógeno infecta e coloniza o sistema vascular das plantas, afetando diretamente a produtividade e a qualidade dos frutos.

A ação desse patógeno na cultura do tomateiro pode ocorrer em diferentes estádios, desde plântulas, mudas a plantas adultas. Os sintomas podem aparecer em diversas fases de crescimento no tomateiro, no entanto, a severidade dessa doença é maior nas fases iniciais de florescimento e frutificação (MCGOVERN, 2015).

O principal sintoma é a murcha das folhas superiores, especialmente durante as partes mais quentes do dia. As folhas mais antigas adquirem uma coloração amarelada e essa tonalidade progride gradualmente até afetar também as folhas mais novas. É frequente observar a desidratação ou o amarelecimento em apenas um lado da planta ou da folha. Além disso, é possível notar o escurecimento do sistema vascular. Em áreas extensamente afetadas, é comum, no final do ciclo da cultura, deparar-se com grandes aglomerados de plantas desidratadas, amareladas ou sem vida (SILVA e BETTIOL, 2006).

Diante da resistência do fungo em permanecer em solos por longos períodos e da severidade no ataque as plantas, a busca por alternativas de controle do *Fusarium* é constante, principalmente no que tange ao controle agroecológico. Apesar de existirem cultivares e híbridos comerciais de tomateiro “resistentes e/ou tolerantes” a este patógeno, estes apresentam geralmente resistência às raças fisiológicas 1 e 2, porém, o valor das sementes é bastante elevado, tornando-se inviável para o pequeno produtor (ROCHA; MOURA, 2013).

Uma nova estratégia de controle alternativo do *fusarium* em tomateiro, que vem sendo estudada pelos pesquisadores, é por meio da enxertia em plantas silvestres que apresentem resistência e/ou tolerância a esse patógeno. Segundo Rodrigues (2016), o enxerto de tomates em jurubebas, poderá livrar a cultura do ataque severo do fungo.

O *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, é altamente destrutivo, tanto em campo quanto em ambiente protegido, por isso, é importante buscar alternativas que atenuem os impactos causados na cultura do tomateiro. No entanto, a murcha bacteriana, outra doença de grande

importância econômica nessa cultura, também possui ataque severo e atinge diretamente a produtividade do tomateiro.

2.3.2 Murcha Bacteriana - *Ralstonia solanacearum*

A murcha bacteriana ouurchadeira é uma das principais doenças das solanáceas em países de clima tropical e subtropical. É causada pela bactéria fitopatogênica do solo *R. solanacearum*, que causa impactos negativos diretos e indiretos, como perda total na produtividade das culturas (WICKER et al., 2007).

Ralstonia solanacearum é uma β -proteobactéria Gram-negativa aeróbica de solo, com colônias em formato de bastonete, reto ou levemente curvo, de aproximadamente 0,5 x 1,5 μm , não formadora de endósporos, pertencente ao filotipo II do complexo *R. solanacearum* (SMITH, 1896).

Fegan e Prior (2005) apoiaram estudos moleculares, onde solidificaram a ideia de que *R. solanacearum* é um complexo específico, com classificação genética baseada em quatro níveis taxonômicos, equivalentes a espécies, subespécies, grupos infra-subespecíficos e linhagens clonais. O termo “filotipo” é usado para designar grupos maiores no nível de subespécies, pelo uso de PCR multiplex, e o termo “sequevar” é usado para designar grupos infra-subespecíficos baseados no sequenciamento do gene de endoglucanase (FEGAN E PRIOR, 2005).

De acordo com Bedendo (2018), essa bactéria tem ocorrência predominante na maioria das regiões do Brasil, país onde é apontado como seu possível centro de origem.

Ralstonia. solanacearum, foi classificada em níveis infra-específico de cinco biovars – que possuem características genéticas idênticas, mas diferentes características bioquímicas ou fisiológicas e dividida em três raças de acordo com sua capacidade de infectar diferentes hospedeiros. Para identificação das raças, leva-se em consideração as reações apresentadas pelas plantas em relação a doença, já para identificação de biovars, é necessário realizar testes bioquímicos em laboratórios (LOPES, 2009). Para Lopes e Rosssato (2013), a cultura do tomateiro no Brasil, é atacada principalmente pela raça 1 e biovars 1 e 3 da bactéria.

Esse ataque se inicia através da penetração em ferimentos ou aberturas naturais, localizadas na zona radicular. O ataque desse patógeno, pode ocorrer em qualquer fase de desenvolvimento da planta, mas principalmente na frutificação. Desta forma, esse patógeno invade os espaços intercelulares do córtex da raiz e faz a colonização nas zonas celulares e no parênquima celular (LIU et al., 2005). Segundo Caldwell et al. (2017), é necessário um

ferimento para que essa bactéria penetre nas raízes, uma vez que essas espécies não são capazes de invadir os tecidos intactos das plantas.

Após o ataque e a colonização da bactéria no sistema radicular do tomateiro, ocorre o acúmulo de polissacarídeos extracelulares viscosos, levando a obstrução do xilema e causando escurecimento vascular interno, limitando fatores indispensáveis para a sobrevivência da cultura, tais como translocação de nutrientes e água (AMORIM et al., 2011).

Com os vasos atacados, a cultura apresenta sintomatologia de murcha rápida da planta de cima para baixo, principalmente em horas mais quentes do dia; com o progresso da doença, os tecidos e ponteiros do caule se tornam flácidos, ocasionando a murcha permanente e, conseqüentemente, levando a planta a morte. Pode-se observar, através do corte longitudinal do caule da planta, o escurecimento dos vasos (GUIMARÃES *et al.*, 2015).

Segundo Huet (2014) esse patógeno é considerado uma das espécies fitopatogênicas mais destrutivas do mundo, pois é responsável por perdas agrícolas significativas. Para Lopes e Ávila (2005), ainda não existem variedades de tomate com resistência completa à murcha bacteriana, tornando o controle muito difícil, pois a bactéria possui alta capacidade de sobrevivência e permanece indefinidamente no solo. Nas condições de clima quente e úmido (e solo úmido por longos períodos) a doença se manifesta com maior intensidade, como é o caso do trópico úmido maranhense.

O controle da *R. solanacearum* é extremamente difícil, uma vez que, assim como o *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, esse patógeno pode sobreviver saprofiticamente por anos no solo. Os métodos utilizados como rotação de culturas, pousio ou até mesmo o controle químico, não são eficientes para controlar a murchadeira. Uma alternativa apontada para o controle é a seleção de variedades resistentes de tomateiro à bactéria *R. solanacearum* (COSTA et al., 2023). O referido potencial de uso está relacionado principalmente à identificação de genes de resistência a patógenos para o melhoramento do tomateiro (SILVA et al., 2011) e à utilização e manejo horticultural das espécies.

Uma vez que o controle químico é “ineficaz” contra esses patógenos e ainda não se tem cultivares totalmente resistentes, a utilização de porta-enxertos alternativos e mudas enxertadas compatíveis com as cultivares-enxertos de interesse surge como uma das soluções acessíveis, dentro da perspectiva do manejo integrado de doenças na cultura e de maiores possibilidades à agricultura familiar, constituindo-se, assim, como uma ferramenta sustentável para superação de problemas fitossanitários na cultura do tomateiro (LOPES; MENDONÇA, 2014; SIMÕES et al., 2014; FERNANDES, 2016; GUERRA ;RODRIGUES, 2021).

Costa et al. (2023) aponta como saída para controle desses patógenos o uso de porta-enxertos de espécies silvestres. No entanto, há um desconhecimento da ocorrência e da diversidade de solanáceas silvestres (*Solanum* spp.) como a jurubeba, no estado do Maranhão, assim como o desinteresse em pesquisas voltadas para avaliar o potencial agrônomo dessa cultura.

2.4 Características Gerais da Jurubeba (*Solanum* spp.)

2.4.1 Aspectos Botânicos da Jurubeba

A jurubeba, *Solanum* spp., é uma planta nativa do Brasil, com ocorrência em outros países tropicais da América do Sul como Paraguai, Bolívia e Argentina. A origem desse nome popular, veio da língua Tupi-Guarani, que significa em tradução livre, “espinho chato”. Além de jurubeba, outros nomes são popularmente conhecidos, tais como caapeba, jurubeba-mansa, jurubeba-roxa, jubeba, juvena, juina ou juna (GARLET, 2019; CARVALHO et al., 2008).

A classificação botânica é uma área em constante revisão à medida que novas descobertas e pesquisas são feitas. É importante notar que dentro do gênero *Solanum*, existem muitas espécies e subespécies. Entre elas, encontra-se a espécie silvestre jurubeba, no entanto, esse termo é frequentemente associado à espécie *Solanum paniculatum* L., popularmente conhecida como Jurubeba do Campo. Segundo Hernández et al. (2014), Lima et al. (2014) e Mendonça e Lopes (2019), existem pelo menos 11 espécies de jurubebas catalogadas, a saber: *Solanum crinitum* Lam, *Solanum acanthodes* Hook, *Solanum paludosum* Moric., *Solanum scuticum* Nee, *Solanum torvum* Swartz, *Solanum lycocarpum* A., *Solanum paniculatum* L., *Solanum stramonifolium* Jacq., *Solanum guaraniticum*, *Solanum variabile*, *Solanum tabacifolium* e *Solanum mammosum* L.

No geral, as jurubebas são plantas que se reproduzem de forma cruzada, perenes e têm características de arbustos, subarbustos ou árvores, atingindo em média a altura de 2 a 5 metros. Seus caules, muitas vezes torcidos, são geralmente armados com espinhos, atingindo uma altura média de 2,0 a 5,0 metros (HERNÁNDEZ et al., 2014). Suas flores são do tipo aberta, com um aroma suave, agrupadas em inflorescências em forma de panícula. As pétalas podem ser de cor violeta-pálido ou brancas, enquanto as anteras são poricidas e de cor amarela, sugerindo uma adaptação para a polinização por vibração, que requer abelhas especializadas, como *Oxaca flavescens*, *Bombus morio*, *Xylocopa frontalis* e *Augochloropsis* sp (MENDONÇA; LOPES, 2019).

Apresenta em torno de 19% de flores com estilete curto, que não frutificam, somente flores de estilete longo frutificam, indicando andromonoicidia funcional, a frutificação por

polinização manual é de aproximadamente 19%; os frutos são do tipo baga, dispostos em cachos, frutos verdes enquanto imaturos e amarelo-pálido quando maduros; sua propagação é por meio de sementes e por desenvolvimento dos rizomas (MENDONÇA; LOPES, 2019; LORENZI; SOUZA, 2005; MARTINS-FORNI, 1998).

De acordo com Lima (2017), geralmente, as plantas silvestres recebem menos atenção em termos de estudos sobre os processos de germinação, e não há praticamente nenhuma análise comparativa abrangente que relacione diferentes grupos taxonômicos dentro do gênero *Solanum*. Nessas investigações, o foco é predominantemente em espécies invasoras ou aquelas que mostram potencial para aplicação em campos como medicina ou agricultura.

2.4.2 Importância da Jurubeba

De acordo com Carvalho et al. (2008) e Garlet et al. (2017), o uso da jurubeba é amplo, podendo-se aproveitar todas as partes da planta (raiz, caule, folha, flores e frutos). No uso medicinal, essa planta é registrada no Ministério da Saúde como fitoterápico associado, fazendo parte da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Unificado de Saúde – RENISUS.

Na culinária, é muito utilizada cozida com outros ingredientes, como o arroz e a forma mais comum de consumo da jurubeba é por meio do processamento sob a forma de conserva dos frutos verdes (na forma de pickles), o que lhe confere vida de prateleira de até um ano ou mais. Seus frutos também são importantes em indústrias de bebidas, sendo essenciais na produção do vinho da jurubeba (SOARES; RANGEL, 2012; LORENZI; MATOS, 2002). A jurubeba também tem ganhado relevância considerável no campo agrônomo quando se trata de pesquisas voltadas para o controle de fitopatógenos, devido à sua resistência natural, baixas demandas nutricionais, capacidade de se adaptar a diversas condições de solo, sistema radicular profundo, resistência a pragas e doenças, além de sua capacidade de resistir a períodos de seca (SANTOS, 2013).

Pinheiro (2009), destaca que no campo agrônomo as pesquisas estão sendo voltadas para o controle de fitopatógenos do solo, como a murcha bacteriana (*R. solanacearum*), murcha de fusárium (*Fusarium* spp.), murcha causada por fitóftora (*Phytophthora capsici*) e nematoides. De acordo com o autor, os estudos têm sido conduzidos nas instalações da Embrapa Hortaliças, utilizando métodos de enxertia para avaliar a resistência e/ou tolerância dessas espécies aos patógenos já citados.

2.4.3 Uso da Jurubeba como Porta-enxerto

Tanto o *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* como a *Ralstonia solanacearum* são problemas fitopatogênicos enfrentados pelos agricultores há muito tempo. Elas são doenças dotadas de características próprias e peculiares, com causas parecidas e formas de contenção específicas; no entanto, ambas causam prejuízos incontáveis aos produtores, já que os patógenos são capazes de sobreviver por longos períodos no solo (LUIZ, 2019).

Diante dessa problemática, o grande desafio para combater essas doenças no tomateiro, vem sendo executado com uma série de estratégias, entre elas estão à rotação de culturas, manejo da fertilidade do solo, controle químico e biológico, enxertia e uso de cultivares resistentes, mesmo que sejam como porta-enxerto (MCGOVERN, 2015).

Conforme Peil (2003), o objetivo principal da enxertia de hortaliças é obter resistência contra doenças do solo, permitindo assim o cultivo de espécies em áreas infectadas por patógenos. Cantu et al. (2014), apontam que ao usar a técnica de enxertia, o porta-enxerto resistente permanece saudável, desempenhando a função de absorver água e nutrientes do solo, enquanto protege a cultivar sensível do patógeno.

No entanto, para alcançar sucesso na enxertia de hortaliças, vários autores contemporâneos destacam as características essenciais que um porta-enxerto deve possuir, com destaque para: resistência a pragas e doenças, compatibilidade com a cultivar enxertada, tolerância a condições adversas do solo, eficiência na absorção de água e nutrientes, vigor, produtividade e adaptabilidade a diferentes condições climáticas (LOUPIT et al., 2023; ROUPHAEL et al., 2020; KYRIACOU et al., 2020).

De acordo Cantu et al. (2014), a enxertia tem se tornado uma alternativa viável no controle de doenças em áreas contaminadas. Santos e Goto (2004), comentam que na região amazônica, em cultivos de pequena escala, a técnica de enxertia do tomateiro em jurubeba é empregada como uma estratégia para controlar a murcha bacteriana, ocasionada pela *R. solanacearum*.

Segundo Lopes e Mendonça (2016), o uso da enxertia utilizando a jurubeba como porta-enxerto, como forma de controle de doenças, não é algo novo. Os autores relatam que os japoneses que viviam no norte do Brasil em 1950, já realizavam essa técnica em tomateiros, como alternativas para controlar doenças de solo, porém a falta de mão de obra especializada para realização dessa prática era bastante defasada, fazendo-os desistir da produção de tomates. Além de que enxertar tomates em jurubebas, exige um planejamento mais detalhado para sincronizar o plantio do enxerto e do porta-enxerto, pois em alguns

estudos, a enxertia apresentou problemas de incompatibilidade da cultura do tomateiro com a jurubeba (LOPES, 2009).

Como mencionado por Goto et al. (2003), os porta-enxertos que apresentam resistência às doenças vasculares no cultivo de tomate, podem ser oriundos tanto de tomateiro ou genótipos de outras solanáceas pertencentes a espécies ou gêneros distintos, como as diferentes espécies de jurubeba, que pertencem ao gênero *Solanum* e subgênero *Leptostemonum*, o jiló, a berinjela, dentre outros.

A utilização do tomateiro como porta-enxerto possui a vantagem de facilitar a produção de mudas com alta taxa de pegamento da enxertia. No entanto, há a desvantagem do nível de resistência do porta-enxerto aos patógenos. Em contrapartida, a enxertia do tomateiro sobre outra espécie de solanácea como a jurubeba, garante melhor nível de proteção à planta contra ataques de patógenos. No entanto, antes de implantar essa técnica deve-se verificar o índice de compatibilidade do enxerto com o porta-enxerto para uma melhor garantia do uso da tecnologia (LOPES, 2009; SIMÕES et al., 2014).

