

MESTRADO

RAFAELA GIGLIOTTI

2023

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

EFEITO DO USO DE FERRAMENTAS BIOLÓGICAS NA  
CULTURA DO TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO  
INDUSTRIAL

Autor: Rafaela Juliana Gigliotti

Orientador: Nadson de Carvalho Pontes

MORRINHOS-GO  
2023



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

EFEITO DO USO DE FERRAMENTAS BIOLÓGICAS NA  
CONDUÇÃO DA CULTURA DO TOMATEIRO PARA  
PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

Autor: Rafaela Juliana Gigliotti  
Orientador: Nadson de Carvalho Pontes

MORRINHOS – GO  
2023

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

EFEITO DO USO DE FERRAMENTAS BIOLÓGICAS NA  
CULTURA DO TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO  
INDUSTRIAL

Autor: Rafaela Juliana Gigliotti  
Orientador: Nadson de Carvalho Pontes

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, no Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - Área de Concentração Olericultura.

MORRINHOS – GO  
2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

GR136e Gigliotti, Rafaela Juliana Gigliotti  
efeito do uso de ferramentas biológicas na cultura  
do tomateiro para processamento industrial / Rafaela  
Juliana Gigliotti Gigliotti; orientadora Nadson  
Pontes Pontes; co-orientadora Tulio Machado Machado.  
-- Morrinhos, 2023.  
37 p.

Dissertação (Mestrado em mestrado em olericultura)  
-- Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, 2023.

1. biológicos. 2. produtividade. 3.  
sustentabilidade. I. Pontes, Nadson Pontes, orient.  
II. Machado, Tulio Machado, co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Docentista CRB-1 nº2376

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

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

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

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

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Rafaela Juliana Gigliotti

Matrícula:

20211043304i0056

Título do trabalho:

Efeito do uso de ferramentas biológicas na cultura do tomateiro para processamento industrial

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 27 /02 /2024

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

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

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

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

Morrinhos

Local

27 /02 /2024

Data

*Rafaela Juliana Gigliotti*

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

*Madson de C. Pontes*

Assinatura do(a) orientador(a)



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

Ata nº 8/2023 - CCEPG-MO/NEPG-MO/GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**ATA Nº 113**

**BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos vinte dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e três, às 14h:00 min (quatorze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão aberta realizada por videoconferência (<https://teams.live.com/join/9378554766801?p=okShvth6g8WArb7Q>) para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada "Efeito da adição de bioinsumos ao manejo da cultura do tomate para processamento industrial" de autoria de **Rafaela Juliana Gigliotti** discente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pelo (a) presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca fez suas arguições, adotando-se o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Olericultura, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM OLERICULTURA**, na linha de pesquisa em Sistema de Produção em Olerícolas, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGOL da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo científico oriundo dessa Dissertação em periódico após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

**Membros da Banca Examinadora**

<b>Nome</b>	<b>Instituição</b>	<b>Situação no Programa</b>
Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes	IF Goiano-Campus Morrinhos	Presidente
Dra. Thayssa Monize Rosa de Oliveira	IF Goiano-Campus Morrinhos	Membro externo
Dra. Tenille Ribeiro de Souza	IF Goiano-Campus Morrinhos	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Nadson de Carvalho Pontes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 20/12/2023 15:13:26.
- Tenille Ribeiro de Souza, 2023104341340001 - Discente, em 20/12/2023 15:15:53.
- Thayssa Monize Rosa de Oliveira, 2022204341340001 - Discente, em 20/12/2023 15:24:30.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/12/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 559726  
Código de Autenticação: 37920ae75e



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Morrinhos

Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000

(64) 3413-7900



## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à Deus, por ter me concedido essa oportunidade de participar do mestrado profissional, agradeço por me proporcionar saúde, força e disposição. Sem Deus nada seria possível. Também sou grata a Deus por ter me colocado no caminho certo em cada decisão tomada para realização desse projeto, foram momentos difíceis, complexos, porém Deus nunca me desamparou em momento algum!

Agradeço a Deus também por ter me dado uma família maravilhosa e parceira, que sempre esteve comigo me apoiando desde o início.

Sou grata ao meu pai Júlio Cesar Gigliotti, que me proporcionou realizar este projeto, me dando todo suporte e passando todo seu conhecimento e tranquilidade, sempre acreditando em mim, agradeço também por sempre me aconselhar a seguir os melhores caminhos.

Agradeço a minha mãe Renata Gigliotti, que sempre me apoia e sempre está presente em cada decisão tomada, e cada desabado, e que enche meu caminho de amor e esperança nos momentos complicados, e que sempre está presente com abraços e me passando toda confiança que é preciso para seguir em frente.

Ao meu irmão Pedro Luccas Gigliotti, agradeço de coração por estar comigo todas as vezes que eu precisei, sem medir esforço sempre me ajudou, sempre me motivou, e me apoiou cada vez mais para que o projeto ganhasse forma, você e meu parceiro de todas as horas, obrigado.

A minha Tia Erika Gigliotti, que mesmo longe sempre me motivou a seguir o caminho, e aprimorar cada vez mais meus conhecimentos, obrigada Tata por se orgulhar de mim!

Aos demais envolvidos no projeto, agradeço por estarem presente e por todo apoio que vocês me deram. sou muito agradecida! Sem o companheirismo de vocês eu não teria forças para chegar até aqui.

Agradeço também, todos os parceiros que participaram desse trabalho e a todos os professores envolvidos, pois sem vocês seria impossível chegar até aqui com tamanha carga de conhecimento.

Manifesto aqui minha gratidão eterna por todos que puderam viver esse momento de mais uma conquista! Obrigado!!

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Rafaela Juliana Gigliotti, filha de, Renata Ribeiro Bernardes Gigliotti e Júlio Cesar Gigliotti nasceu em 14 de setembro de 1996, na cidade de Machado-MG. Em 2020, graduou-se em Agronomia pela Universidade Evangélica de Goiás. Em janeiro de 2021 iniciou o curso de Mestrado Profissional em Olericultura no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos.

# ÍNDICE

	Página
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	2
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
CAPÍTULO I.....	12
RESUMO .....	12
ABSTRACT .....	12
1.1 INTRODUÇÃO.....	14
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
1.4 CONCLUSÃO.....	22
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CONCLUSÃO GERAL .....	26

## RESUMO

GIGLIOTTI, RAFAELA JULIANA. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Setembro, 2023. **Efeito da incorporação de ferramentas biológicas na cultura do tomateiro para processamento industrial.** Orientador: Nadson de Carvalho Pontes.

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), pertence à família *Solanaceae* e é uma das olerícolas mais populares no mundo. É amplamente utilizado devido à sua versatilidade culinária e valor nutricional, pois apresenta diversos compostos benéficos à manutenção do organismo humano. O cultivo de tomate apresenta grande importância socioeconômica para o país. Dessa forma, estudos de meios que possam proporcionar maior sustentabilidade aos sistemas de produção como a utilização de insumos biológicos, entre os quais a aplicação de microrganismos promotores de crescimento de plantas, pode ser uma alternativa viável. Uma opção é a inoculação com bactérias que podem beneficiar plantas de diferentes maneiras como pela fixação de nitrogênio, síntese de hormônios, solubilização do fósforo, entre outros. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a contribuição de produtos biológicos em cultivos comerciais de tomate destinado ao processamento industrial no Estado de Goiás. Neste estudo, experimentos foram conduzidos em áreas de produção comercial das agroindústrias Conservas Olé (Morrinhos), Dez Alimentos Ltda. (Morrinhos) e Kraft Heinz Alimentos do Brasil Ltda. (Pontalina e Silvânia), Nas áreas comerciais, foram utilizados produtos à base de *Bacillus subtilis* (Rizos<sup>®</sup>), *Bacillus methylotrophicus* (Onix<sup>®</sup>), *Trichoderma asperellum* (Quality<sup>®</sup>) e *Azospirillum brasilense* (Azos<sup>®</sup>), aplicados em diferentes momentos do ciclo de cultivo do tomateiro. De maneira geral, o tratamento com biológicos resultou em maior desenvolvimento inicial das raízes e maior desenvolvimento da parte aérea das plantas, aumentou a sanidade nas plantas, manutenção das folhas no momento da colheita com o uso combinado dos produtos biológicos. Observou-se média de 12% de incremento de produtividade em função do uso dos biológicos no presente estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biológicos, Sustentabilidade, Produtividade.

## ABSTRACT

GIGLIOTTI, RAFAELA JULIANA. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Setembro, 2023. **Effect of incorporating biological tools in processing tomato crops.** Advisor: Nadson de Carvalho Pontes.

The tomato (*Solanum lycopersicum* L.) belongs to the *Solanaceae* family and is one of the most popular vegetable crops in the world. It is widely used due to its culinary versatility and nutritional value, as it contains several compounds beneficial to the maintenance of the human body. Tomato cultivation has great socioeconomic importance for the country. Therefore, studies of means that can provide greater sustainability to production systems, such as the use of biological inputs, including the application of microorganisms that promote plant growth, can be a viable alternative. One option is inoculation with bacteria that can benefit plants in different ways, such as nitrogen fixation, hormone synthesis, phosphorus solubilization, among others. In this context, the objective of the work was to evaluate the contribution of biological products in commercial tomato crops destined for industrial processing in the State of Goiás. In this study, experiments were conducted in commercial production areas of the agro-industries Conservas Olé (Morrinhos), Dez Alimentos Ltda. (Morrinhos) and Kraft Heinz Alimentos do Brasil Ltda. (Pontalina and Silvânia), products based on *Bacillus subtilis* (Rizos®), *Bacillus methylotrophicus* (Onix®), *Trichoderma asperellum* (Quality®) and *Azospirillum brasilense* (Azos®) were used, applied at different stages of the tomato cultivation cycle. In general, the treatment with biologicals resulted in greater initial development of the roots and aerial part of the plants, enhancing plant health and maintenance of the leaves at the time of harvest with the use combination of biological products. An average of 12% increase in productivity was observed due to the use of biologicals in the present study.

KEYWORDS:                      Biologicals,                      Sustainability,                      Productivity

## INTRODUÇÃO GERAL

O tomate para processamento industrial tem ampla utilização pelo mundo, pelas suas características agronômicas e tecnológicas. Atualmente é cultivado em vários países, e tem uma grande importância econômica. É matéria prima para uma série de produtos atomatados, como molhos, extrato, ketchup, suco, purê de tomate (Shanmukhi et al., 2018); que tem uma boa aceitação do consumidor.

O Brasil é o maior produtor da América Latina (WPTC, 2020), e Goiás é o maior produtor nacional (IBGE, 2021). Com números expressivos, 27,5% da produção nacional e produção anual de 993,9 mil toneladas, Goiás se evidencia como maior produtor do país. A estimativa produtiva da cultura levantada em 2022 foi de 3,6 milhões de toneladas a

Os materiais de tomateiro para processamento industrial devem apresentar características que atendam os aspectos agronômicos e tecnológicos desejados pela indústria; de modo a garantir facilidade nos tratamentos culturais, maior rendimento industrial em um menor gasto energético. Estudos para avaliações dessas características já vem sendo realizados pelo Brasil e no mundo, visando o controle de fitopatógenos, de insetos praga, melhoramento genético, desempenho de materiais, de mecanização na cultura e da qualidade química dos frutos (Pontes et al., 2017; Silva et al., 2015; Giordano et al., 2017).

A condução em campo do tomate industrial se torna difícil, pois, é uma cultura que exige tratamentos culturais intensivos. Como a utilização de distribuidor de fertilizante, ileradores, máquinas específicas de transplante de mudas, dentre outros manejos (Peres et al., 2020). Portanto além de conhecer o comportamento agrônomico e físico-químico de um vegetal é importante buscar o emprego ou associação de técnicas que também resulte em um bom desenvolvimento da planta e no incremento da produtividade (Alvarenga, 2013).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a contribuição de produtos biológicos em cultivos comerciais de tomate destinado ao processamento industrial no Estado de Goiás.

## REVISÃO DE LITERATURA

### **O tomateiro**

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) tem como possível centro de origem e dispersão o continente americano, onde foram encontradas várias espécies silvestres (Bergougnoux, 2014; Rick, 1967), e foi difundido em todo o mundo, tendo como centro de domesticação o México (Filgueira, 2003; Bittar, 2014). Esta espécie é uma planta anual, perene, herbácea, autógama, de folha composta, com fruto suculento, tipo baga, com coloração de pericarpo que varia de amarelo a vermelho intenso (Filgueira, 2013) e tem uma ampla variabilidade genética (Mohamed et al., 2012). O período a partir da semeadura até a geração de sementes vai de 4 a 7 meses (Filgueira, 2003), enquanto a colheita dos frutos tem início entre 45 e 55 dias após a floração (Naika et al., 2006), perdurando de 1 a 3 meses (Filgueira, 2003).