Em estudos realizados por Simões et al. (2014), ao avaliarem a compatibilidade de tomateiro IPA-6 sobre os porta-enxertos Jurubeba Vermelha (*Solanum stramonifolium*), Jurubebão (*Solanum lycocarpum*) e Jiló (*Solanum gilo*), usando os métodos de encostia lateral, encostia de topo, fenda dupla e fenda simples, obtiveram como resultados que o jiló e a jurubeba vermelha induziram maior afinidade com os métodos fenda dupla e fenda simples, e maior taxa de pegamento da enxertia, maior diâmetro e melhor desenvolvimento em altura de plantas. Desta forma, os autores indicam a jurubeba vermelha como porta-enxerto. No entanto, ressaltam que o jurubebão, não seja recomendando para o uso de porta-enxerto, pois constataram que houve características de incompatibilidade com a cultivar do tomateiro.

Mendonça et al. (2019), buscaram avaliar a jurubeba juna como porta-enxerto para tomateiro, em Altamira-PA, e perceberam que houve compatibilidade da jurubeba juna com o tomateiro BRS Nagai, pois não diferiu do porta-enxerto comercial tomate guardião. Constataram também, que mesmo com a presença da bactéria, quando foram usados os porta-enxertos jurubeba juna e guardião, não houve plantas doentes, indicando que a jurubeba juna pode ser utilizada como porta enxerto para o tomateiro.

Em trabalhos desenvolvidos por Lopes (2016), o autor estudou duas espécies de jurubebas (*Solanum stramonifolium* e *Solanum scuticum*) quanto a resistência delas a *R. solanacearum* e constatou que 15 dos 26 acessos da *S. scuticum* foram altamente resistentes, apresentando reação do tipo imunidade, pois nenhuma das plantas apresentaram sintomas de murcha bacteriana, enquanto que todos os 26 acessos de *S. stramonifolium* foram resistentes

quando inoculados com o mesmo isolado. O autor ainda comenta que essa resistência qualifica essas espécies como de alto interesse para utilização como porta-enxertos em áreas com alta infestação com *R. solanacearum*, ressaltando, porém, que existem compatibilidade diferencial entre os acessos e as cultivares de tomateiros, recomendando o teste de compatibilidade.

Pereira et al. (2014), na avaliação de 25 acessos de diferentes solanáceas, entre elas a *S. stramonifolium* (jurubeba juna), para resistência a *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, obtiveram como resultados o quantitativo de 16 acessos de jurubeba juna com resistência completa ao patógeno, enquanto nove apresentaram suscetibilidade com índices de doença de 3,1 a 18,8 e incidências de 12,5% a 75,0%, diferente dos resultados da testemunha que obtiveram índices da doença de (71,9) e incidência de 100%. Segundo os autores, tais resultados indicam a possibilidade de usos desses acessos de jurubeba silvestre como porta- enxertos de solanáceas em áreas infestadas.

Desta forma, a busca por medidas eficazes no controle de doenças causadas em tomateiros por patógenos de solo é desafiadora, especialmente diante do uso intensivo de produtos químicos. Diante dessa problemática atual da cultura do tomateiro, a enxertia sobre espécies silvestre de jurubebas (*Solanum spp.*) resistentes como porta-enxertos emerge como uma alternativa sustentável para promover a redução ou controle da murcha bacteriana (*R. solanacearum*) e da Murcha de fusarium (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*).

Desta forma, a prospecção e coleta, caracterização e conservação em “banco de espécies/acessos”, estudos e validação das técnicas de enxertia, avaliação da reação de resistência a patógenos do solo, seleções de combinações variedades-enxerto/porta-enxerto promissoras constituem as bases para exploração agrônômica do tomate no Estado sob a perspectiva agroecológica e, possivelmente, mudar o cenário desfavorável da baixa produtividade e produção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, Laboratório de Fitopatologia – LABFITO e na área experimental da Fazenda Escola de São Luís da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luís (MA), localizada nas coordenadas geográficas 3°11'35.12"S, e 44°16'50.27"W. O clima predominante na região é o tropical úmido, com alta pluviosidade, com excesso de água nos meses de janeiro a maio (meses mais chuvosos) e carência de água nos meses de julho a novembro (Figura 1). Apresenta temperaturas anuais médias de 25 a 28°C, Umidade Relativa do ar anual de 78 a 84%, e precipitação pluviométrica de 1.500 a 2.300 mm por ano (INMET, 2024).

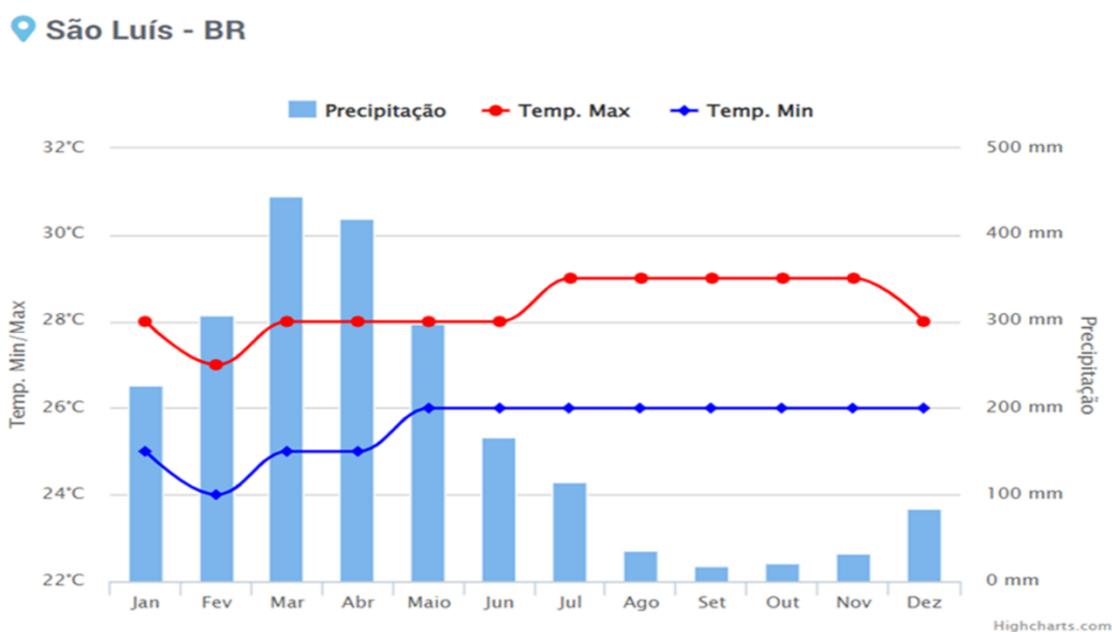


Figura 1- Dados climáticos de São Luís – MA. **Fonte:** INMET (2024).

3.2 Caracterização dos experimentos

3.2.1 Prospecção e coleta de Jurubebas (*Solanum* spp.)

Buscou-se inicialmente coletar espécies silvestres de *Solanum* com ênfase nos municípios maranhenses, com o intuito de enriquecer o “Banco de Jurubebas” já instalado em 2019, na Fazenda Escola São Luís – FESL/UEMA (Tabela 1).

Para identificação correta das espécies, utilizou-se como guia o manual de Coleção de germoplasma de espécies silvestres de *Solanum* da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2019).

Tabela 1 - Nome científico das espécies e imagens das plantas e frutos.

| Nome Científico | Jurubebas |
|--|--|
| <i>S. jamaicense</i> Mill |  |
| <i>S. mammosum</i> |  |
| <i>S. palinacanthum</i> Dunal |  |
| <i>S. stramonifolium</i> Jacq. |  |
| <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inermis</i> |  |
| <i>S. lycocarpum</i> St. Hill. |  |

S. paniculatum L



Nesse experimento foram avaliados 17 acessos de 7 espécies de jurubebas coletados em 12 municípios Maranhenses, além de um acesso introduzido da Embrapa Hortaliças, Brasília - DF (Tabela 2).

Tabela 2 - Espécies e acessos de Jurubebas com seus respectivos locais de procedência e coleta.

| Nº do Acesso | Nome comum/Nomenclatura botânica | Local de coleta | Data de coleta |
|--------------|---|------------------------|----------------|
| 01 | Peito-de moça, teta-de-vaca – <i>S. mammosum</i> | Alcântara | Set./2019 |
| 02 | Peito-de moça, teta-de-vaca – <i>S. mammosum</i> | São Luís | Jun./2022 |
| 03 | Jurubeba vermelha; jurubeba juna – <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | Bom Jardim | Out./2019 |
| 04 | Jurubeba vermelha; jurubeba juna – <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | São Bento | Set./2022 |
| 05 | Jurubeba vermelha; jurubeba juna – <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | São Luís | Jun./2022 |
| 06 | Jurubeba vermelha; jurubeba juna – <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | Mirador | Nov./2022 |
| 07 | Baquicha - <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inermis</i> | Brasília | Fev./2020 |
| 08 | Jurubeba do campo – <i>S. paniculatum</i> L. | Matões do Norte | Nov./2022 |
| 09 | Jurubeba do campo – <i>S. paniculatum</i> L. | Mirinzal | Nov./2022 |
| 10 | Jurubeba do campo – <i>S. paniculatum</i> L. | Miranda do norte | Nov./2022 |
| 11 | Juá ou Jurubeba rajada, brava – <i>S. palinacanthum</i> Dunal | São Mateus do Maranhão | Nov./2022 |
| 12 | Juá ou Jurubeba rajada, brava – <i>S. palinacanthum</i> Dunal | São Bento | Set./2022 |
| 13 | Lobeira ou Jurubebão – <i>S. lycocarpum</i> St. Hill. | São Luís – UEMA | Fev./2020 |
| 14 | Lobeira ou Jurubebão – <i>S. lycocarpum</i> St. Hill. | Cantanhede | Nov./2022 |
| 15 | Unha-de-gato – <i>S. jamaicense</i> Mill | Matões do Norte | Nov./2022 |
| 16 | Unha-de-gato – <i>S. jamaicense</i> Mill | Pirapemas | Nov./2022 |

| | | | |
|----|--|-------------------|-----------|
| 17 | Unha-de-gato – <i>S. jamaicense</i> Mill | Vitória do Mearim | Set./2019 |
|----|--|-------------------|-----------|

As buscas por informações, pelos acessos e fornecimento das sementes para facilitar a identificação dos locais de coleta e compartilhar informações relevantes da cultura como, por exemplo, cor da flor, cor do fruto, tipo foliar, forma da folha, presença de espinhos etc., foram oriundas de pesquisadores, professores, técnicos, líderes de comunidade, estudantes, agricultores e moradores locais dos diversos municípios.

Nessa primeira etapa, além da coleta e identificação das espécies, foram coletados também acessos de espécies mais conhecidas e que já compõem o “Banco de Jurubebas” da FESL. Os novos materiais coletados foram propagados a partir de sementes. Essas sementes foram colhidas de bagas maduras ou início de deiscência de arbustos. Após a coleta dos acessos, as sementes foram extraídas do fruto manualmente e imersas em água por 24 h para facilitar a retirada da mucilagem (Figura 2). Após esse período, foram lavadas com água destilada e colocadas para secar em temperatura ambiente sobre bancadas.

As sementes dos acessos foram separadas de acordo com a finalidade: 1. Guardar as sementes para compor o banco de sementes dessas solanáceas; 2. Plantar em bandejas/tubetes para dar prosseguimento aos experimentos – 3. Separar por amostras cada acesso.

Em um segundo momento, partes destas sementes foram tratadas com solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 36% por 10 minutos, seguindo com a tríplice lavagem em água destilada, para quebra de dormência das sementes, obedecendo a metodologia adotada por Silva et al. (2020). Posteriormente, as sementes foram semeadas em bandejas de polietileno de 200 células para seu desenvolvimento (Figura 2).



Figura 2- Sementes extraídas manualmente (A), sementes imersas em água por 24h (B), sementes posta para secar (C) e sementeira em bandejas (D).

3.3 Inoculação das espécies/aceessos de *Solanum* spp. com *R. solanacearum*

Os acessos foram semeados em tubetes, composto por substrato comercial à base de vermiculita e terra preta autoclavados na proporção 3:1. Mudas inoculadas foram mantidas em casa de vegetação do LABFITO, distribuídas em bancadas sob desenho experimental inteiramente casualizado com 17 tratamentos (espécies/aceessos de *Solanum* spp.) e quatro repetições, sendo mantidas duas plantas por vaso. Mudas de tomateiro da variedade Santa Clara – suscetível ao patógeno, também foram inoculadas da mesma maneira e utilizadas como testemunha positiva da doença.

O isolado da *R. solanacearum*, foi coletado de mudas com sintomas de murcha bacteriana de uma área da Fazenda Escola/UEMA-São Luís (MA), com histórico da doença. Posteriormente, para o isolamento do patógeno, fez-se um corte transversal no caule e a tríplice lavagem dos tecidos vegetais, possivelmente colonizados pelo patógeno, utilizando hipoclorito de sódio (3:1), álcool (50%) e água destilada. O material foi mascerado em cadinho com 1 mL de água destilada. Após 15 minutos de maceração, a solução foi levada para câmara de fluxo laminar para realizar o isolamento do patógeno. Com o auxílio de alça descartável, foi coletada a solução e cultivada em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA), pelo método de risca em zigue-zague. Em seguida as placas foram mantidas em BOD por 48 h a uma temperatura de 28 °C e fotoperíodo de 12 h (Figura 3).

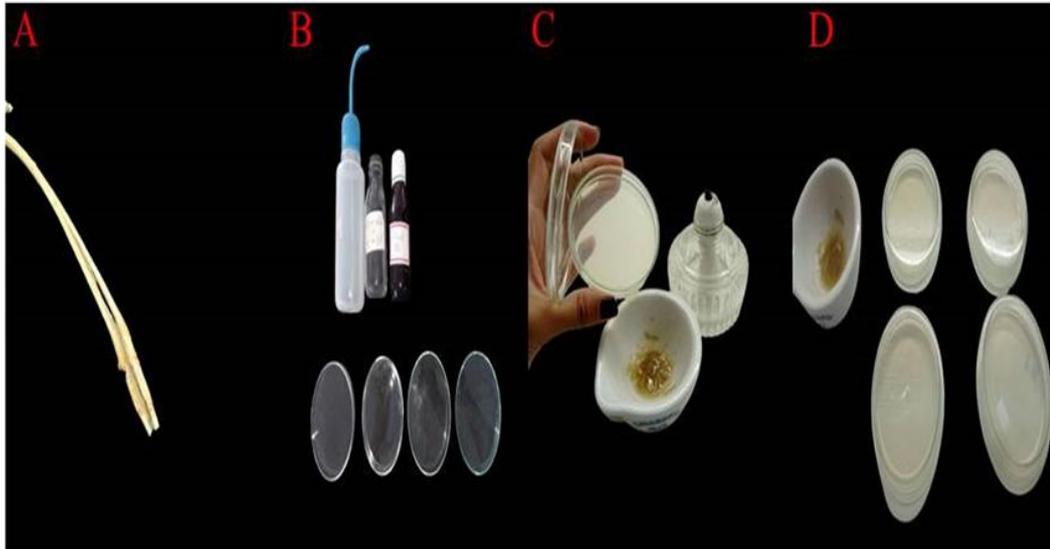


Figura 3- Corte transversal no tomateiro (A), Tríplice lavagem (B), Coleta da bactéria para riscar as placas de Petri (C) e Placas com a bactéria (D).

Após o crescimento das colônias, foi preparada a suspensão bacteriana diluída em solução salina (NaCl 0,85%) e a concentração ajustada para 10^8 UFC ml^{-1} , em espectrofotômetro com comprimento de onda de 540 nm e absorvância de 0,5 (Figura 4).



Figura 4- Preparo do isolado de *R. solanacearum* e ajuste da concentração.