O tomate ou seus subprodutos são mundialmente consumidos e contribuem para o crescimento socioeconômico. É comum encontrar o tomate ou um de seus subprodutos na dieta da população (Breska et al., 2015). No fruto contém cerca de 93% de água, proteína; açúcares; ácidos: cítrico, málico, ascórbico, nicotínico; K, Ca, Mg e P; vitaminas A, B1, B2, B3, do complexo B6, e pigmentos (Davis & Hobson, 1981).

As características do local destinado à tomaticultura são primordiais para o adequado desenvolvimento do tomateiro e a produção do fruto. As regiões de clima tropical de altitude, subtropical ou temperado, seco e com boa luminosidade são as mais apropriadas. Temperaturas entre 21 e 28°C durante o dia e 15 e 20°C à noite são favoráveis ao desenvolvimento do tomateiro (Filgueira, 2003).

Além da temperatura, a pluviosidade é outro fator que gera impactos na produção do tomate. Locais muito chuvosos e, conseqüentemente, com altos níveis de umidade do

ar favorecem doenças causadas por fungos e bactérias. Entre as doenças fúngicas que podem ser observadas estão a requeima, pinta de alternária, septoriose, mancha de estenfilio, murcha fusariana, murcha verticilar, murcha de esclerócio, rizoctoniose e podridão de esclerotínia. As doenças de origem bacteriana identificadas na tomaticultura são o cancro bacteriano, a murcha bacteriana, a pústula bacteriana, a pinta bacteriana e o talo-oco. Da mesma forma que os microrganismos, a incidência de granizo e geada podem gerar grandes perdas nessa cultura. (Filgueira, 2003).

O tomateiro tem a habilidade de se adaptar a diversos tipos de solo. Solos com textura média e ricos em sais minerais, como o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, são os mais favoráveis. Em contrapartida, os solos argilosos e arenosos, com baixa drenagem e pobres em nutrientes não são recomendados para aquele cultivo. O pH do solo é outro parâmetro a ser levado em consideração, antes da implantação da cultura do tomate. Solos com pH entre 5,5 e 6,5 são os mais tolerados. (Filgueira, 2003)

De forma geral, as plantas que compõem um cultivo comercial de tomate, apresentam dossel grande, porte ereto, ramo principal e laterais longos, ocasionando o acamamento das plantas, principalmente no momento da produção, por não suportarem o peso dos frutos. Dessa forma, quando a produção visa a utilização *in natura* do fruto, é realizado o tutoramento da planta, a fim de que este não tenha contado com solo, evitando deteriorações e mantendo assim a sanidade. Já no tomateiro para processamento, o manejo é feito de forma diferente, uma vez que o aspecto visual do fruto não é priorizado e, visando a redução de custos de mão de obra, não é feito o tutoramento, e o cultivo é realizado de forma rasteira.

### **Produção de tomate no Brasil**

O tomate foi introduzido no Brasil, no final do século XIX, por imigrantes vindos da Europa (Filgueira, 2003). Contudo, o cultivo do tomate teve início no começo do século XX, no estado de Pernambuco (Latorraca et al., 2008). Após sua introdução no Brasil, o tomate logo tornou-se um alimento de grande importância econômica. Durante os últimos 21 anos, no Brasil, foram produzidas mais de 3.000.000 de toneladas de tomate por ano.(IBGE, 2021).

De acordo com Ferreira et al. (2010), o tomate -é uma das olerícolas mais difundidas no mundo, sendo a segunda cultura hortícola mais valiosa, sendo produzidos mundialmente 186 milhões de toneladas, em aproximadamente 5 milhões de hectares



(FAO, 2020). Responsáveis pela promoção de benefícios à saúde do ser humano, os nutrientes presentes no tomate o tornam um alimento funcional (Ferrari, 2008). Diariamente, adolescentes, adultos e idosos brasileiros consomem, em média, respectivamente, 4,40, 7,20 e 6,20 g de tomate (IBGE, 2011). O crescente consumo diário de tomate pelos brasileiros é motivado não só pela sua rica composição nutricional, como também pelo sabor (Ferrari, 2008).

As perspectivas para a evolução da cultura são grandes, devido ao seu potencial de mercado tanto na forma *in natura* como na forma industrializada. Possui grande aceitação comercial e alta adaptabilidade para a produção, visto que é considerado um alimento funcional, favorecendo o crescimento da venda do produto fresco e industrializado (Schwarz et al., 2013). Pode ser consumido de forma *in natura*, ou processada, como molhos, extratos, purês, conserva, entre outros (Heuvelink, 2018).

No que tange à cadeia produtiva do tomate industrial, atualmente apresenta relevância econômica para a indústria alimentícia e o setor do agronegócio, em escala nacional e mundial, fornecendo produtos prontos para o consumo e insumos para outras cadeias. Os principais países produtores do tomate industrial são: Estados Unidos (32%), China (16,6%), Itália (13,6%), Espanha (6,3%) e Brasil (4,9%) (Vilela et. al., 2012).

Esta participação do Brasil no ranking dos maiores produtores de tomate industrial do mundo tornou - se possível após o considerável incremento da competitividade da cadeia decorrente da adoção de tecnologias de produção, em meados da década de 1990. A partir deste processo a cadeia tornou-se dinâmica, eficiente e competitiva (Vilela et. al., 2012).

O estado de Goiás encontra-se atualmente como o maior produtor de tomate industrial do país (IBGE, 2013). Após os sucessivos deslocamentos da produção, foram encontrados fatores conjunturais (recursos naturais, fatores climáticos, novas variedades, entre outros), que possibilitaram o crescimento do setor produtivo, atendendo as demandas da indústria alimentícia na região e atraindo novos investimentos para o setor. Com a estagnação do setor em São Paulo e em outros estados produtores, Goiás passou a se tornar referência na produção, com índices que incrementaram a produtividade média nacional e levaram o país a se destacar no ranking de produção (DIEESE, 2010).

Há uma concentração de agroindústrias de processamento de tomate industrial no estado de Goiás que encontraram condições ideais para o seu crescimento. Entre estas podem ser elencadas a qualidade e diversidade da matéria-prima, incentivos fiscais,

localização estratégica para o escoamento e a proximidade de grandes mercados consumidores, entre outras (DIEESE, 2010).