A inoculação das plantas ocorreu 57 dias após a semeadura, em mudas com número de 3 a 6 folhas bem definidas. Para isso, as mudas foram retiradas dos tubetes, realizando-se a retirada do excesso de substrato das raízes e posteriormente foi feito o corte das extremidades. Em seguida, as plantas foram imersas na suspensão bacteriana por dez minutos, transplantando-as em seguida para vasos com capacidade de 2 L. O substrato do vaso foi

composto uma mistura de solo e esterco bovino curtido autoclavados na proporção 3:1 (Figura 5).



Figura 5- Procedimento de inoculação das mudas com suspensão da bactéria.

Após inoculação e transplante para os vasos, as mudas foram postas em câmara úmida por 24h (Figura 6).



Figura 6- Mudanças inoculadas e submetidas à câmara úmida.

A avaliação foi realizada diariamente observando-se a incidência da doença, até o décimo quinto dias após inoculação. O menor período de incubação e a maior incidência de plantas murchas indicaram o isolado mais virulento. Foi calculada ainda a porcentagem de plantas murchas 15 dias após a inoculação.

O índice de murcha bacteriana (IMB), foi calculado pela fórmula $IMB = \sum(CxP)/N$, onde, C = classe de sintoma, P = número de plantas em cada classe de sintoma e N = número total de plantas inoculadas por isolado do patógeno. As plantas foram classificadas quanto à reação à murcha bacteriana de acordo com a metodologia utilizada por Gonçalves et al. (2014) por meio de uma escala de notas para parâmetros da severidade de 1 a 5 (Tabela 3) e escala de nota que varia de 0 a 4 para classes de reações da planta de acordo com o índice de murcha bacteriana (Tabela 4).

Tabela 3- Parâmetros para avaliação da severidade da murcha bacteriana em experimentos de reação de plantas a *R. solanacearum*.

| Classe de severidade | Amplitude de classe de severidade (%) | Descrição |
|----------------------|--|---|
| 0 | 0=PFCSMB* | Plantas sem sintomas |
| 1 | 0< PFCSMB≤25% | Plantas com sintomas de amarelecimento e/ou murcha em até 25% das folhas |
| 2 | 25%< PFCSMB≤50% | Plantas com sintomas de amarelecimento e/ou murcha em mais de 25% e até 50% das folhas |
| 3 | 50%< PFCSMB≤75% | Plantas com sintomas de amarelecimento e/ou murcha em mais de 50% e até 75% das folhas |
| 4 | 75%< PFCSMB≤100% | Plantas com sintomas de amarelecimento e/ou murcha em mais de 75% das folhas, porém vivas, sem murcha irreversível. |
| 5 | PFCSMB = 100% com murcha irreversível ou morte | Plantas com sintomas de amarelecimento e/ou murcha em 100% das folhas, com murcha irreversível ou mortas. |

*PFCSMB: porcentagem de folhas com sintomas da murcha bacteriana, ou seja, folhas amarelas presas à haste, caídas ou folhas verdes murchas presas na planta.

Tabela 4- Classes de reação de plantas de acordo com o índice de murcha bacteriana pela bactéria *R. solanacearum*.

| Amplitude | Classe | Descrição | Reação |
|-------------|--------|-------------------------|--------|
| 0 | 4 | Altamente resistente | AR |
| 0<IMB≤0,5 | 3 | Resistente | R |
| 0,5<IMB≤1,2 | 2 | Medianamente resistente | MR |
| 1,2<IMB≤1,9 | 1 | Muito suscetível | MS |
| 1,9<IMB≤5,0 | 0 | Altamente suscetível | AS |

3.4 Inoculação das espécies/aceessos de *Solanum* spp com *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Para inoculação do fungo foi utilizado o isolado do *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* de número MGSS 225 proveniente da coleção de fungos fitopatogênicos – Micoteca “Prof.

Gilson Soares da Silva” do Laboratório de Fitopatologia da UEMA. No preparo do inóculo, o isolado do fitopatógeno foi cultivado em placas de Petri com meio de cultura BDA, mantidas em BOD durante sete dias a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, sob o regime de alternância luminosa (12 h claro/12 h escuro). As suspensões de esporos foram preparadas pela adição de 20 mL de água destilada esterilizada em cada placa e raspagem e filtragem em camada dupla de gaze (Figura 7). Após filtragem foi ajustada a concentração para 1×10^6 conídios.mL⁻¹.



Figura 7- Placas de Petri com *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici* e conídios.

Aos 57 dias após a semeadura as mudas foram inoculadas por corte em “meia lua” no sistema radicular, efetuando-se um sulco e deposição de suspensão no volume de 20 mL por planta. Em seguida foram transplantadas para vasos com capacidade de 2L contendo mistura de solo e esterco bovino curtido autoclavados na proporção 3:1. As mudas inoculadas foram mantidas em casa de vegetação, distribuídas em bancadas sob desenho experimental inteiramente casualizado com 17 tratamentos (espécies/acessos de *Solanum* spp.) e quatro repetições. Mudas de tomateiro da variedade Santa Clara – suscetível ao patógeno, também foram inoculadas da mesma maneira e utilizadas como testemunha positiva da doença.

A avaliação foi feita com 25 dias após inoculação, sendo avaliado os sintomas externo e interno, utilizando-se a escala de notas (Santos, 1999), que varia de 1 a 5, sendo nota 1) para plantas saudáveis; nota 2) para as plantas doentes com sintoma vascular leve; nota 3) para as plantas com sintoma de amarelecimento foliar e escurecimento vascular; nota 4) para as plantas com murcha severa associada a escurecimento vascular, necrose foliar e clorose e, nota 5) para as plantas mortas.

A partir dos dados obtidos com a escala de notas foi calculado o índice de severidade da doença (SVD), pelo cálculo da média para cada classe de reação (Tabela 5).

Tabela 5. Média das classes de reação de plantas com sintomas de murcha de fusarium.

| Reação | Descrição | Reação |
|-----------|-------------------------|--------|
| 1 | Semelhante a Imune | SI |
| 1,1 – 2,0 | Altamente Resistente | AR |
| 2,1 – 3,0 | Medianamente resistente | MR |
| 3,1 – 4,0 | Suscetível | SU |
| 4,1 – 5,0 | Altamente suscetível | AS |

3.5 Experimento de campo: cultivo de plantas enxertadas

3.5.1 Produção de mudas de tomateiros sobre porta-enxertos de Solanáceas silvestres

Para variedade-enxerto foram utilizados tomate cereja (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, cv. Carolina) e tomate Santa Clara do grupo Santa cruz (*S. lycopersicum*, cv.) com suscetibilidade aos dois patógenos (Figura 8). Na seleção de porta-enxertos optou-se por quatro espécies de jurubeba: *S. Stramonifolium* var. *inermis* (Baquicha), *S. mammosum* L. (Peito-de-Moça), *S. stramonifolium* Jacq. (Jurubeba Vermelha) e *S. palinacanthum* Dunal (Juá). A escolha se deu mediante aos fatores de boa capacidade de germinação, bom desenvolvimento e $IMB=0$ e $SVD = 1$.



Figura 8 - Mudas de tomates e jurubebas antes da enxertia.

A semeadura e procedimentos de enxertia bem como a formação das mudas enxertadas para o experimento de campo foram realizados conforme Lopes e Mendonça

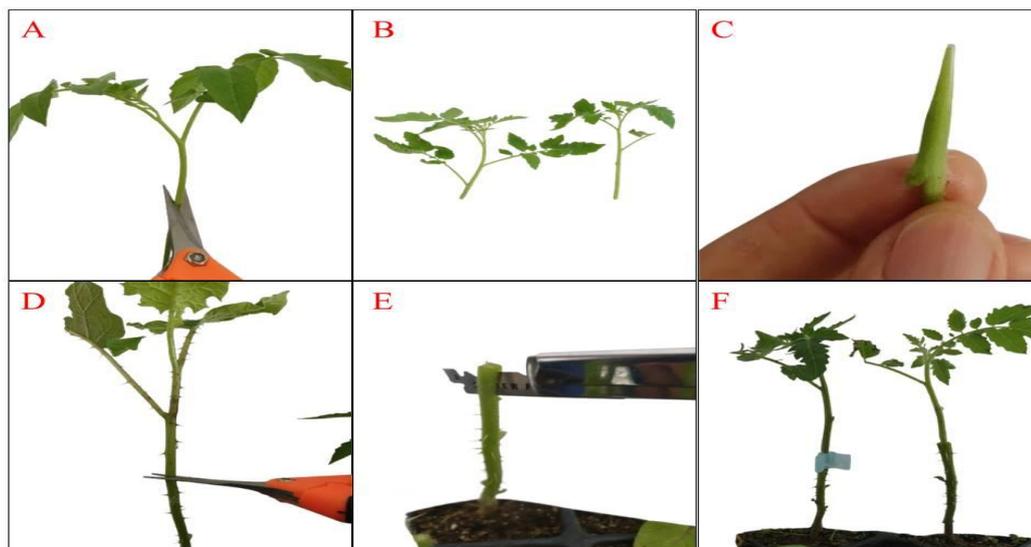


Figura 10 – A– Corte no tomateiro (enxerto); B – garfo do tomateiro (enxerto); C - Corte em formato de cunha; D - Decaptação da Jurubeba (porta-enxerto); E – fenda longitudinal no cavalo; F – Tomate enxertado na jurubeba.



Figura 11 – Mudas de tomate enxertados em jurubeba, com detalhe da presilha fixando o conjunto.

Após a operação da enxertia as mudas recém-enxertadas permaneceram em ausência total de luz, em uma câmara escura, por 48 horas, conforme adaptação de metodologia de Lopes e Mendonça (2014), visando reduzir o fluxo de seiva, favorecendo a formação do calo cicatricial.

Após esta fase, as mudas foram levadas para câmara de nebulização sob tela de sombrite de 50% de luz. Aos 7 dias após a enxertia (DAE), as presilhas foram retiradas e as mudas levadas para bancada do viveiro telado da Fazenda Escola da Uema, com

sombreamento de 50% onde ficaram por mais 8 dias. Foi avaliada a taxa de “pegamento” dos enxertos 15 dias após a enxertia, verificando-se que as mudas ficaram com o calo cicatrizado e prontas para plantio. Além das plantas enxertadas sobre solanáceas silvestres foram cultivadas aquelas do tratamento pé-franco (controle) suscetível.

No período citado acima, foram analisadas as variáveis de desenvolvimento das plantas e viabilidade do processo de enxertia: altura, número de folhas, diâmetro do caule (2,0 cm abaixo e acima do ponto de enxertia), índice de compatibilidade e a taxa de pegamento do enxerto. A mensuração da altura foi feita com do uso de uma régua e os diâmetros com paquímetro. O índice de compatibilidade (IC) foi calculado pela razão entre os valores do diâmetro acima e abaixo do ponto de enxertia, adotando-se a expressão $IC = DS/DI$, de acordo com Costa (2012) e a taxa de pegamento foram expressas em percentual de acordo com o número de plantas que apresentou compatibilidade no pegamento.

3.5.2 Cultivo e avaliação em condições de campo

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial $5 \times 4 + 2$, com 5 tratamentos, 4 repetições e duas variedades-enxerto – tomate cereja e tomate Santa Clara; cada parcela foi composta de 4 plantas.

O plantio dos tomateiros enxertados nas jurubebas foi realizado em período chuvoso. O desenho experimental em campo deu-se da seguinte forma: **ÁREA 1:** T1 – Cereja (Pé-franco); T2 – *S. stramonifolium* var. *inerme* (Baquicha); T3 – *S. stramonifolium* (Jurubeba Vermelha); T4 – *S. mammosum* (Peito de moça); e T5 – *S. palinacanthum* (Juá). **ÁREA 2:** T1 – Santa Clara (Pé-franco); T2 – *S. stramonifolium* var. *inerme* (Baquicha); T3 – *S. stramonifolium* (Jurubeba Vermelha); T4 – *S. mammosum* (Peito de moça); e T5 – *S. palinacanthum* (Juá) (Figura 12 e 13).

| ÁREA 01: VARIEDADE CEREJA | | | |
|--------------------------------|---------|---------|---------|
| BLOCO 1 | BLOCO 2 | BLOCO 3 | BLOCO 4 |
| T2 | T3 | T5 | T4 |
| T5 | T4 | T3 | T2 |
| T1 | T5 | T1 | T1 |
| T4 | T2 | T2 | T3 |
| T3 | T1 | T4 | T5 |
| ÁREA 02: VARIEDADE SANTA CLARA | | | |
| BLOCO 1 | BLOCO 2 | BLOCO 3 | BLOCO 4 |
| T2 | T3 | T5 | T4 |
| T5 | T4 | T3 | T2 |
| T1 | T5 | T1 | T1 |
| T4 | T2 | T2 | T3 |
| T3 | T1 | T4 | T5 |

Figura 12 – Croqui da área experimental.



Figura 13 – Área experimental.

Para o cultivo do tomateiro enxertado, a área de plantio foi previamente preparada, coletando-se inicialmente amostras de solo para análise química (Tabela 6).

Tabela 6- Resultados da análise química de solo.

| M.O | pH | P _(Mehlich) | K | Ca | Mg | H+Al | AL | H | SB | CTC | V |
|-------------------|-------------------|------------------------|------------------------------------|----|----|------|----|----|------|------|----|
| g/dm ³ | CaCl ₂ | Mg/dm ³ | mmol _c /dm ³ | | | | | | % | | |
| 14 | 4,3 | 2 | 2,8 | 15 | 6 | 23 | 0 | 23 | 23,8 | 46,8 | 51 |

Frente aos resultados da análise, a calagem foi realizada 30 dias antes do plantio com abertura de covas utilizando 100g/m^2 de calcário dolomítico (PRNT = 91%, CaO = 32% e MgO = 15%). A adubação de fundação consistiu de 5 L de esterco de aves, 0,3g de Ácido Bórico, 7g de ureia, 90g de superfosfato simples, 5g de cloreto de potássio, utilizando como base para cálculos recomendação de NPK 300-100-300. As adubações de cobertura foram feitas 5 vezes durante o ciclo da cultura, em intervalos de 15 dias com 7g de uréia, 6g de superfosfato simples e 5g de cloreto de potássio por planta. As estratégias de manejo e tratos culturais tais como sistema de condução e tutoramento, podas, desponte, irrigação, foram àqueles adotados para a cultura de acordo com o Boletim 200 (2014).

As seguintes etapas constituíram-se de piqueteamento das covas, capina/roçagem, sistema de condução, para posterior plantio definitivo (Figura 14).



Figura 14 – Preparo da área, sistema de condução e coveamento.

Após 15 dias da enxertia, as plantas foram transplantadas para a área definitiva, no espaçamento de 1 m entre fileira e 0,5 m entre plantas. As plantas foram conduzidas apenas com uma haste, realizando-se a poda dos ramos laterais e brotações de raízes sempre que necessário.

O tutoramento das plantas foi realizado com estacas e o amarrio feito com fitilho plástico, semanalmente, a partir da primeira semana após o transplante, com o objetivo de conduzir e sustentar as plantas no tutor até o fio de arame superior (Figura 15).



Figura 15- Tutoramento e condução das plantas.

O manejo realizado na cultura incluiu capina, amontoa, adição de cobertura morta, poda das emissões dos brotos laterais das jurubebas, aplicação de defensivos naturais, como o óleo de nim para controle de lagarta e mosca branca (*Bemisia tabaci*), amarração nas estacas, adubação com NPK e retirada das plantas mortas para análises laboratoriais. A adubação de cobertura foi realizada de forma parcelada, a cada 15 dias (Figura 16). As limpezas e conduções foram realizadas semanalmente, propiciando assim, crescimento uniforme das plantas. O controle de plantas daninhas foi feito com capinas manuais e adição de cobertura morta, quando necessário.



Figura 16- Amarrio (A), Adubação (B) e Cobertura morta (C).

Realizou-se o acompanhamento dos parâmetros propostos na pesquisa, tais como: altura (cm), número de folhas, diâmetro inferior (DI) e superior (DS) 2 cm abaixo e acima das plantas, índice de compatibilidade e taxa de mortalidade durante 15, 45 e 75 dias após o plantio - DAT (Figura 17).



Figura 17- Contagem de Número de folhas (A); Medição da altura (B); DI, DS (C, D).

Foram coletados os dados referentes às variáveis de desenvolvimento das plantas, e feitas às avaliações sobre a ocorrência de problemas fitossanitários tais como reação das plantas a murcha bacteriana e a murcha de fusarium. Os horários de observação das murchas, diariamente, ocorriam a partir das 16h30, coletando-se as mudas com sintomas de murcha para isolar e testar a presença dos patógenos no Laboratório de Fitopatologia (Figura 18).



Figura 18 – Plantas de tomateiro Santa Clara com sintomas de murcha de fusarium e murcha bacteriana.

3.6 Análises Laboratoriais

Para avaliações laboratoriais das plantas coletadas em campo, foi realizado o corte transversal nas regiões do caule do porta-enxerto, e feito o isolamento do tecido possivelmente colonizado. Após 2 dias foi possível observar o desenvolvimento das bactérias e com 7 dias, observou-se o crescimento do fungo.

Para análises bioquímicas de pré-identificação da *R. solanacearum*, utilizou-se metodologia descrita por Hayward (1964), com o método de três carboidratos (Manitol, Lactose e Maltose) em meio basal, composto de 1g de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$; 0,2g de KCl; 0,2 mL de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1g de Peptona; 0,3mL de Solução aquosa de Azul de Bromotimol 1% (p/v); 1,5g de Ágar e 1000mL de água destilada. Foi necessário ajustar o pH da solução para 7,1.

Posteriormente, foi adicionado 4,5 mL da solução (meio basal) por tubo e esterilizado por autoclavagem a 121 °C durante 15 min. Em relação a solução de carboidratos, foi preparado solução de cada um a 10% e esterilizado o Manitol por autoclavagem a 115 °C por 15min, enquanto que a lactose e a maltose, foram esterilizadas por filtração. A cada tubo com base fundente (45 °C) foi adicionado 0,5 mL da solução de carboidratos, usando o indicativo da coloração verde para amarelo, caso ocorra presença da *Ralstonia*.

3.7 Análises Estatísticas

Os dados coletados referentes as variáveis de crescimento foram submetidos à Análise de Variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o software AgroEstat v.1.1.0.712 rev 77 (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação de resistência das jurubebas a *R. Solanacearum*

4.1.1 Casa de vegetação

Para avaliar o grau de resistência, utilizou-se a leitura da incidência de plantas murchas em cada parcela a cada dia, de acordo com a metodologia adotada. As análises dos sintomas nas plantas inoculadas com o patógeno foram realizadas durante 15 dias. Observou-se que as plantas das espécies e/ou acessos de jurubebas foram resistentes e/ou tolerantes ao patógeno nos 15 dias de observações, tendo como referência a murcha de todas as plantas da testemunha suscetível – a cultivar do tomateiro Santa Clara, enquanto que nas mudas de jurubebas as plantas permaneceram sadias (Figuras 19).

De acordo com Lopes (2009), o sintoma mais típico da bactéria no tomateiro é a murcha da planta de cima para baixo, que é resultante da interrupção parcial ou total do fluxo de água desde as raízes até o topo da planta.



Figura 19 – A - Espécies de jurubebas inoculadas com a bactéria e B - Sintomas de murcha em tomateiro Santa Clara.

De acordo com Rossato et al. (2008), além dos sintomas mais típicos da doença como a murcha, inicialmente das folhas mais novas, normalmente sem o amarelecimento da folhagem, que pode ocorrer em qualquer estágio do desenvolvimento da planta, o autor comenta que por ser uma doença vascular, provoca escurecimento do xilema, percebido ao se descascar o caule na parte inferior de plantas afetadas. Assim, torna-se necessária a realização do corte transversal do caule e a confirmação com o isolamento do patógeno em laboratório.

Desta forma, com os dados coletados durante as observações em casa de vegetação, foi possível calcular o índice de murcha bacteriana, a partir da severidade da doença constatada nos tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7 - Índice de Murcha Bacteriana (IBM) e reação de resistência em espécies/ acessos de *Solanum spp.* do Maranhão. R: resistente; AR: altamente resistente; MR: moderadamente resistente; AS: altamente suscetível.

| Acesso | Espécies | 15º Dia | IBM | Reação |
|----------|---|---------|-----------------------------|--------|
| 01 | <i>S. mammosum</i> | 0 | 0 | AR |
| 02 | <i>S. mammosum</i> | 0,25 | $0 < \text{IMB} \leq 0,5$ | R |
| 03 | <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | 0,37 | $0 < \text{IMB} \leq 0,5$ | R |
| 04 | <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | 0 | 0 | AR |
| 05 | <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | 0 | 0 | AR |
| 06 | <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | 0,5 | $0 < \text{IMB} \leq 0,5$ | R |
| 07 | <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inermis</i> | 0 | 0 | AR |
| 08 | <i>S. paniculatum</i> L. | 0 | 0 | R |
| 09 | <i>S. paniculatum</i> L. | 0,25 | $0 < \text{IMB} \leq 0,5$ | R |
| 10 | <i>S. paniculatum</i> L. | 0 | 0 | |
| 11 | <i>S. palinacanthum</i> Dunal | 0 | 0 | R |
| 12 | <i>S. palinacanthum</i> Dunal | 0,62 | $0,5 < \text{IMB} \leq 1,2$ | MR |
| 13 | <i>S. lycocarpum</i> St. Hill 1 | 0 | 0 | R |
| 14 | <i>S. lycocarpum</i> St. Hill | 0,25 | $0 < \text{IMB} \leq 0,5$ | R |
| 15 | <i>S. jamaicense</i> Mill | 0 | 0 | AR |
| 16 | <i>S. jamaicense</i> Mill | 0,62 | $0,5 < \text{IMB} \leq 1,2$ | MR |
| 17 | <i>S. jamaicense</i> Mill | 0 | 0 | AR |
| cultivar | <i>S. lycopersicum</i> | 2,37 | $1,9 < \text{IMB} \leq 5,0$ | AS |

Os acessos da espécie *S. palinacanthum* Dunal e *S. jamaicense* Mill oriundos dos municípios de Cantanhede e Pirapemas, foram moderadamente resistentes a *R. solanacearum*, enquanto que os oriundos dos municípios de São Luís, São Bento, Matões do Norte e Vitória do Mearim, respectivamente, mostraram-se resistente ao patógeno. Destaca-se ainda o acesso

01 (Alcântara) de *S. mammosum* que teve reação altamente resistente e semelhante à Baquicha, espécie padrão utilizada em estudos de enxertia (Tabela 8).

Já os tratamentos com as espécies *S. mammosum*, *S. stramonifolium* Jacq., *S. stramoniifolium* var. *inerme*, *S. palinacanthum* Dunal, oriundas dos demais municípios (Tabela 8) apresentaram-se resistentes a *Ralstonia*, com uma amplitude de murcha bacteriana com índice inferior a $0 < \text{IMB} \leq 0,5$. Em contraste, o tratamento controle, com *S. lycopersicum* cv. Santa Clara foi altamente suscetível ao patógeno, apresentando índice de amplitude superior a $1,9 < \text{IMB} \leq 5,0$.

Em todos os experimentos, observou-se os sintomas da murcha bacteriana nas plantas controle, o que aponta para uma adequada interação entre os isolados bacterianos, a concentração do inóculo, o método de inoculação e as condições ambientais propícias para a ocorrência da doença.

Não houve uma relação evidente entre a resistência da planta ao patógeno e o local de coleta dos acessos relacionados à espécie. Por exemplo, dos três acessos coletados da espécie *S. lycocarpum* St. Hill., em São Luís, Cantanhede e São Bento, dois foram altamente resistentes e um moderadamente resistente. Da mesma forma, ocorreu com a espécie *S. jamaicense* Mill, onde o local de coleta ocorreu nos municípios de Matões do Norte, Pirapemas e Vitoria do Mearim (Tabela 1).

Lopes e Mendonça (2016), avaliaram duas espécies de jurubeba *S. stramonifolium* e *S. scuticum* na busca de alto grau de resistência à murcha bacteriana, constataram não haver clara relação entre a resistência e o local de coleta dos acessos, dos 15 acessos coletados em Brasília, 12 foram totalmente resistentes e 3 altamente suscetíveis.

Nesta pesquisa a quantidade de acessos de cada espécie, foi limitada para realizar uma inferência mais precisa sobre a relação da origem dos acessos e nível de resistência das espécies de *Solanum* ao patógeno, mas permitiu indicar de forma preliminar as espécies/acessos de maior potencial e interesse para uso como porta-enxerto.

4.2.2 Análises laboratoriais

Após o 15º dia de observações nas plantas de jurubeba e na testemunha, realizou-se a coleta de cada acesso para análises laboratoriais, visando a confirmação da presença do patógeno.

Houve presença da bactéria em todos os tratamentos, no entanto, o escurecimento vascular no caule, foi constatado somente no tratamento controle (Figuras 20 e 21).



Figura 20- A – Planta de Jurubeba peito de moça com aspecto saudável; B – Caule da jurubeba peito-de-moça sem escurecimento vascular; C- Planta de tomate com murcha bacteriana; D – Caule do tomateiro com escurecimento vascular.



Figura 21 – Colônia de bactéria isolada a partir do caule de plantas com presença de escurecimento vascular.

Para Bedendo (2018), a murcha bacteriana é uma doença devastadora que afeta diversas espécies de plantas, incluindo solanáceas como tomateiros, batateiras e jurubebas. No entanto, de acordo com o autor, as espécies de *Ralstonia* são incapazes de invadir os tecidos radiculares sem danos.

Assim, a colonização somente acontece quando há ferimentos ou aberturas naturais nos tecidos do hospedeiro, como células parcialmente esfoliadas das camadas externas do parênquima nos locais de emergência ou alongamento das raízes secundárias (GRIMAUT et al., 1993; CALDWELL et al., 2017).

Segundo Amorim et al. (2011), após a colonização, o acúmulo de lipopolissacarídeos leva ao escurecimento e à obstrução do xilema. Em trabalhos realizados por Soldera et al. (2010), com o uso de diferentes extratos vegetais no controle da bactéria *R. solanacearum*, observaram a formação do halo de inibição de crescimento da bactéria em plantas de jurubebas.

Pode-se supor que plantas de jurubebas utilizam de um recurso ou mecanismo próprio para combater e/ou inibir a ação bacteriana em seus vasos condutores, uma vez que não foi constatada a presença do escurecimento vascular nos tratamentos com acessos de jurubeba inoculados, havendo necessidade de estudo mais aprofundado para descobrir quais os mecanismos são utilizados por essas plantas. Desta forma, com base no levantamento bibliográfico realizado até o momento, necessita-se de mais estudos laboratoriais que explorem a jurubeba como objeto de pesquisa para avaliar sua tolerância ou resistência à *R. solanacearum*, tendo em vista os possíveis resultados que podem contribuir para solucionar esses problemas fitopatológicos que afetam os produtores de tomate.

4.3 Reação de resistência das jurubebas ao *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*

4.3.1 Reação em casa de vegetação

Dos 17 acessos de jurubebas avaliados, todos apresentaram grau de resistência ao *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici* (MGSS 225), diferentemente da testemunha que apresentou elevado índice de doença e incidência do patógeno (Figuras 22 e 23).



Figura 22- Sintomas de murcha de fusarium no tomateiro cv. Santa Clara (A) e plantas assintomática de jurubeba *S. stramonifolium* Jacq. (B).



Figura 23- Escurecimento vascular do tomateiro cv. Santa Clara (A) e ausência do escurecimento na jurubeba *S. mammosum* (B).

De acordo com Pereira e Pinheiro (2014), à medida que a doença progride, as folhas mais novas também adquirem uma tonalidade amarelada e começam a murchar, especialmente durante as horas mais quentes do dia, culminando em um murchamento irreversível. Segundo Oliveira (2017) o patógeno tem a capacidade de infectar as plantas em vários estágios de desenvolvimento, desde plântulas até plantas adultas. Os sintomas visíveis

incluem o curvamento das folhas mais velhas, murchamento e, eventualmente, morte (Figura 22).

A partir destes resultados, após a classificação de notas e média, verificou-se que os 17 acessos de jurubebas testados em casa de vegetação, foram resistência à doença, indicando potencial para serem usados como porta-enxerto para o tomateiro (Tabela 8).

Tabela 8- Índice de severidade da murcha de fusário (SVD) em espécies/acessos de jurubebas do Maranhão. SI: semelhante a imune; AR: altamente resistente; AS: altamente suscetível.

| Espécies | Acessos | SVD | Reação |
|--|----------------|------------|---------------|
| <i>S. Mammosum</i> L. | 01 | 1 | SI |
| <i>S. Mammosum</i> L. | 02 | 1 | SI |
| <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | 03 | 1 | SI |
| <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | 04 | 1 | SI |
| <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | 05 | 1 | SI |
| <i>S. stramonifolium</i> Jacq. | 06 | 1 | SI |
| <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inermis</i> | 07 | 1 | SI |
| <i>S. paniculatum</i> L. | 08 | 1 | SI |
| <i>S. paniculatum</i> L. | 09 | 1 | SI |
| <i>S. paniculatum</i> L. | 10 | 1 | SI |
| <i>S. palinacanthum</i> Dunal | 11 | 1 | SI |
| <i>S. palinacanthum</i> Dunal | 12 | 1 | SI |
| <i>S. lycocarpum</i> St. Hill 1 | 13 | 1 | SI |
| <i>S. lycocarpum</i> St. Hill | 14 | 1 | SI |
| <i>S. jamaicense</i> Mill | 15 | 1 | SI |
| <i>S. jamaicense</i> Mill | 16 | 1,25 | AR |
| <i>S. jamaicense</i> Mill | 17 | 1 | SI |
| <i>S. lycopersicum</i> | cultivar | 4 | AS |

Resultados encontrados por Pereira et al. (2014), ao avaliarem 25 acessos da espécie *S. stramonifolium*, *S. melongena* L. (berinjela) e dos híbridos interespecíficos *S. aethiopicum* L. × *S. melongena*, identificaram que dos 25 acessos de jurubeba juna, 16 apresentaram resistência ao murcha de fusarium. Desta forma, os autores indicaram a espécie *S. stramonifolium* como potencial porta-enxerto do tomateiro de mesa, visto que, atualmente

existem poucas cultivares de tomate com elevados níveis de resistência a *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 3 disponíveis comercialmente.

No contexto da resistência as murcha de fusarium, várias espécies de jurubeba, a exemplo de *S. paniculatum*, têm sido estudadas como potenciais fontes de resistência ou tolerância à doença. A resistência natural de plantas, incluindo espécies de jurubeba, é uma área de interesse crescente na agricultura, pois pode fornecer alternativa mais sustentável e ecológica ao controle de doenças em plantações de tomate.

Da mesma forma, Pereira et al. (2018), avaliou 19 acessos de jurubebas, do banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças, como valiosas fontes de resistência ao *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici*.

Mendonça et al. (2009, 2019), destacam que *S. stramonifolium* Jacq é resistente aos patógenos de solo, compatível com a cultura do tomateiro, e a opção mais barata de acesso a sementes de porta-enxerto para produtores, já que eles mesmos podem coletar e multiplicar as sementes da jurubeba.

Devido à escassez de trabalhos voltados para esta área específica, torna-se necessário desenvolver pesquisas com espécies de jurubeba para avaliar, quais os mecanismos de resistência e/ou controle aos patógenos de solo, como por exemplo o *F. oxysporum*. Essa resistência pode ser atribuída a uma combinação de fatores, incluindo a presença de compostos bioativos com propriedades antifúngicas, a capacidade da planta em ativar respostas de defesa, como a produção de fitoalexinas e o fortalecimento da parede celular, entre outros mecanismos.

Supõe-se que as plantas de jurubeba utilizam de um recurso próprio para combater e/ou inibir a ação fúngica em seus vasos condutores, uma vez que não foi constatada a presença do escurecimento vascular nos tratamentos com acessos de jurubeba inoculados. No entanto, é importante ressaltar que a resistência varia entre as diferentes espécies de jurubeba e que a eficácia da resistência pode depender de diversos fatores ambientais e genéticos. Portanto, pesquisas adicionais são necessárias para entender melhor os mecanismos subjacentes à resistência das espécies de jurubeba e para desenvolver estratégias de manejo mais eficazes contra a murcha de *fusarium* no tomateiro.