### **Produção de tomate para processamento industrial**

Após sua domesticação, algumas mutações espontâneas, *self pruning* (Rick, 1974) ou induzidas: *jointless* (Mao et al., 2000) e *ovate* (Liu et al., 2002) no tomateiro levaram ao surgimento de uma ramificação na tomaticultura. Plantas que sofreram essas modificações apresentam hábito de crescimento determinado, uma maior durabilidade pós-colheita e formato de fruto que permitem a colheita mecanizada dos frutos. A tomaticultura se dividiu de acordo com o hábito de crescimento da planta: plantas com arquitetura ereta, apresentam certas características e seus frutos são destinados para o consumo in natura, o tomate para mesa; e as plantas rasteiras que a produção é destinada ao processamento industrial, a produção de molhos, polpa, extrato, purê, catchup (Alvarenga, 2008).

O consumo por produtos à base de polpa processada de tomate tem aumentado a cada ano. Desta forma, o interesse das indústrias pela tomaticultura tem sido cada vez maior, resultado em um aumento da área plantada. É uma cultura rústica e exige menos tratamentos culturais do que o tomateiro para mesa. Graças às características oriundas de modificações genéticas, a maioria do manejo é mecanizado; plantio e colheita são exemplos que favoreceram a rápida expansão de áreas no mundo. A atividade é caracterizada por cultivos em grandes áreas e por produtores tecnificados (Vilela et al., 2012); diferente do tomate para mesa, que apesar de ser cultivado por grandes produtores, a produção familiar ainda existe.

Outra característica marcante na atividade, é que a destinação da produção já é acertada no plantio. Essa rusticidade e a redução de tratamentos culturais chamaram atenção dos programas de melhoramento genético do tomateiro. Dessa forma, o melhoramento vegetal caminhou para o desenvolvimento de genótipos com características rústicas, e são considerados de híbridos de dupla aptidão. Seus frutos podem ser consumidos in natura e também destinados ao processamento industrial (Paula et al., 2015; Machado et al., 2007).

## **Utilização de produtos biológicos no cultivo de tomate destinado ao processamento industrial**

O cultivo de tomate apresenta grande importância socioeconômica para o país. Dessa forma, estudos de meios que possam proporcionar maior sustentabilidade aos sistemas de produção como a utilização de insumos biológicos, entre os quais a aplicação de microrganismos promotores de crescimento de plantas, pode ser uma alternativa viável (Antoun, 2013). Um grupo particular de micro-organismos, denominado de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCP), influenciam positivamente o crescimento das plantas, e representam soluções sustentáveis promissoras para aumentar a produção de biomassa vegetal (Thjis & Vangronsveld, 2015; Lindemann et al., 2016; Umesha et al., 2018; Liu et al., 2020).

Em plantas não-leguminosas, os efeitos de estímulo ao crescimento vegetal são ocasionados por mecanismos diferentes da fixação biológica de nitrogênio, dentre eles, o aumento da absorção de nutrientes, vigor, desenvolvimento do sistema radicular, produtividade e produção de hormônios vegetais (Antoun, 2013). Vários estudos relatam os benefícios dos microrganismos para os vegetais tais como: supressão de doenças (Liu et al., 2020; Sharma et al., 2018), aumento da absorção de nutrientes (Van Der Heijden et al., 2016; Shukla et al., 2018), promoção de crescimento (Verma et al., 2018) e indução de resistência sistêmica (Sharma et al., 2018). Além disso, esses microrganismos podem ser solubilizadores de fosfatos, pois exsudam ácidos orgânicos no solo que liberam os fosfatos fortemente adsorvidos nos coloides para a fase líquida, sendo facilmente assimilados pelas plantas (Rodriguez & Fraga, 1999).

Em um estudo com bioestimulantes em sementes de olerícolas submetidas a testes de germinação e vigor, inocularam-se sementes de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) com *Bacillus subtilis* (Romagna et al., 2019). Os resultados demonstraram que o acúmulo de massa seca das plântulas de tomate foi responsivo ao tratamento com a bactéria. Nas análises realizadas obtiveram-se que sementes inoculadas com *B. subtilis* deram origem a plântulas com rendimento de massa seca de 22,79% superior ao tratamento controle. Os autores concluíram que plântulas oriundas de sementes inoculadas com esta espécie bacteriana podem se tornar mais resistentes, e sobreviver a condições adversas no ambiente.

Algumas espécies do gênero *Trichoderma* têm sido estudadas com relação à sua capacidade competitiva com fungos fitopatogênicos, devido à sua rápida taxa de

crescimento micelial e a um antagonismo direto, envolvendo enrolamento de hifas e penetração, com secreção de antibióticos deletérios ao fungo hospedeiro (Jeffries e Young, 1994). As espécies de *Trichoderma* desempenham um papel importante na saúde dos ecossistemas e estão adaptadas para viver em ambientes marinhos e terrestres. Colonizam a superfície do solo bem como órgão vegetais subterrâneos e crescem entre células vivas de plantas, em serapilheiras, em matéria orgânica do solo, como saprófitos e patógenos humanos, podendo inibir a síntese de proteínas de DNA e RNA e acarretam efeitos imunossupressores e hemorrágicos (Arruda e Beretta, 2019).

*Trichoderma* spp. tem a capacidade de invadir e destruir outros fungos e, essa é a força motriz, por trás do sucesso comercial como biopesticida (Mukherjee et al., 2013). Esses fungos não apenas protegem as plantas matando o fungo patogênico e certos nematoides, conferem tolerância abiótica ao estresse, melhoram o crescimento e o vigor das plantas, solubilizam nutrientes vegetais e biorremediam contaminação por metais pesados poluentes nos solos (Mukherjee et al., 2013). Os mecanismos específicos descritos de controle biológico foram micoparasitismo, produção de antibióticos e competição por nutrientes na rizosfera (Shoresh et al., 2010).

Quanto à inoculação com bactérias do gênero *Azospirillum* brasileira (Hungria, 2011), a cooperação com essa bactéria já demonstrou ser uma interação que beneficia diferentes culturas, inclusive a do tomateiro, promovendo um maior desenvolvimento da planta e uma maior produção em diferentes cultivares (Lima, 2018). Portanto, percebe-se que os microrganismos possuem grande potencial para promover o crescimento vegetal, desde a germinação e emergência de plântulas, contribuindo para seu desenvolvimento tanto da parte aérea como radicular por meio de mecanismos diretos e indiretos variados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia.** Lavras: UFLA, 2008, 391p.
- ANTOUN, H. **Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria.** *Brenner's Encyclopedia of Genetics*, v. 5, p. 353-355, 2013.
- ARRUDA, A.D.; Beretta, A.L.R.Z. **Micotoxinas e seus efeitos à saúde humana: revisão de literatura.** *Revista RBAC*, v. 51, n.4, 2019.
- BERGOUGNOUX, V. **The history of tomato: from domestication to biopharming.** *Biotechnology advances*, New York, v. 32, n. 1, p. 170-189, 2014.
- BITTAR, C.A. **Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial.** 2014. 33p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- BREKSA, A. P. et al. **Physicochemical and morphological analysis of ten tomato varieties identifies quality traits more readily manipulated through breeding and traditional selection methods.** *Journal of Food Composition and Analysis*, Reading, v. 42, p. 16-25, 2015.
- DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (Dieese). **Área colhida em mesorregiões do Estado de Goiás.** 2010.
- DAVIES, J. N. et al. **The constituents of tomato fruit - the influence of environment, nutrition, and genotype.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Cleveland, v. 15, n. 3, p. 205-280, 1981.
- FAO. **Crops and livestock products.** License: **CC BY-NC-SA 3.0 IGO.** Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 23 de setembro de 2023.
- FERREIRA, S. M. R. et al. **Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 4, p. 858-869, 2010.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2013. 421 p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas II – Tomate: A hortaliça cosmopolita.** In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 2.ed. rev. e ampl. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 412p.
- GIORDANO, D. et a. **Bioactive compound and antioxidant activity distribution in roller-milled and perled fractions of conventional and pigmented wheat varieties.** *Food Chemistry*, v. 233, p. 483–491, Oct. 2017.

- HEUVELINK, E P. **Tomatoes. 2<sup>nd</sup> ed.** Boston: CABI, 2018.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo.** Embrapa Soja, Londrina, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Tabela 1. **Disponível em:** <<http://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censoagropecuario-2017#horticultura>>. Acesso em: 23 de setembro de 2023.
- JEFFRIES, P. et al. **Interfungal parasitic relationship.** Cambridge: University Press, 296 p, 1994.
- LATORRACA, A. et al. **Agrotóxicos utilizados na produção do tomate em Goiânia e Goianápolis e efeitos na saúde humana.** *Comunicação em Ciências da Saúde*, v.19, p.365-374, 2008.
- LIMA, N. de S. A. de. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do tomateiro. 2018. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso.** Universidade Federal da Fronteira Sul, curso de Agronomia com ênfase em Agroecologia, Laranjeiras do Sul, 2018.
- LINDEMANN, S.R. et al. **Engineering microbial consortia for controllable outputs.** *ISME J*, v.10, p.2077–2084, 2016.
- LIU, J. et al. **A new class of regulatory genes underlying the cause of pear-shaped tomato fruit.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 99, n. 20, p. 13302-13306, 2002.
- LIU, S. et al. **Prospect of phytoremediation combined with other approaches for remediation of heavy metal-polluted soils.** *Environ. Sci. Pollut. Res.* V.27, p. 16069–16085, 2020.
- MACHADO, A. Q. et al. **Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 25, n. 2, p. 149-153, 2007.
- MAO, L. et al. **Jointless is a MADS-box gene controlling tomato flower abscission zone development.** *Nature*, Londres, v.406, p.910-913, 2000.
- MOHAMED, S. M. et al. **Study of heritability and genetic variability among different plant and fruit characters of tomato (*Solanum lycopersicon* L.).** *International Journal of Scientific e Technology Research*, Hershey, v. 1, n. 2, p. 55- 58, 2012.
- MUKHERJEE, P.K. et al. **Trichoderma research in the genoma era.** *Annual Review Phythopathology*, 51: 105-129, 2013.
- NAIKA, S. et al. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização.** *Wägeningen: Digrafi*, 2006. 104p. (Agrodok, 17).

- PAULA, J. T. et al. **Physicochemical characteristics and bioactive compounds in tomato fruits harvested at different ripening stages.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 4, p. 434-440, 2015.
- PERES, L.A.C. et al. **Produtividade do tomate industrial submetido a adubação organomineral em cobertura/Productivity of industrial tomato submitted to organo-mineral fertilization in cover.** *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 10586-10599, 2020.
- PONTES, N. C. et al. **Volume de aplicação e eficiência do controle químico da mancha bacteriana em tomateiro industrial.** *Horticultura Brasileira*, Vitória da Conquista, 35, 371-376. 2017.
- RICK, C. M. **The tomato.** *Scientific American*, v. 239, p. 76-87, 1974.
- RODRÍGUEZ, H. et al. **Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion.** *Biotechnology Advances*, v. 17, p. 319-339, 1999.
- ROMAGNA, I. S. et al. **Bioestimulantes em sementes de olerícolas submetidos a testes de germinação e vigor.** *Scientia Plena*. v. 15, n. 10, p. 1-7, 2019.
- SCHWARZ, K. et al. **Desempenho agrônômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro.** *Horticultura Brasileira*, v. 31, n. 3, p. 410-418, 2013.
- SHANMUKHI, C. H. et al. **Flowering and yield in processing tomato varieties as influenced by planting density and fertigation.** *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 7, n. 2, p. 3481-3485, 2018.
- SHARMA, C.K. et al. **A twin rhizospheric bacterial consortium induces systemic resistance to a phytopathogen *Macrophomina phaseolina* in mung bean.** *Rhizosphere* 5: 71-75, 2018.
- SHORESH, M. et al. **Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agentes.** *Annual Review of Phytopathology*, 48: 21-43, 2010.
- SHUKLA, A. et al. **Efficacy of rhizobial and phosphate-solubilizing bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi to ameliorate shade response on six pulse crops.** *Agroforestry Systems*. Springer Netherlands 92: 499-509. 2018.
- SILVA, C. L. et al. **Monitoring levels of deoxynivalenol in wheat flour of Brazilian varieties.** *Chilean Journal of Agricultural Research*, v. 75, n. 1, p. 50-56, 2015.
- THIJS, S., VANGRONSVELD, J. **Rhizoremediation.** In: Lugtenberg, B. (Ed.), *Principles of Plant-Microbe Interactions*. 2015.
- UMESHA, S. et al. **Microbial biotechnology and sustainable agriculture.** In: Singh, R.L., Monda, S. (Eds.), *Biotechnology for Sustainable Agriculture*. Woodhead Publishing, Sawston, pp. 185-205., 2018.