4.4 Desenvolvimento e Compatibilidade de tomateiro enxertado com espécies de jurubebas

4.4.1 Pegamento dos enxertos e viabilidade do processo de enxertia

Na seleção de porta-enxertos para formação de mudas de tomateiro (Santa Clara e Cereja), optou-se por quatro espécies de jurubeba: *S. Stramonifolium* var. inerme (Baquicha), *S. mammosum* L. (Peito-de-Moça), *S. stramonifolium* Jacq. (Jurubeba Vermelha) e *S. palinacanthum* Dunal (Juá). A escolha se deu mediante aos fatores de boa capacidade de germinação das sementes, bom desenvolvimento e $IMB=0$ e $SVD = 1$, isto é, espécies altamente resistentes e/ou semelhante a imune em relação aos patógenos *R. solanacearum* e *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, respectivamente, avaliados em ambiente de casa de vegetação.

No 15º dia após a enxertia herbácea, obteve-se a taxa de pegamento dos enxertos e viabilidade do processo de enxertia (Figura 24). Nesta fase, as mudas estavam no estágio vegetativo adequado para transplante ao campo e ponto de enxertia cicatrizado.

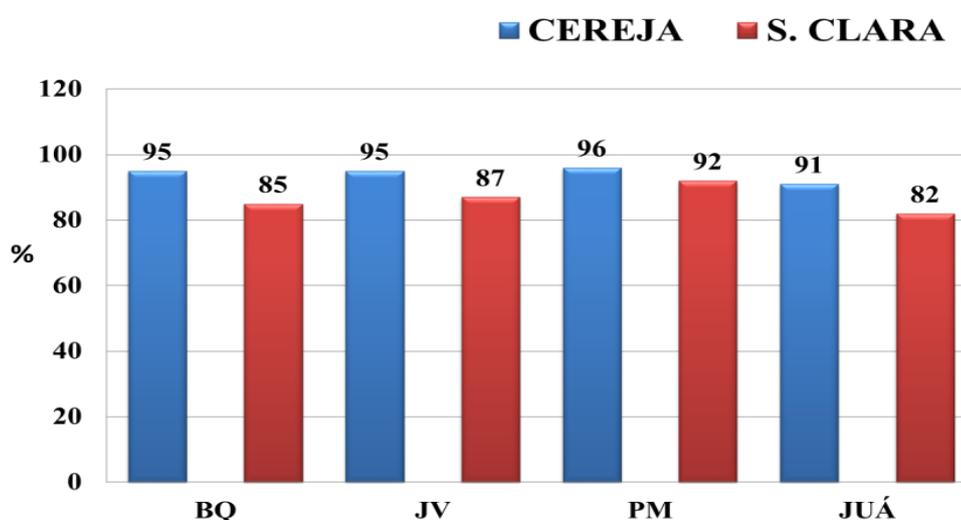


Figura 24 – Taxa média de pagamento de enxerto (%) aos 15 DAE. BQ: Baquicha; JV: Jurubeba vermelha; PM: Peito-de-moça e JUÁ (Juá).

Verificou-se que a variedade de tomate cereja combinado aos diferentes porta-enxertos se sobressaiu quando comparada com o tomateiro cv Santa Clara, principalmente nas espécies Baquicha, Jurubeba vermelha e Peito-de-moça que obtiveram taxas de pegamento de 95% e 96%, respectivamente. Já os porta-enxertos que induziram maior taxa de pegamento na variedade de tomate Santa Clara, foram as espécies Peito de moça e jurubeba vermelha com 92% e 87%, respectivamente. A taxa média geral de pegamento de enxertos aos 15 dias,

considerando as quatro espécies de *Solanum*, na variedade de tomate Cereja foi de 94,25%, enquanto que na variedade Santa Clara foi de 86,5%, valores considerados adequados no processo de enxertia, indicando que a técnica foi bem empregada e as condições ambientais de aclimatização das plantas foram favoráveis.

Em trabalhos desenvolvidos por Simões et al. (2014), a porcentagem de pegamento da enxertia do tomate IPA-6 variou de 50% a 91,7% com média de 76,4% em enxertos de jurubeba vermelha, jurubebão e jiló, obtendo-se os melhores índices de mudas sobreviventes com os porta-enxertos Jurubeba vermelha e jurubebão, com pegamento de 83,3% e 91,7%, respectivamente.

Já em trabalhos realizados por Fernandes (2016), a taxa de pegamento e sobrevivência foi de 100% para todos os tratamentos, utilizando como porta-enxertos o cubiu (*Solanum sessiliflorum*), jurubeba (*Solanum viarum* Dunal) e tomate 'Yoshimatsu', enxertados com tomate Santa cruz 'Kada Gigante'.

Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho (2019), ao analisar a taxa de pegamento de enxerto do tomate Santa Clara em espécies de cubiu, jurubeba vermelha, jurubebão e guardião, obtendo-se pegamento de 100% com exceção da espécie jurubebão que teve 83,33%. Já em estudos realizados por Basto et al. (2022), a taxa de pegamento na variedade de tomate Cereja foi de 89,0% para *S. palinacanthum* (Juá) a 98,4% para *S. stramonifolium* var. *inerme* (Baquicha). A espécie *S. palinacanthum* apresentou afinidade mais baixa com a variedade enxerto e *S. stramonifolium* (jurubeba vermelha) exibiu a maior compatibilidade copa-cavalo.

A taxa de pegamento de enxertos de tomate em jurubebas indicam resultados variáveis. Em geral, as taxas de sucesso podem ser altas, desde que haja compatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto. Fatores como técnicas de enxertia, condições ambientais e habilidade dos enxertadores influenciam significativamente os resultados. Quando bem executado, o pegamento pode atingir taxas satisfatórias, contribuindo para a resistência a doenças e a adaptação a condições adversas (VILELA, 2016).

Pinheiro et al. (2009), relata que entre os múltiplos fatores a serem considerados na prática de enxertia, além da resistência do porta-enxerto aos patógenos de solo, a compatibilidade entre as espécies botânicas da combinação enxerto/porta-enxerto emerge como aspecto de vital importância. Na mesma direção, Aviz (2019), comenta que um porta-enxerto ideal, além de ter características de resistência aos patógenos de solo, deve demonstrar vigor, rusticidade e ótima compatibilidade com a cultivar enxertada.

4.4.2 Crescimento e desenvolvimento do tomateiro pós-enxertia

4.4.2.1 Altura da planta

As médias da variável altura da planta não diferiram nas duas variedades enxertadas (Tabela 9).

Tabela 9 - Altura do tomateiro (cm) cereja cv. Carolina e Santa Clara enxertados com solanáceas silvestres (*Solanum* spp.) em condições de campo. São Luís, MA, 2024.

| Trat. | Espécies | Cereja | S. Clara |
|----------------|--|----------|----------|
| 15 DAT* | | | |
| T ₁ | Tomate Cereja e S. Clara (PF) | 18,02 a | 18,47 a |
| T ₂ | <i>S. stramoniiifolium</i> var. <i>inerme</i> (Baquicha) | 22,97 a | 23,85 a |
| T ₃ | <i>S. stramoniiifolium</i> (Jurubeba vermelha) | 22,77 a | 20,40 a |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> (Peito de moça) | 23,95 a | 19,32 a |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> (Juá) | 22,71 a | 20,57 a |
| | CV (%) | 14,85 | 15,12 |
| 45 DAT | | | |
| T ₁ | Tomate Cereja e S. Clara (PF) | 65,25 a | 59,25 a |
| T ₂ | <i>S. stramoniiifolium</i> var. <i>inerme</i> | 69,99 a | 63,93 a |
| T ₃ | <i>S. stramoniiifolium</i> | 70,25 a | 70,68 a |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> | 84,79 a | 72,20 a |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> | 78,83 a | 63,18 a |
| | CV (%) | 18,72 | 14,61 |
| 75 DAT | | | |
| T ₁ | Tomate Cereja e S. Clara (PF) | 99,95 a | 89,00 a |
| T ₂ | <i>S. stramoniiifolium</i> var. <i>inerme</i> | 106,50 a | 97,37 a |
| T ₃ | <i>S. stramoniiifolium</i> | 114,00 a | 108,00 a |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> | 116,00 a | 98,25 a |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> | 120,00 a | 95,00 a |
| | CV (%) | 14,77 | 10,94 |

Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey. *DAT: Dias após o transplântio; Trat: Tratamentos; CV(%): Coeficiente de variação.

Simões et al. (2014) apontam que, na fase inicial, as mudas recém-enxertadas podem sofrer estresse devido ao rompimento dos vasos condutores, o que geralmente resulta em um atraso no crescimento das plantas. No entanto, esse efeito não foi observado no presente estudo, pois, nesta variável, observou-se que nos tratamentos controle tanto com a variedade cereja quanto a variedade Santa Clara, não diferiu das plantas enxertadas com jurubebas, e que os porta-enxertos baquicha, peito de moça, juá e jurubeba vermelha proporcionam um desenvolvimento equivalente ao pé franco. Esse fato pode estar relacionado a alguns fatores do porta-enxerto como a boa adaptação ao solo, (o porta-enxerto pode ter uma adaptação melhor ao tipo de solo ou às condições ambientais específicas em comparação com o pé franco); a eficiência na absorção de nutrientes e/ou ao vigor do porta-enxerto.

Por outro lado, Ballesta et al. (2010), investigaram aspectos fisiológicos e bioquímicos da interação entre porta-enxerto e enxerto em espécies das famílias Solanaceae e Cucurbitaceae, sendo considerados os mecanismos envolvidos na compatibilidade dos dos enxertos como absorção de nutrientes e água e a influência do porta-enxerto nos principais processos fisiológicos do enxerto. Segundo os autores as plantas de tomateiro enxertadas apresentaram maior capacidade de absorção de água e minerais não afetando o seu desenvolvimento inicial em comparação com as plantas não enxertadas (pés francos).

Schwarz (2012), relata que plantas mais vigorosas utilizadas como porta-enxerto podem ter características que promovem um crescimento mais vigoroso ou igual ao do pé franco, além de poder fornecer melhor suporte nutricional e estrutural, resultando em plantas de tomate cereja que crescem mais rapidamente.

Fernandes (2016), investigou o uso de porta-enxertos *Solanum* spp e o enxerto de tomateiro Yoshimatsu para o controle da murcha bacteriana, verificando que aos 14 dias após o plantio, o desenvolvimento das plantas enxertadas foi comparável ou superior ao das plantas de pé-franco. mostraram um.

Segundo Louws et al. (2010), a altura da planta de tomate, normalmente reflete o seu vigor quando esta não sofreu estiolamento. Sob condições de estresses biótico ou abiótico, a enxertia pode resultar em plantas mais vigorosas, quando comparadas às não enxertadas, em função da resistência ou tolerância conferida pelo porta-enxerto.

Carvalho (2019), avaliou o crescimento de plantas de tomate enxertados com a jurubeba, jurubebão e pé-franco sob condições de campo, para a variável altura de planta observou dinâmica linear para todos os tratamentos, não havendo diferença entre os tratamentos. Já Simões et al. (2014), observaram que o uso da jurubeba vermelha como porta-enxerto proporcionou maiores alturas de plantas.

Fayad et al. (2001), avaliaram o crescimento do tomateiro, com a cultivar Santa Clara, em condições de campo e em ambiente protegido, observaram que as plantas tiveram desenvolvimento crescente até o final do experimento, atingido os valores de 146 cm nas condições de campo e de 84,7 cm em casa de vegetação.

4.4.2.2 Número de Folhas

Para o número de folhas emitidas ao longo da haste principal, observou-se nesta pesquisa, que o aumento é gradativo de acordo com o crescimento da planta, fazendo com que sua capacidade de produzir fitomassa aumente. No entanto, apesar de haver um crescimento gradativo no número de folhas quando comparadas as médias de 15, 45 e 75 dias, da variedade Cereja, não houve diferenças significativas.

Tabela 10 – Número de folhas do tomateiro Cereja cv. Carolina e Santa Clara, enxertado com solanáceas silvestres (*Solanum* spp.) em condições de campo. São Luís, MA, 2024.

| Trat. | Espécies | Cereja | T. Clara |
|-----------------|--|---------|----------|
| 15 DAT * | | | |
| T ₁ | Tomate Cereja e S. Clara (PF) | 6,95 a | 6,15 a |
| T ₂ | <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inerme</i> (Baquicha) | 7,70 a | 6,60 a |
| T ₃ | <i>S. stramonifolium</i> (Peito de moça) | 8,12 a | 7,15 a |
| T ₄ | <i>mammosum</i> (Jurubeba vermelha) | 8,07 a | 7,22 a |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> (Juá) | 7,38 a | 6,40 a |
| | CV (%) | 14,84 | 17,14 |
| 45 DAT | | | |
| T ₁ | Tomate Cereja e S. Clara (PF) | 16,45 a | 15,12 a |
| T ₂ | <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inerme</i> | 16,83 a | 17,08 a |
| T ₃ | <i>S. stramonifolium</i> | 17,47 a | 15,31 a |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> | 16,18 a | 15,04 a |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> | 15,24 | 17,22 a |
| | CV (%) | 7,73 | 8,93 |

| 75 DAT | | | |
|----------------|--------------------------------------|---------|----------|
| T ₁ | Tomate Cereja e S. Clara (PF) | 26,56 a | 23,42 ab |
| T ₂ | <i>S. stramonifolium var. inerme</i> | 21,54 a | 27,01 a |
| T ₃ | <i>S. stramonifolium</i> | 25,35 a | 23,29 ab |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> | 24,30 a | 21,61 b |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> | 26,78 a | 24,11 ab |
| | CV (%) | 12,57 | 9,65 |

Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey.*DAT: Dias após o transplântio; Trat: Tratamentos; CV (%): Coeficiente de variação.

Na variedade Santa Clara, observou-se um aumento gradual no número de folhas dos tomateiros. No entanto, aos 75 dias, os tratamentos com pé-franco, jurubeba vermelha e juá apresentaram médias semelhantes e estatisticamente iguais (23,42; 23,29 e 24,11, respectivamente). Essas médias diferiram, porém, dos resultados obtidos com o tratamento baquicha (27,01) e o tratamento peito de moça.

No entanto, essa diferença não foi significativa, quando comparadas pelo teste de Tukey a 5%, constatando que o número de folhas proporcionadas aos tomateiros (Cereja e S.clara) enxertados nas jurubebas, não foi afetado negativamente, já que os valores não diferiram do pé-franco (Tabela 11).

Souza, et al. (2010), ao avaliarem o crescimento do tomateiro também verificaram que a partir dos 60 DAT os diferentes tratamentos não proporcionaram diferenças significativas no número de folhas.

Resultados diferentes foram obtidos por Vieira (2018), que ao avaliar a eficiência de porta-enxertos para a cultura do tomateiro, utilizando o jurubebão e a jurubeba juna, obteve como resultados que o número de folhas aos 15 dias após a enxertia, foi superior no tratamento testemunha com o Tomateiro Cv. Santa cruz Kada, devido à queda de folhas após a enxertia nos demais tratamentos.

De acordo com Shirahige, et al. (2010), um bom *stand* de folhas é essencial para a produção de frutos, pois maximiza a absorção de luz pela planta, o que impulsiona a fotossíntese. Esse processo gera fotoassimilados que são então translocados para os frutos. Como os frutos são drenos metabólicos significativos, os fotoassimilados são preferencialmente direcionados para essas estruturas.

4.4.2.3 Diâmetro inferior, Diâmetro superior e Compatibilidade

Em relação ao diâmetro inferior, superior e ao índice de compatibilidade (IC), resultante da razão entre as duas variáveis, após 15, 45 e 75 dias, da variedade do tomate cereja, verificou-se que não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos avaliados, no entanto as médias de DS nos tratamentos com peito de moça (3,90) e juá (4,07) foram iguais entre si, e diferente dos tratamentos com jurubeba vermelha (4,37) e baquicha (3,57) nos primeiros 15 dias após a enxertia. Isto indica que o caule do tomateiro cresceu mais em espessura em relação à jurubeba nos primeiros 15 DAT (Tabela 11). No entanto, essa variação das médias entre os tratamentos não foi significativa quando aplicada o teste estatístico.

Tabela 11 – Diâmetro inferior e superior e índice de compatibilidade (IC) de tomateiro Cereja cv. Carolina enxertado com solanáceas silvestres (*Solanum* spp.) em condições de campo. São Luís, MA, 2024.

| Trat. | Espécies | DI (mm) | DS (mm) | IC |
|----------------|---|---------|---------|--------|
| 15 DAT | | | | |
| T ₁ | Tomate cereja (PF) | 2,87 a | - | - |
| T ₂ | <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inerme</i> (Baquicha) | 3,02 a | 3,57 b | 1,21 a |
| T ₃ | <i>S. stramonifolium</i> (jurubeba vermelha) | 3,70 a | 4,37 a | 1,21 a |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> (Peito-de-moça) | 3,62 a | 3,90 ab | 1,08 a |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> (Juá) | 3,52 a | 4,07 ab | 1,16 a |
| | CV (%) | 15,33 | 10,14 | 20,04 |
| 45 DAT | | | | |
| T ₁ | Tomate cereja (PF) | 7,89 a | - | - |
| T ₂ | <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inerme</i> (Baquicha) | 7,25 a | 8,58 a | 1,18 a |
| T ₃ | <i>S. stramonifolium</i> (jurubeba vermelha) | 6,29 a | 7,97 a | 1,27 a |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> (Peito-de-moça) | 6,85 a | 8,04 a | 1,17 a |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> (Juá) | 7,15 a | 8,56 a | 1,20 a |
| | CV (%) | 11,74 | 7,73 | 5,92 |

| 75 DAT | | | | |
|---|--|--------|---------|--------|
| Tomate cereja (PF) | | 8,75 a | - | - |
| T. <i>stramonifolium</i> var. <i>inerme</i> (Baquicha) | | 9,25 a | 11,05 a | 1,20 a |
| <i>S. stramonifolium</i> (jurubeba vermelha) | | 9,30 a | 10,60 a | 1,14 a |
| <i>S.mammosum</i> (Peito-de-moça) | | 9,20 a | 10,60 a | 1,15 a |
| <i>S. palinacanthum</i> (Juá) | | 8,60 a | 10,52 a | 1,22 a |
| CV (%) | | 10,72 | 7,00 | 9,57 |

Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey. DAT: Dias após o transplante; Trat: Tratamentos; D.I.: Diâmetro Inferior; D.S.: Diâmetro Superior. I.C.: Índice de Compatibilidade. CV (%): coeficiente de variação.

Para a variedade Santa Clara, os parâmetros de diâmetro inferior, superior e índice de compatibilidade (IC), após 15, 45 e 75 dias, também não foram significativos (Tabela 12). No entanto, verificou-se que entre os tratamentos avaliados, as médias de DI nos tratamentos com Baquicha (8,40), jurubeba vermelha (9,17) e peito-de-moça (8,67) foram iguais entre si, e diferente dos tratamentos com juá (7,92) e o pé-franco (9,55) aos 75 dias após a enxertia.

Tabela 12 – Crescimento de caule e índice de compatibilidade (IC) de tomateiro variedade Santa Clara enxertado com solanáceas silvestres (*Solanum* spp.) em condições de campo. São Luís, MA, 2024.

| Trat. | Espécie | DI (mm) | DS (mm) | IC |
|----------------|---|---------|---------|--------|
| 15 DAP* | | | | |
| T ₁ | Tomate Santa Clara (PF) | 2,97 a | - | - |
| T ₂ | <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inerme</i> (Baquicha) | 3,30 a | 4,42 a | 1,34 a |
| T ₃ | <i>S. stramonifolium</i> (jurubeba vermelha) | 3,47 a | 4,35 a | 1,25 a |
| T ₄ | <i>S.mammosum</i> (Peito-de-moça) | 3,67 a | 4,15 a | 1,14 a |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> (Juá) | 3,60 a | 4,32 a | 1,22 a |
| | CV (%) | 10,93 | 9,74 | 14,69 |

| 45 DAP | | | | |
|----------------|---|---------|---------|--------|
| T ₁ | Tomate Santa Clara (PF) | 7,27 a | - | - |
| T ₂ | <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inerme</i> (Baquicha) | 6,86 a | 8,42 a | 1,23 a |
| T ₃ | <i>S. stramonifolium</i> (jurubeba vermelha) | 7,33 a | 8,57 a | 1,17 a |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> (Peito-de-moça) | 7,06 a | 8,54 a | 1,21 a |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> (Juá) | 6,97 a | 8,40 a | 1,20 a |
| | CV (%) | 8,54 | 6,88 | 7,62 |
| 75 DAP | | | | |
| T ₁ | Tomate S.Clara (PF) | 9,55 a | - | - |
| T ₂ | <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inerme</i> (Baquicha) | 8,40 ab | 10,20 a | 1,20 a |
| T ₃ | <i>S. stramonifolium</i> (jurubeba vermelha) | 9,17 ab | 11,00 a | 1,14 a |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> (Peito-de-moça) | 8,67 ab | 10,95 a | 1,15 a |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> (Juá) | 7,92 b | 10,70 a | 1,22 a |
| | CV (%) | 7,98 | 4,47 | 9,57 |

Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey. Trat: Tratamentos; D.I.: Diâmetro Inferior; D.S.: Diâmetro Superior. I.C.: Índice de Compatibilidade. CV (%): coeficiente de variação.

Martins (2012), comenta que a diferença entre os diâmetros do enxerto e porta-enxerto, pode ser interpretada como um indicador de incompatibilidade, devido ao acúmulo de células próximo a região da enxertia. Portanto, a avaliação dos diâmetros de plantas enxertadas é crucial, principalmente para detectar o nível de compatibilidade entre as espécies.

Em trabalho realizado por Carvalho (2019), sobre a enxertia do tomateiro em genótipos de solanáceas para o controle da murcha bacteriana (*R. solanacearum* Smith 1896) constatou não haver diferença significativa entre os tratamentos para a variável diâmetro do enxerto (DE). Corroborando com Martins (2012), o autor comenta que a importância da avaliação do diâmetro de plantas enxertadas, para detectar o nível de compatibilidade entre as espécies. Aviz (2019), estudou as características de diâmetro acima e abaixo da enxertia, e constatou diferença entre as médias, sendo o DS maior em relação ao DI.

De acordo com Costa (2012), o aumento do diâmetro acima do ponto de enxertia pode estar relacionado à capacidade da planta de restabelecer a conexão entre os tecidos, o

que facilita a transferência de água e seiva para o enxerto e contribui para a cicatrização do calo. Portanto, entende-se que as médias do diâmetro superior, observados nas plantas enxertadas indicam uma maior capacidade de estabelecer essa conexão entre as plantas, resultando em um bom desenvolvimento vegetativo.

Em relação ao índice de compatibilidade, González (1999), definiu compatibilidade como a capacidade de duas plantas diferentes, unificadas pela enxertia, conviverem adequadamente como uma única planta. O IC é um método que serve para observar a afinidade entre porta-enxerto e enxerto.

Para Vieira (2018), o êxito da enxertia está intrinsecamente ligado à afinidade entre os tecidos adjacentes ao câmbio e à formação do calo de cicatrização. Não há método infalível para prever o sucesso ou fracasso da enxertia entre plantas, porém é possível inferir que quanto maior a afinidade botânica, maior será a compatibilidade entre as plantas. A afinidade está associada a aspectos morfológicos e fisiológicos da planta, onde a afinidade morfológica se refere ao diâmetro e número dos vasos condutores das plantas unidas, enquanto a afinidade fisiológica diz respeito à composição e quantidade da seiva.

Desta forma, é importante avaliar o IC, tendo em vista que esse índice de compatibilidade entre porta-enxertos de jurubeba e tomateiros é uma medida que avalia a afinidade entre os dois. Segundo Costa (2012), essa variável IC indica que, quanto mais próximo de 1 for o valor, maior será a compatibilidade entre as espécies.

Simões et al. (2014), identificaram sinais de incompatibilidade (IC = 0,86) entre o tomateiro utilizado como enxerto e o jurubebão selecionado como porta-enxerto, sugerindo a não recomendação deste último para o cultivo de tomateiro. Santos e Goto (2004), relatam que a incompatibilidade pode se manifestar com os seguintes sintomas: ruptura no local da enxertia, falta de união entre enxerto e porta-enxerto, diferenças no crescimento do enxerto e do porta-enxerto, resultando em diferenças entre diâmetros dos mesmos, desenvolvimento excessivo e amarelecimento das folhas.

De acordo com Goto et al. (2003), a interação entre a compatibilidade e incompatibilidade entre duas plantas permanece como um fenômeno complexo, gerando uma diversidade de situações intermediárias. Para os autores, a simples ocorrência da cicatrização na junção da enxertia não garante uma compatibilidade integral entre os tecidos. Reitera que em algumas combinações de espécies, embora a cicatrização ocorra, o crescimento subsequente da planta enxertada pode apresentar uma variedade de irregularidades.

Embora jurubebas possam ser usadas como porta-enxertos para tomateiros, a compatibilidade pode variar. Contudo, incompatibilidades podem ocorrer, levando a problemas como deficiências nutricionais, menor resistência à seca e baixa produtividade.

De acordo com Sirtoli (2011), o nível de compatibilidade da enxertia é crucial para o sucesso na produção de mudas enxertadas. Os principais fatores que podem influenciar a taxa de pegamento incluem as condições ambientais, o nível de compatibilidade, a habilidade do enxertador, o estado nutricional do enxerto e do porta-enxerto, além do tipo de enxertia utilizado. Além disso, suas características morfológicas devem favorecer a realização da enxertia, sem comprometer a qualidade dos frutos, e para isso, fazem-se necessárias pesquisas voltadas para as fases de casa de vegetação, laboratório e campo.

4.5 Análises laboratoriais

Os testes laboratoriais comprovaram a presença tanto do *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici* quanto da *R. solanacearum* (Figura 25).



Figura 25 - Corte transversal, presença do *F. oxysporum Lycopersici* e da *R. Solanacearum*.

No entanto, para comprovação da presença da bactéria, a partir dos isolados obtidos de plantas sintomáticas, realizou-se o teste bioquímico, que se baseou na utilização diferencial de açúcares (lactose e maltose) e álcoois (manitol), comprovando a presença do patógeno na área estudada (Figura 26). A mudança de cor do meio de cultura foi observada como indicativo onde a bactéria se desenvolveu, o meio, originalmente de cor verde oliva, passando a amarelo.



Figura 26- Teste bioquímico com Monitol, Maltose e Lactose para comprovação da presença da bactéria.

Embora seja um teste bioquímico, ele tem se mostrado bastante útil, permitindo concluir rapidamente quais são os possíveis isolados da *R. solanacearum*. Com isso, é possível selecionar esses isolados para uma análise mais precisa, como a molecular.

Conforme destacado por Lopes e Rossato (2013), as plantas de tomate podem sofrer murchamento devido a várias doenças, incluindo a murcha bacteriana, murcha de fusarium, murcha de verticillium, murcha de esclerócio e infestação por nematóides. Para um diagnóstico preciso, é essencial examinar a planta, especialmente na base e no sistema radicular, sendo necessários, os testes laboratoriais para comprovação do patógeno que está causando os sintomas nas plantas.

4.6 Taxa de Mortalidade

Os resultados obtidos demonstram que a taxa de mortalidade foi maior nos tomateiros de pé-franco (nas duas cultivares) e enxertados em jurubeba com a cultivar Santa Clara. Praticamente não houve morte de plantas até os 15 dias após plantio. Contudo, aos 45

DAT, a mortalidade foi observada em ambos os grupos, mas a taxa de mortalidade dos tomateiros enxertados foi a menor comparada com os pé-francos. Aos 75 DAT a mortalidade dos tomateiros pé-franco aumentou substancialmente, alcançando 62,5% e 81,3%, para a variedade Cereja e Santa Clara, respectivamente (Figura 27). Em contraste, os tomateiros enxertados em jurubeba demonstraram maior resistência, com taxas de mortalidade mais baixas nesses mesmos períodos. Esses resultados sugerem que o enxerto em jurubeba oferece uma vantagem significativa na sobrevivência e saúde das plantas de tomate, possivelmente devido à resistência melhorada do porta-enxerto ou à sua adaptação superior às condições do solo e ambiente.

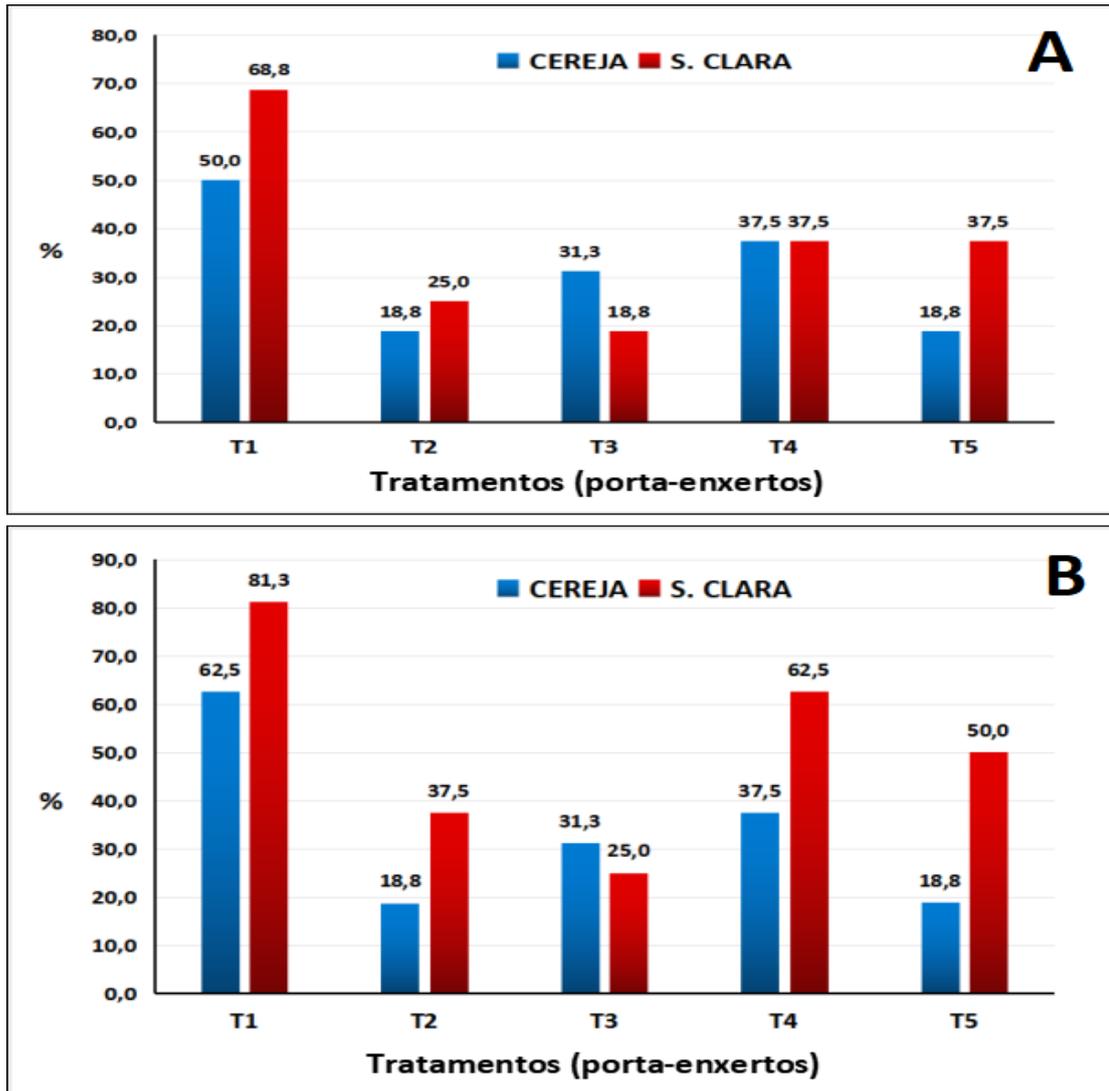


Figura 27 – Taxa de mortalidade (%) de plantas de tomateiro ‘Cereja’ e ‘Santa Clara’ enxertados com *Solanum* spp., aos 45 dias (A) e 75 dias (B) após plantio em campo. São Luís, MA, 2024. n=16. T1: testemunha (pé-franco); T2: *S. stramonifolium* v. inerme; T3: *S. stramonifolium*; T4: *S. mammosum*; T5: *S. palinacanthum*.