- VAN DER HEIJDEN, M.G.A. et al. **A widespread plant-fungal-bacterial symbiosis promotes plant biodiversity, plant nutrition and seedling recruitment.** *The ISME Journal* **10: 389–399**, 2016.
- VERMA, S.K. et al. **Bacterial endophytes from rice cut grass (*Leersia oryzoides* L.) increase growth, promote root gravitropic response, stimulate root hair formation, and protect rice seedlings from disease.** *Plant and Soil* **422: 223–238**, 2018.
- VILELA, N. J. et al. **Perfil socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil.** In: **CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. Produção de tomate para processamento industrial.** Embrapa, Brasília, 1ª edição. 2012. 331-344 p.
- WPTC - **World Processing Tomato Council.** Disponível em:< <https://www.wptc.to/releases-wptc.php>>. Acesso em: 23 de setembro de 2023.



## CAPÍTULO I

### EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE FERRAMENTAS BIOLÓGICAS NA CULTURA DO TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

#### RESUMO

O cultivo de tomate apresenta grande importância socioeconômica para o país, destacando-se como a segunda hortaliça mais produzida no Brasil. Dessa forma, estudos de meios que possam proporcionar maior sustentabilidade aos sistemas de produção como a utilização de insumos biológicos, entre os quais a aplicação de microrganismos promotores de crescimento de plantas, pode ser uma alternativa viável. Um grupo particular de micro-organismos, denominado de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCP), influenciam positivamente o crescimento das plantas, e representam soluções sustentáveis promissoras para aumentar a produção de biomassa vegetal, pertencem à esse grupo os *Bacillus*, *Trichoderma* e *Azospirillum*. Neste estudo, experimentos foram conduzidos em áreas de produção comercial das agroindústrias Conservas Olé (Morrinhos), Dez Alimentos Ltda. (Morrinhos) e Kraft Heinz Alimentos do Brasil Ltda. (Pontalina e Silvânia), além de área experimental da Cargill Alimentos Ltda. Nas áreas comerciais, foram utilizados produtos à base de *Bacillus subtilis* (Rizos<sup>®</sup>), *Bacillus methylotrophicus* (Onix<sup>®</sup>), *Trichoderma asperellum* (Quality<sup>®</sup>) e *Azospirillum brasilense* (Azos<sup>®</sup>), aplicados em diferentes momentos do ciclo de cultivo do tomateiro. Em resumo o tratamento feito com produtos biológicos se destacou com maior desenvolvimento da parte aérea das plantas, sendo assim, melhorou a sanidade na planta e também foi possível observar a manutenção das folhas no momento da colheita com o uso combinado dos produtos biológicos. Observou-se um aumento de 12% de incremento de produtividade em função do uso dos biológicos no presente estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rizobactérias, Sanidade, Produtividade.

## ABSTRACT

Tomato cultivation has great socioeconomic importance for the country, standing out as the second most produced vegetable in Brazil. Therefore, studies of means that can provide greater sustainability to production systems, such as the use of biological inputs, including the application of microorganisms that promote plant growth, can be a viable alternative. A particular group of microorganisms, called plant growth-promoting rhizobacteria (RPCP), positively influence plant growth, and represent promising sustainable solutions to increase the production of plant biomass. *Bacillus*, *Trichoderma* and *Azospirillum* belong to this group. In this study, experiments were conducted in commercial production areas of the agribusinesses Conservas Olé (Morrinhos), Dez Alimentos Ltda. (Morrinhos) and Kraft Heinz Alimentos do Brasil Ltda. (Pontalina and Silvânia), in addition to the experimental area of Cargill Alimentos Ltda. In commercial areas, products based on *Bacillus subtilis* (Rizos®), *Bacillus methylotrophicus* (Onix®), *Trichoderma asperellum* (Quality®) and *Azospirillum brasilense* (Azos®) were used, applied at different times of the tomato cultivation cycle. In general, the treatment with biologicals resulted in greater initial development of the roots and greater development of the aerial part of the plants, ensuring plant health and maintenance of the leaves at the time of harvest with the use combination of biological products. And an average of 12% increase in productivity was observed due to the use of biologicals in the present study.

**KEYWORDS:** Rhizobacteria, Health, Productivity.

## 1.1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma planta herbácea, da família Solanaceae, Embora seja uma planta originária da América do Sul, na região da Cordilheira dos Andes, estendendo-se do norte do Chile, passando pelo Peru até o Equador, sua domesticação ocorreu no México e foi difundida no mundo pelos espanhóis e portugueses (Pérez-Díaz et al., 2020; Salim et al., 2020).

No Brasil, o cultivo do tomate industrial teve início no Estado de Pernambuco, município de Pesqueiro, no fim do século XVIII, e ampliou-se na década de 50 para o Estado de São Paulo com a implantação simultânea de várias agroindústrias. A partir da década de 80, para fugir dos preços altos dos arrendamentos em São Paulo, expandiu-se no estado de origem e na Bahia, onde as terras eram mais baratas e as condições meteorológicas favoráveis permitiam o cultivo do fruto na maior parte do ano (Silva Junior et al., 2015).

Em meados da década de 90 a região Nordeste ficou comprometida com o ataque de pragas e doenças, dentre elas a mosca branca e a traça do tomateiro, resultando na redução da área plantada e, conseqüentemente, no fechamento das indústrias processadoras. Em adição ao cenário produtivo brasileiro, houve aumento da concorrência internacional, originando a redução do preço no mercado interno. Dessa maneira, ocorreu uma mudança drástica no cenário da tomaticultura, propiciando a inserção de novas variedades e híbridos produtivos no estado de São Paulo e a expansão do cultivo para o Cerrado (Bresolin et al., 2010).

Desde a década de 80, a região do Cerrado Goiano apresenta uma crescente contribuição na produção de tomate (IBGE, 2019). Na safra do ano do 2019, a produção alcançou 1,29 milhões de toneladas do fruto para mesa e para a indústria, sendo a produção média brasileira dessa cultura nas safras 2018 e 2019 estimada em pouco mais de 4,1 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2020). Os sistemas de produção utilizados pelos produtores dessa região são o plantio direto sobre a palha, o plantio com preparo reduzido e o plantio convencional, mas para adoção dos sistemas de produção do tomateiro é necessário considerar os fatores meteorológicos e espaciais que exercem influência sobre o desempenho da cultura e na incidência de doenças (Silva et al., 2013; Nangare et al., 2016).

A temperatura ótima para a germinação e crescimento vegetativo do tomateiro deve ser de 22°C a 26°C, sendo que a temperatura de 22°C é a ideal (Shamshiri et al., 2018). Embora a cultura seja muito exigente em quantidade de água, cuja necessidade

hídrica total varia de 400 a 600 mm, ressalta-se que o excesso de chuvas pode limitar seu cultivo, de modo que precipitações e umidade relativa elevadas, associadas às faixas adequadas de temperatura para patógenos, favorecem a ocorrência de várias doenças, reduzindo a produtividade e a qualidade dos frutos (Silva et al., 2019).

O controle biológico é uma importante alternativa no manejo de doenças de plantas, e cuja adoção tem sido cada vez maior nos cultivos agrícolas. Este método de controle de doenças de plantas baseia-se na inibição da atividade de fitopatógenos contra plantas pela ativação de mecanismos de defesa e/ou pela modificação do ambiente por meio dos efeitos de microrganismos benéficos, compostos ou sistemas de cultivo saudáveis (He et al., 2021).

No mercado, é crescente o número de formulações de produtos fitossanitários à base de microrganismos. As empresas tem evoluído no que diz respeito a formulação, melhorando a aplicabilidade, a vida de prateleira e a performance à campo (Berninger et al., 2018). Quando falamos de bactérias como antagonistas de fitopatógenos, um gênero se destaca – o gênero *Bacillus*. A capacidade das espécies deste gênero em produzir esporos (endósporos) auxilia de sobremaneira no desenvolvimento de formulações com maior vida de prateleira (Cho & Chung, 2020). Assim, este grupo de microrganismos pode suportar aplicações em condições adversas, bem como a mistura com químicos na mesma calda (Abbasi & Weselowski, 2015).

Bactérias Gram-negativas, ao contrário dos *Bacillus* spp., apesar de serem metabolicamente mais ativas e possuir maior potencial de interação com as plantas, possuem baixa viabilidade em formulação por longos períodos e maior dificuldade em se manter viáveis em condições adversas. Produtos comerciais a base de isolados dos gêneros *Azospirillum* e *Pseudomonas*, bactérias Gram-negativas não formadora de esporos, costumam ter vida de prateleira curta, mesmo quando armazenados em condições de baixas temperaturas (Berninger et al., 2018). Porém, novas formulações, principalmente aquelas baseadas em aplicações nanotecnológicas, podem auxiliar na proteção das células bacteriana e melhor performance de produtos utilizando isolados destes gêneros.

Quando se fala de bioprodutos a base de fungos, talvez o maior exemplo de antagonista fúngico seja o gênero *Trichoderma*. Com espécies relacionadas ao hiperparasitismo de fungos e nematoides fitopatogênicos, além de isolados capazes de induzir resistência em plantas e produzir metabólitos secundários com ação antimicrobiana. É sabido que conídios aéreos produzidos na fermentação sólida tem

maior resistência à dessecação e à radiação UV que conídios produzidos em meios líquidos (Kobori et al., 2015).

## 1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em áreas de produção comercial das agroindústrias Conservas Olé (Morrinhos), Dez Alimentos Ltda. (Morrinhos) e Kraft Heinz Alimentos do Brasil Ltda. (Pontalina e Silvânia). Nas áreas comerciais, foram utilizados produtos à base de *Bacillus subtilis* (Rizos<sup>®</sup>), *Bacillus methylophilicus* (Onix<sup>®</sup>), *Trichoderma asperellum* (Quality<sup>®</sup>) e *Azospirillum brasilense* (Azos<sup>®</sup>), aplicados em diferentes momentos do ciclo de cultivo (Tabela 1). As aplicações foram feitas a partir de máquinas com barra de pulverização (Uniport). O material comercial utilizado no trabalho nas áreas avaliadas foi o tomate HMX 7887.

Tabela 1. Descrição das aplicações realizadas nos tratamentos com biológicos, com discriminação dos produtos, doses e época de aplicação.

<b>Aplicações</b>	<b>Dose</b>	<b>Época de aplicação</b>
1º Quality + Rizos	1 g + 1 mL / L de calda	Tratamento das mudas antes do transplante
2º Quality + Onix + Rizos	150 + 150 + 150 g ou mL / ha	7 a 10 dia após o transplante
3º Quality + Onix + Rizos	150 + 150 + 150 g ou mL / ha	15 a 20 dia após o transplante
4º Azos* + Quality + Onix + Rizos	1 L + 150 + 150 + 150 g ou mL / ha	45 a 50 dia após o transplante

Nas áreas comerciais, onde o tamanho das áreas aplicadas com o tratamento biológico da lalleman variaram entre 19,4 e 80 ha, foram separados dentro dessa área aplicada apenas 10 ha para avaliação do desenvolvimento da cultura com aplicação dos produtos biológicos. As aplicações tiveram início antes mesmo do transplante, no tratamento das mudas ainda no viveiro (Figuras 1A e 1B). No tratamento das mudas e demais aplicações, além dos produtos biológicos foram utilizados fungicidas e inseticidas químicos. Em todas estas aplicações, os biológicos foram aplicados na mesma calda, em

mistura, respeitando o manejo de cada produtor. O volume de aplicação e produtos utilizados variou em função do manejo de cada agroindústria.