Em se tratando de diferenças de mortalidade entre as variedades, ambas exibiram taxa de mortalidade aos 45 DAT. No tratamento utilizando o PF do tomateiro Santa Clara, essa taxa foi mais acentuada aos 45 e 75 DAT, apresentando valores de 68,8% e 81,3%, respectivamente, enquanto que na variedade Cereja-PF os índices de mortalidade foram menores, apresentando valores de 50% e 62,5% aos 45 e 75 DAT.

Em relação à taxa de mortalidade nos tratamentos com porta-enxertos, observou-se que a variedade de tomate Cereja enxertada na jurubeba Baquicha e na jurubeba juá apresentou as menores taxas de mortalidade, com valores de 18,8% aos 45 e 75 DAT. Em contraste, os tratamentos com jurubeba peito-de-moça e jurubeba vermelha tiveram taxas de mortalidade mais altas: 31,3% e 37,5% aos 45 DAT, respectivamente. Aos 75 DAT, a taxa de

mortalidade com a jurubeba peito-de-moça manteve-se em 31,3%, enquanto a jurubeba vermelha apresentou 37,5% (Figura 30).

Na variedade Santa Clara, os tratamentos com jurubeba peito de moça e jurubeba baquicha apresentaram as menores taxas de mortalidade aos 45 dias após o transplante, com valores de 18,3% e 25%, respectivamente. Aos 75 DAT, a mortalidade com jurubeba peito de moça subiu para 25%, enquanto com jurubeba baquicha aumentou para 37,5%. Os tratamentos com jurubeba vermelha e jurubeba juá mostraram taxas de mortalidade de 37,5% aos 45 DAT e subiram para 50% e 62,5%, respectivamente, aos 75 DAT (Figura 26).

Com base nos dados apresentados, observa-se que os tratamentos utilizando a variedade de tomate Cereja enxertada em jurubebas demonstraram maior resistência a condições adversas em comparação com os tratamentos realizados com a variedade Santa Clara. Isso é evidenciado pelo fato de que os índices de mortalidade foram menores nos tratamentos com a variedade Cereja.

Para identificar as causas da mortalidade dos tomateiros, foram realizadas análises laboratoriais e bioquímicas. Essas análises confirmaram a presença de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* e *R. solanacearum*, encontrados isolados ou em conjunto, tanto no solo quanto nas plantas das áreas de cultivo avaliadas. Esses patógenos foram identificados como responsáveis pelos índices de mortalidade das plantas de pé-franco e também de uma parcela das mortes em plantas de tomate enxertadas, conforme resultados na Tabela 13.

Tabela 13. Causas de mortalidade em plantas de tomateiro ‘Cereja’ e ‘Santa Clara’ enxertados com *Solanum* spp. aos 75 dias

| TOMATE CEREJA | | | | | | |
|----------------|---|------|---|--|--------------------------|----------------|
| TR | Espécie | TM | CAUSAS | | | Outros Fatores |
| | | | <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>Lycopersici</i> e <i>R. solanacearum</i> . | <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>Lycopersici</i> | <i>R. solanacearum</i> . | |
| | | | | % | | |
| T ₁ | Tomate cereja (PF) | 62,5 | 100 | - | - | - |
| T ₂ | <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inerme</i> | 18,8 | 67 | - | - | 33 |
| T ₃ | <i>S. stramonifolium</i> | 31,3 | 20 | - | 40 | 40 |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> | 37,5 | 17 | - | 50 | 33 |

| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> | 18,8 | - | 67 | 33 | |
|---------------------------|---|------|--|---|-----------------------------------|----------------|
| TOMATE SANTA CLARA | | | | | | |
| CAUSAS | | | | | | |
| % | | | | | | |
| TR | Espécie | TM | <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> e <i>R.</i> <i>solanacearum.</i> | <i>F.</i> <i>oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> | <i>R.</i> <i>solanacearum.</i> | Outros Fatores |
| T ₁ | Tomate S. Clara (PF) | 81,3 | 100 | - | - | - |
| T ₂ | <i>S. stramonifolium</i> var. <i>inerme</i> | 37,5 | 50 | - | 33 | 17 |
| T ₃ | <i>S. stramonifolium</i> | 25,0 | 25 | - | 50 | 25 |
| T ₄ | <i>S. mammosum</i> | 62,5 | 30 | - | 40 | 30 |
| T ₅ | <i>S. palinacanthum</i> | 50 | 25 | - | 50 | 25 |

TR- Tratamento. TM – Taxa de mortalidade.

A tabela acima revela que os tratamentos com a variedade Santa Clara apresentaram maior suscetibilidade aos ataques dos patógenos. Esse fenômeno pode ser devido a uma série de fatores. Primeiramente, é possível que a variedade Santa Clara seja mais suscetível a doenças ou estresses ambientais que afetam negativamente seu desenvolvimento quando enxertada em jurubeba. Essas suscetibilidades podem ser específicas da interação entre a variedade de tomate e o porta-enxerto, resultando em um aumento da mortalidade. Além disso, a diferença na taxa de mortalidade pode estar relacionada a características genéticas e fisiológicas distintas entre as duas variedades, que podem influenciar o desempenho dessas plantas quando enxertadas.

A variedade Santa Clara pode ter também uma resposta menos eficiente ao estresse do porta-enxerto jurubeba ou pode exigir condições mais específicas para uma integração bem-sucedida, que não foram plenamente atendidas. Também é relevante considerar que o manejo e as condições de cultivo, como a fertilidade do solo, a irrigação e o controle de outras doenças (foliares), podem ter afetado a sobrevivência de maneira diferenciada entre as variedades.

Fernandes e Bentes (2018), ao avaliarem a enxertia de tomateiros em jurubebas no controle da murcha bacteriana, encontraram resultados de mortalidade devido à murcha bacteriana de 40% das plantas enxertadas aos 18 DAT. Resultados diferentes foram

encontrados por Amorim et al. (2012), onde avaliaram o autoenxerto do tomateiro e plantas enxertadas com jurubebas, e constataram que nas plantas com autoenxerto mostraram exsudação bacteriana, ao passo que as plantas de tomate enxertadas em jurubeba não exibiram sinais da doença nem exsudação. Isso aponta para a eficácia do uso de porta-enxertos de jurubeba no controle da Murcha Bacteriana.

Desta forma, com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, é evidente que são necessários novos estudos para aprofundar a compreensão das combinações “perfeitas” de enxertia de jurubebas para o desenvolvimento do tomateiro. Dada à complexidade dos fatores envolvidos, que contribuem para a variação nos índices de mortalidade observados, há uma necessidade clara de investigar mais detalhadamente a interação entre diferentes variedades de tomate e o porta-enxerto jurubeba, além do uso de cavalos comerciais resistentes. Apesar disso, os resultados obtidos fornecem uma base importante para a formulação de novos estudos que visem avaliar a resistência ou tolerância dos tomateiros enxertados em jurubeba à murcha bacteriana e à murcha de fusarium.

5 CONCLUSÕES

Dezessete acessos de 7 espécies do grupo das jurubebas são resistentes ao *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* e a *R. solanacearum*, evidenciando o potencial dessas espécies como fontes de resistência biológica em sistemas agrícolas.

A combinação da variedade de tomate cereja com quatro espécies de porta-enxertos de jurubeba apresentou um desempenho superior ao tomateiro Santa Clara, com taxas médias de 94,25% de pegamento e 41,5% de mortalidade. Dentre essas espécies, os porta-enxertos de *baquicha* e *juá* se destacaram no campo por apresentarem as menores taxas de mortalidade, superando as demais espécies avaliadas.

Esses resultados demonstram o grande potencial do grupo das jurubebas como uma alternativa eficaz no controle aos patógenos do solo, além de contribuir para o aumento da produtividade e sustentabilidade do cultivo de tomateiro no trópico úmido. A resistência observada a *F. oxysporum* e *R. solanacearum* reforça ainda mais a relevância desse grupo de espécies para pesquisas agronômicas. No entanto, é fundamental a realização de novos estudos para entender melhor os mecanismos de resistência envolvidos e aprimorar o uso dessas espécies em sistemas de cultivo.

REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F.; NURIT-SILVA, K.; BERGER, L. R. Flora of Paraíba, Brazil: *Solanum* L. (Solanaceae). **Acta Botânica Brasílica**, v. 23, n. 3, p. 826-842, 2009.
- ALMEIDA, E. I. B.; RIBEIRO, W. S.; COSTA, L. C.; VELOZO, A. O.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A. Caracterização da cadeia produtiva de hortaliças do município de Areia-PB. **Agropecuária Técnica**, v. 32, n. 1, 2012.
- ALVARENGA, M. A. R. Origem, Botânica e descrição da planta. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. Lavras: Editora Lavras, 2013. Cap.1, p. 11-21.
- ALVARENGA, M. A. R.; **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, 2004. p. 15–18.
- AMORIM, E. P. P.; ANDRADE, F. W.R.; MORAES, E. M. S.; SILVA, J. C.; LIMA, R. S.; LEMOS, E. E. P. Atividade antibacteriana de óleos essenciais e extratos vegetais sobre o desenvolvimento de *Ralstonia solanacearum* em mudas de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 392-398, 2011.
- AVILA, A. C.; REIS, A.; LOPES, C. A.; LIMA, C. E. P. Como plantar tomate de mesa. **Embrapa Hortaliças**, 2024.
- AVIZ, A. Crescimento do Tomateiro Cv ‘Justine’ Enxertado em Jurubeba. 2019. 40 p. **Monografia** (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, CAPANEMA, 2019.
- BARBOSA, J. C.; MADONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agrônômica & AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: Gráfica Multipress, Ltda, 2015. 396p.
- BASTOS, E. H.; ARAUJO, J. R. G.; MARTINS, W.; REIS L. Desenvolvimento e Produção De Tomateiro Cereja (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*) enxertado com solanáceas silvestres (*Solanum* spp.). In: **Anais do XXXIV Seminário de Iniciação Científica da UEMA UEMA**, 2022, São Luís.
- BEDENDO, IP. Murchas vasculares. In: AMORIM, L.; REZENDE, JAM.; FILHO, AB. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed., 2018. Agronômica Ceres. v. 1, p. 333-338.
- BOHS, L. Transfer of *Cyphomandra* (Solanaceae) and its species to *Solanum*. **Taxon**, v. 44, p. 583-587, 1995. ISSN 0040-0262. Department of Biology, University of Utah, Salt Lake City, UT 84112, U.S.A.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; GOTO, R.; BRAGA, R. S.; HACHMANN, T. L. **Solanáceas**. [online]. Universidade Estadual de Maringá: EDUEM, 2018, p. 37-70.

- CALDWELL, D; KIM, B. S.; IYER-PASCUZZI, A. S. *Ralstonia solanacearum* coloniza diferencialmente raízes de tomateiros resistentes e suscetíveis. **Fitopatologia**, 107, 528-536, 2017.
- CANTU, R. R.; REBELO, J. L.; MILANESI, P. M.; GOTO, R. Reaction and resistance of tomato rootstock to Fusarium wilt. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p. 1155-1158, 2014.
- CARDOSO, J. Comportamento de porta-enxertos de solanáceas silvestres ao parasitismo de *Meloidogyne javanica*. 50f. 2015. **Monografia** (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.
- CARVALHO, L. T. S. Enxertia do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) em genótipos de solanáceas para o controle da murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum* Smith 1896) / Lívia Tálita da Silva Carvalho. **Monografia** – Capanema, Pa., 2019. 40 f.
- CARVALHO, A. C. B.; BALBINO, E. E.; MACIEL, A.; PERFEITO, J. P. S. Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**. [online], v. 18, n. 2, p. 314-319, 2008.
- CORRELL, J. C. The relationship between forma e speciales, races, and vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum*. **Phytopathology**, St. Paul, v.81, n.9, p.1061–1064, 1991.
- COSTA, E. S.; COSTA, K. D. S.; FILHO CARVALHO, J. L. S.; SILVA, M. O. Reação de resistência do tomateiro à *Ralstonia solanacearum* em condições de casa de vegetação. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.9, n.6, p. 19413-19428, jun., 2023. ISSN: 2525-8761. DOI:10.34117/bjdv9n6-048.
- COSTA, F. C. Avaliação de diferentes porta-enxertos na cultura do pimentão em sistema orgânico. 2012. 50f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2012.
- COSTA, H.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Doenças de hortaliças que se constituem em desafio para o controle. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C. A.; PICANÇO, M. C., COSTA, H. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas: hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2007. p. 319-336.
- COSTA, N. D.; DIAS, R. C. S.; FLORI, J. E.; QUEIRÓZ, M. A.; RESENDE, G. M. Olericultura. **Embrapa Semi-Árido**, 2022.
- DA SILVA, T. M. S.; DE CARVALHO, M. G.; BRAZ-FILHO, R.; AGRA, M. F. Ocorrência de flavonas, flavonóis e seus glicosídeos em espécies do gênero *Solanum* (Solanaceae). **Química Nova**, v.26, n.4, p.517-522, 2003.
- DESLANDES, J. A. Doenças do tomateiro no Nordeste. **Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia**, Rio de Janeiro, v.3, n.4, p.442–453, 1940.
- DUVAL, A. M. Q.; REIS, A.; INOUE-NAGATA, A. K.; CHARCHAR, J. M.; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S. Cuidados especiais no manejo do tomate no verão. Brasília, DF: **Embrapa, (Comunicado técnico 43)**, 2007.

ESPOSITO, H. R.; SILVA, I. A.; SOUSA, A. F. S.; SAMPAIO, M. M. S.; PEREIRA, L. S.; CAVALCANTE NETO, A. A. A produção de tomate em Dom Pedro - MA: atual situação do município que já foi o maior produtor do estado. In: 63ª Reunião Anual da SBPC, 2011, Goiânia. **Anais da 63 SBPC** - Resumos de Comunicações Livres, 2011.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 365-370, 2001.

FEGAN, M.; PRIOR, P. How complex is the “*Ralstonia solanacearum* species complex”? In: ALLEN, C.; PRIOR, P.; HAYWARD, A. C. (Ed.). Bacterial Wilt Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species Complex. Saint Paul: **American Phytopathological Society** - **APS Press**, 2005. p. 449-461.

FERNANDES, B. S.; BENTES, J.L. da SILVA. Enxertia de tomateiro em solanáceas silvestres no controle da murcha bacteriana. **Revista Agrária Acadêmica**. Vol. 1 – N. 3., 2018.

FERNANDES, B. S. Uso da enxertia para o controle da murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum* Smith (1896) no tomateiro. 2016. 56 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. Viçosa: **UFV**, 2008. 421p. ISBN 978-85-7269-313-4.

GARLET, T. M. B. **Plantas medicinais nativas de uso popular no Rio Grande do Sul** [recurso eletrônico]. Santa Maria, RS: UFSM, PRE, v. 1, 2019. e-book : il. – (Série Extensão). ISBN 978-85-67104-45-4

GARLET, T. M. B.; MATTOS, J. P. O. de; MARTINS, M. C. **Plantas medicinais de emprego popular em Palmeira das Missões**. RS. 2. ed. Santa Maria: Ed. PRE, 2017. 44p.

GIORDANO, L. de B.; RIBEIRO, C. S. da C. Origem, Botânica e Composição Química do Fruto. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2000. p.12-17; 168 p.

GONZÁLEZ, J. El injerto en hortalizas. In: VILARNAU, A.; GONZÁLEZ, J. **Planteles: semilleros, viveros**. Reus: Ediciones de Horticultura, 1999. Cap.9, p.121-128.

GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia em hortaliças**. Botucatu: Editora UNESP, 86pp., 2003.

GRIMAUULT, V; SCHMIT, J; PRIOR, P. Some characteristics involved in bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*) resistance in tomato. **ACIAR Proceedings**, No. 45, 112-119, 1993.

GUERRA, A. M. N. M.; RODRIGUES, I. J. S. Avaliação do desempenho produtivo e da qualidade físico-química dos frutos de tomateiro cereja produzidos sob a influência de porta-enxertos. **Revista Agrária Acadêmica**, v.4, n.3, p. 61-71, 2021.

GUIMARÃES, M. A. S.; TEIXEIRA, J. H. S.; CARDOSO, S. C. Ocorrência de doenças do tomateiro na região de Guanambi, BA. **Revista Verde** (Pombal - PB - Brasil), VOL. 10, Nº 5 (ESPECIAL), p. 38 - 42, 2015.

HERNÁNDEZ, A. E. F.; PIRES, L. S. dos S.; AGRA, M. de F. *Solanum* de Rondônia: *Solanum lycocarpum* A. ST.-HIL. In: **Flora de Rondônia, Brasil: Solanum L.(Solanaceae)**. Porto Velho – RO. Edufro, 2014. 110 pag. Cap. pag. 47-50.

HOLCMAN, E. Microclima e produção de tomates tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2009, 128 p.

HUET G. Breeding for resistances to *Ralstonia solanacearum*. **Frontiers in Plant Science**, 5: 1-5, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção de tomate, 2022. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>>. Acessado em: 04/05/24.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Agrometeorologia. São Luís – MA. 2024. Disponível em:< <https://portal.inmet.gov.br/> >. Acesso em: 12/07/24.

JACINTO, L. U. Tomate. Brasília – DF: **Embrapa**, 2022.

KATAN, J. Diseases caused by soilborne pathogens: biology, management and challenges. **Journal of Plant Pathology**, v. 99, p. 305-315, 2017.

KATAN, T.; BERLINER, R.; KATAN, J. Vegetative compatibility in populations of *Fusarium oxysporum* from wild carnation. **Mycological Research**, London, v.98, n.12, p.1415– 1418, 1994.

KYRIACOU, M. C.; COLLA, G.; ROUPHAEL, Y. Grafting as a Sustainable Means for Securing Yield Stability and Quality in Vegetable Crops. **Agronomy** 2020, 10(12), 1945.

LAGOPODI, A. L.; RAM, A. F.; LAMERS, G. E.; PUNT, P. J.; VAN DEN HONDEL, C. A.; LUGTENBERG, B. J.; BLOEMBERG, G. V. Novel aspects of tomato root colonization and infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. radialis-lycopersici revealed by confocal laser scanning microscopic analysis using the green fluorescent protein as a marker. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 15, n. 2, p. 172-179, 2002.

LIMA, R. A.; HERNÁNDEZ, A. E. F.; AGRA, M. de F. *Solanum* de Rondônia: *Solanum paniculatum* L. In: **Flora de Rondônia, Brasil: Solanum L.(Solanaceae)**. Porto Velho – RO. Edufro, 2014. 110 pag. Cap. pag. 71-75.

LIMA, S. A. A. de. Variabilidade ecofisiológicas da germinação em *physalis* L. E em espécies de *solanum* L. Neotropicais xi, 47 f.; il. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

- LIU, H. L.; ZHANG, S. P.; SCHELL, M. M.; DENNY, T. P. Pyramiding, unmarked deletions in *Ralstonia solanacearum* shows that secreted proteins in addition to plant cell wall-degrading enzymes contribute to virulence. 2005, **Molecular plant-Microbe Interaction** **18**: 1296-1305.
- LOPES, C. A. Murcha bacteriana ou murchadeira - uma inimiga do tomateiro em climas quentes. Brasília: DF. Embrapa Hortaliças (**Comunicado técnico, 67**), 2009.
- LOPES, C. A.; ROSSATO, M. Diagnóstico de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro. Brasília: DF. Embrapa Hortaliças (**Comunicado Técnico 92**), 2013.
- LOPES, C. A. Murcha Bacteriana ou Murchadeira - Uma Inimiga do Tomateiro em Climas Quentes. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças (**Comunicado Técnico 67**), 2009.
- LOPES, C. A.; ÁVILA, A.C.de. **Doenças do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 151p. ISBN 85-86413-05-4.
- LOPES, C.A.; MENDONÇA, J. L. Enxertia em tomateiro para o controle da murcha bacteriana. Brasília: DF. Embrapa Hortaliças, (**Circular Técnica, 131**), 2014.
- LOPES, C. A; MENDONÇA, J. L. Reação de acessos de jurubeba à murcha bacteriana para uso como porta-enxerto em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3., 2016.
- LOPES, U. P. **Desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos**. 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2018. 208 p. ISBN 978-85-7946-321-1.
- LORENZI, H. 2002. **Plantas daninhas do Brasil – terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3ª ed., Nova Odessa, Instituto Plantarum, Nova Odessa, 2002.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. São Paulo-SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2002. 544p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. São Paulo: Plantarum, 2005. 1120p.
- LOUPIT, G.; BROCAR, L.; OLLAT, N.; COOKSON, S. J. Grafting in plants: recent discoveries and new applications. **Journal of Experimental Botany**. v. 74, Pages 2433–2447, 2023.
- LOUWS, F.; RIVARD, C.L.; KUBOTA, C. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. **Scientia Horticulturae**. V. 127, páginas 127-146, 2010.
- LUIZ, M.B.P. de A. Análise da viabilidade econômico-financeira da produção de *Solanum lycopersicum* em cultivo protegido no município de Macaíba-RN. 2019. 66 f. **Monografia** (Curso de Agronomia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Macaíba, 2019.
- MARCHADO, J.M.S. Avaliação de substratos combinados para a produção de mudas de tomate cereja. 2016, 40f. **Monografia** (Curso de Agronomia). Universidade Federal do Maranhão. Chapadinha, 2016.

MARQUES, R. S.; MIGUEL, J. R.; JASCONE, C. E. S. A família Solanácea no Parque Natural Municipal da Taquara, Duque de Caxias, RJ, Brasil. **Saúde & Ambiente em Revista**, v. 7, n. 1, p. 19-23, 2012.

BALLESTA, M. C. M.; LOPEZ, C. A.; MURIES, B.; CADENAS, C. M.; CARVAJAL, M. Physiological aspects of rootstock–scion interactions. **Scientia Horticulturae**, v.127, p.112-118, 2010.

MARTINS, W. M. O. Compatibilidade e desempenho agrônômico de Pimentão enxertado em sistema orgânico nas Condições climáticas de rio branco – Acre. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. 63 p., 2012.

MARTINS-FORNI, E. R.; MARQUES, M. C. M. M.; LEMES, M. R. Biologia floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 21, n 2, p. 117-124, 1998.

MATOS, F. J. A. **Plantas Tóxicas: Estudo de Fitotoxicologia Química de Plantas Brasileiras**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 254p., 2011.

MCGOVERN, R. J. Management of tomato diseases caused by *Fusarium oxysporum*. **Crop Protection**, v. 73, p. 78-92, 2015.

MELO, P. C. T. Desenvolvimento tecnológico para o cultivo do tomateiro de mesa em condições agroecológicas tropicais e subtropicais. **Tese** (Tese de livre-docência). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2017. Piracicaba – SP. 193 pag.

MENDONÇA, J. L.; ROSSATO, M.; SILVA, B. B.; LOPES, C. A. Resistência de jurubebas (*Solanum* spp.) a duas biovaras de *Ralstonia solanacearum*. **Tropical plant Pathology**, v. 34, p. S32, 2009, Brasília - DF.

MENDONÇA, J. L., LOPES, J. F. Coleção de germoplasma de espécies silvestres de *Solanum* da Embrapa. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2019. 58 p.: il. color.

MOURA, A. P.; FILHO, M. M.; GUIMARÃES, J. A.; LIZ, R. S. Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial. Brasília: DF. Embrapa Hortaliças, 2014. (**Circular técnica 129**).

MUELLER, S. Botânica, origem e clima. In: BECKER, W.F.; WAMSER, A.F.; FELTRIM, A.L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J.P.; VALMORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L.L.; MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis – SC: EPAGRI, 2016. p. 149. Cap.2. pag. 24 – 27.

NAIKA, S.; JEUDE, J. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. Wageningen: **Fundação Agromisa e CTA**. 104 p., 2006.

OLIVEIRA, C. M. Murcha-de-Fusário do Tomateiro, Causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, em Nova Friburgo, RJ: Raças, Resistência Genética e Manejo. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 142. 2017.

OLIVEIRA, M. L. B.; DE FRANÇA, T. A. R.; SANT' F.; CAVALCANTE, A.; LIMA, R. A. Uso, Classificação e Diversidade de *Solanum* L. (Solanaceae). **Biodiversidade** - v.19, n.3, 2020 - pág. 142.

OLMSTEAD, R. G.; BOHS, L.; MIGID, H. A.; SANTIAGO-VALENTÍN, E.; GARCIA, V. F. N.; COLLIER, S. M. A molecular phylogeny of the Solanaceae. **Taxon**, v. 57, p. 1159-1181, 2008.

PEIL, R. M. Enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, v.33, n.6, p.1169-1177, 2003.

PEREIRA, R. B.; CARVALHO, A. D. F.; PINHEIRO, J. B. Diagnose e controle alternativo de doenças em tomate, pimentão, cucurbitáceas e cenoura. Brasília: DF. Embrapa Hortaliças, 2013. (**Circular técnica, 121**).

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; MENDONÇA, J. L. de; GUIMARAES, J. A.; LUCAS, G. C. Evaluation of resistance of *Solanum* scuticum accessions to soil-borne pathogens in tomato crops in Brazil. **Acta Horticulturae**, n. 1207, p. 55-62, 2018.

PEREIRA, R. B.; LUCAS CIAVARELI, G.; PINHEIRO, J. B. Murcha de Fusarium em Tomateiro. **NossoAlho**, Brasília, DF, n.21, p. 22-25, 2014.

PINHEIRO, J. B. Solanáceas silvestres: potencial de uso como porta-enxertos resistentes ao nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.). Brasília, DF: Embrapa Hortaliças (**Boletim de pesquisa e desenvolvimento 57**), 2009.

REIS A.; GIORDANO L. B; LOPES C. A.; BOITEUX L. S. Novel sources of multiple resistance to three races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in *Lycopersicon* germplasm. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, p. 218, 2004.

RIBEIRO, K. In natura ou processado? Líder em tomate industrial e significativo em tomate mesa. Goiás encara altos custos de produção. IN: Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás, (FAEG). **Revista Campo**, n. 239, 2015.

ROCHA, D. J. A.; MOURA, A. B. Controle biológico da murcha do tomateiro causada por *Ralstonia solanacearum* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* por rizobactérias. **Tropical Plant Pathology**, vol. 38(5):423-430, 2013.

RODRIGUES, P. Jurubebas poderão livrar tomateiros de nematoides. Embrapa Hortaliças (Podcast), 2016. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/11468220/jurubebas-poderao-livrar-tomateiros-de-nematoides> >. Acesso em: 07/07/24.

ROSSATO M.; BARBOSA R. B.; SILVA D. J. H.; GRIGOLLI J. F. J.; LOPES C. A. Avaliação da resistência à murcha-bacteriana em genótipos de *Solanum lycopersicum*. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2. 2008. 5p.

ROUPHAEL, Y.; DIETMAR, S.; KRUMBEIN, A.; COLLA, G. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. **Scientia Horticulturae** Volume 127, 2020, Pages 172-179.

SANTOS, H. S.; GOTO, R. Enxertia em plantas de pimentão no controle da murcha de fitóftora em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p. 45-49, 2004.

SANTOS, M. L. Viabilidade de tomateiro enxertado com *Solanum paniculatum* L. e *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme em cultivo protegido. **Monografia** (Curso de Agronomia), Universidade Federal de Alagoas, Rio Lago, 35f., 2019.

SANTOS, S. P. A. Jurubeba: importância e sua utilidade. **Tecnologias Sociais**, Recife-PE, v.1, ed. 1, 2013.

SCHWARZ, D.; OZTEKIN, G. B.; TUKEL, Y.; BRUCKNER, A. K. Rootstocks can enhance tomato growth and quality characteristics at low potassium supply. **Scientia Horticulturae**, v. 149, p. 70 – 79, 2012.

SHIRAHIGE, F. H.; MELO, A. M. T.; PURQUERIO, L. F. L. V. L.; CARVALHO, C. R. L.; MELO, P. C. T. Produtividade e qualidade de tomates Santa cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, 2010.

SILVA, D. J. H., MATTEDI, A. P., MARIM, B. G., MOREIRA, G. R., YUHAZ, A. C. P., RIBEIRO, N. B., ABREU, F. B. Recursos genéticos do tomateiro. In: LIMA, M.C.C (org.). **Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Eduema, 2011. Cap.6, p.170-191.

SILVA, E. J. S.; TADAIESKY, L. B. A.; SENADO, J. A. V. Caracterização Biométrica de Sementes de *Solanum paniculatum* L. e desempenho germinativo após superação de dormência. **Colloquium Agrariae**, v. 16 n. 4, 2020.

SILVA, J. C.; BETTIOL, W. Possibilidade de controle da Murcha de *Fusarium* do Tomateiro com Isolados de *Fusarium Oxysporum* não patogênico. Jaguariúna, São Paulo: Embrapa (**Comunicado Técnico 36**), 2006.

SIMÕES, A. C.; ALVES, G. E. B.; FELIX, R. L.; FERREIRA, S. E. A. N.; ROCHA, J. F. Compatibilidade de tomateiro sob diferentes porta-enxertos e métodos de enxertia em sistema orgânico. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18; p.961-972, 2014.

SIRTOLI, L. F.; CERQUEIRA, R. C.; RODRIGUES, J. D.; GOTO, R.; BRAGA, C. L. Enxertia no desenvolvimento e qualidade de frutos de tomateiro sob diferentes porta-enxertos em cultivo protegido. **Scientia Agraria Paranaensis**, Paraná, v. 10, n. 3, p. 15-22, 2011.

SMITH, E. F. **A bacterial disease of tomato, eggplant and Irish potato**. U.S. Department of Agriculture. Division of Vegetable Physiology and Pathology Bulletin, **12**, 1-26, 1896.

SOARES, B. B.; RANGEL, R. Aspectos industriais da cultura. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Eds.) **Produção de tomate para processamento industrial**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2012. v. 1, cap. 15, p. 331-344.

SOLDERA, P. F.; DEZORDI, C.; COELHO NETTO, R. A. Atividade Antimicrobiana De Extratos Vegetais Sobre O Crescimento De *Ralstonia solanacearum*. **XIX Jornada de Iniciação Científica** PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM, 2010.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; COELHO, D. F. Crescimento e desenvolvimento de tomateiro fertirrigado com água residuária da suinocultura. **Ambiente e Água**, v. 5, n. 2, 2010.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 639p.

STEHMANN, J. R.; MENTZ, L. A. Riqueza e endemismo de Solanaceae na Região Sul do Brasil. In: **Anais do 57º Congresso Nacional de Botânica**. Gramado - RS, 190-193p. 2006.

TREICHEL, M. **Anuário brasileiro do tomate**. Santa cruz do Sul: Editora Gazeta Santa cruz, 2016. 84 p.

VALE, F. X. R. Doenças causadas por fungos em tomate. In: ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas**. v. 2. Viçosa, MG. 879 p, 2000.

VIEIRA, J. L. M. Eficiência de porta-enxertos para a cultura do tomateiro, visando o controle da murcha bacteriana e desempenho agrônômico. **Dissertação** (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, 2018.

VILELA, A. C. Enxertia em hortaliças. **Trabalho de Conclusão de Curso - TCC** (curso de agronomia); Revisão de literatura. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 60p., 2016.

VILELA, N. J.; BOITEUX, L. S.; TEIXEIRA, F. M. V. **Tomate**. EMBRAPA, 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/tomate/pre-producao/socioeconomia/importancia>>. Acesso em: 05/05/24.

WICKER, E.; GRASSART, L.; BEAUDU, R. C.; MIAN, D.; GUILBAUD, C.; FEGAN, M.; PHILIPPE, P. *Ralstonia solanacearum* strain from martinique (French West Indies) exhibiting a new pathogenic potential. **Applied and Environmental Microbiology**, 2007, p. 6790-6801.