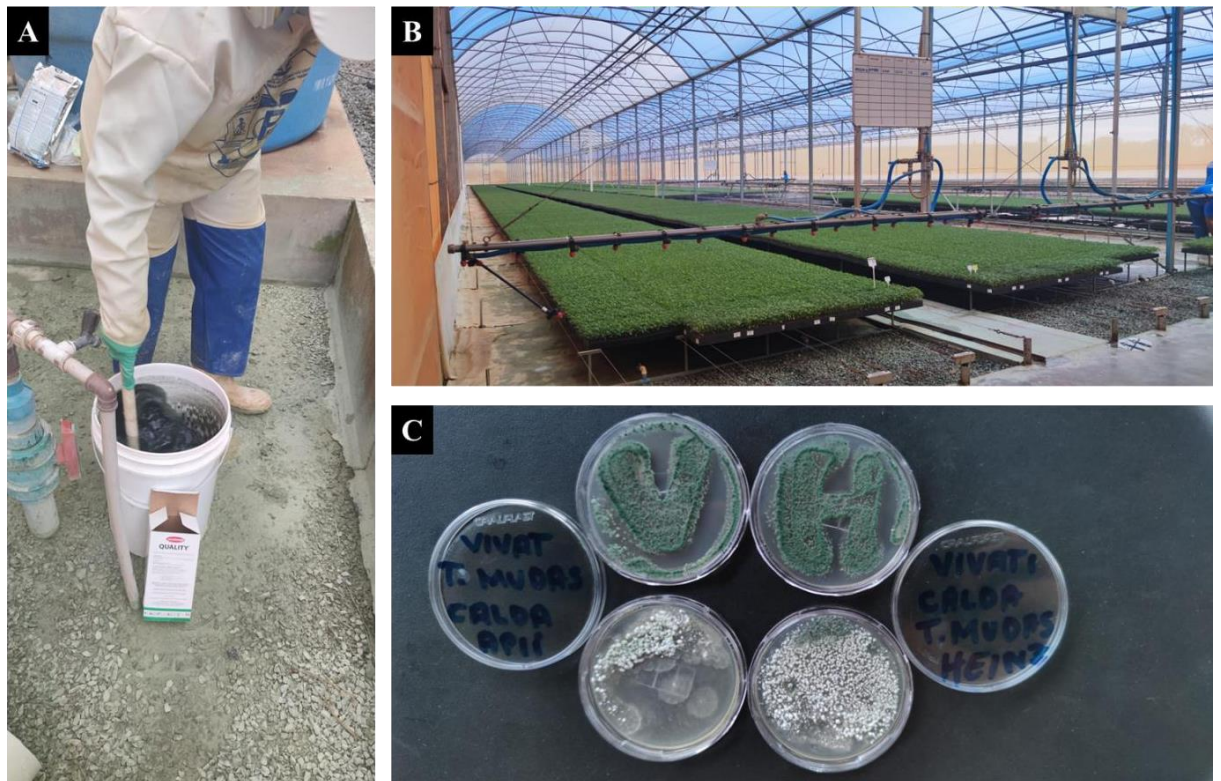


Figura 1. Mistura dos produtos biológicos (A) para aplicação junto à calda utilizada no tratamento das mudas em pré-plantio (B). Mesmo em mistura com fungicidas, como procimidona (Sumilex®), houve recuperação de *Trichoderma asperellum* da calda aplicada sobre as mudas.

Nas áreas comerciais, o tratamento com biológicos foi comparado com o tratamento padrão de cada produtor. Para tal, foi avaliado o desenvolvimento das plantas e a ocorrência de problemas fitossanitários. Ao final, avaliou-se a produtividade por meio de amostragem 10 plantas em 10 pontos em cada área com ou sem tratamento biológico.

Para comparação dos tratamentos padrão e com produtos biológicos, foi utilizado o teste T de Student ao nível de 5% de probabilidade.

### 1.3 RESULTADOS

Foi possível observar benefícios no uso dos biológicos logo no início em alguns cultivos comerciais. Em Silvânia, houve ocorrência de tombamento de plântulas nas primeiras semanas após o transplântio (Figura 2). Após análise em laboratório, o agente etiológico foi apontado como sendo *Rhizoctonia solani*. Em avaliação realizada aos 45

DAT, observou-se menor número de plantas na área com tratamento Padrão Fazenda, em comparação com o Manejo biológico. (Figura 3).



Figura 2. Tombamento de plântulas (setas brancas) em função da ocorrência de *Rhizoctonia solani*.

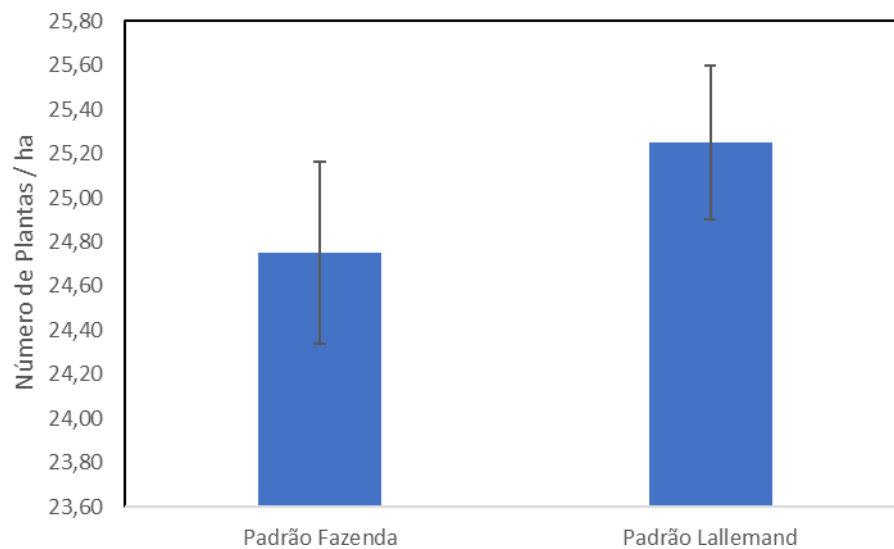


Figura 3. Stand de plantas observado após ocorrência de morte de plântulas por *Rhizoctonia solani* em áreas com tratamento Padrão Fazenda e tratamento de manejo biológico. Barras verticais correspondem ao intervalo de confiança do teste T de Student ( $P \leq 0,05$ ).

Além do maior stand, nesta área, observou-se maior desenvolvimento das plantas, com fechamento das ruas de maneira precoce (Figura 4). Mesma observação foi feita em área cultivada em Morrinhos pela Dez Alimentos (Figura 4). Nesta área, aos 20 e 40 DAT, foram coletadas plantas para avaliação do desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea, por meio da avaliação das variáveis comprimento de raiz (CR), massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA). Nestas avaliações, observou-se maior desenvolvimento nas plantas com tratamentos manejo biológico (Figura 5). Aos 20 DAT, plantas com tratamento biológico (produtos lallemand), apresentavam maior comprimento de raiz. Aos 40 DAT, houve aumento em 83,5% na massa seca de parte aérea.

Na área de cultivo de tomate para a Conservas Olé, em Morrinhos, também se observou maior desenvolvimento de parte aérea (Figura 6). Além disso, no momento da colheita, percebeu-se maior percentual de ramas verdes. A manutenção da folhagem para tomate para processamento é fundamental para proteção dos frutos e manutenção da cor. Assim, o tratamento com biológico proporcionou boa sanidade de plantas.

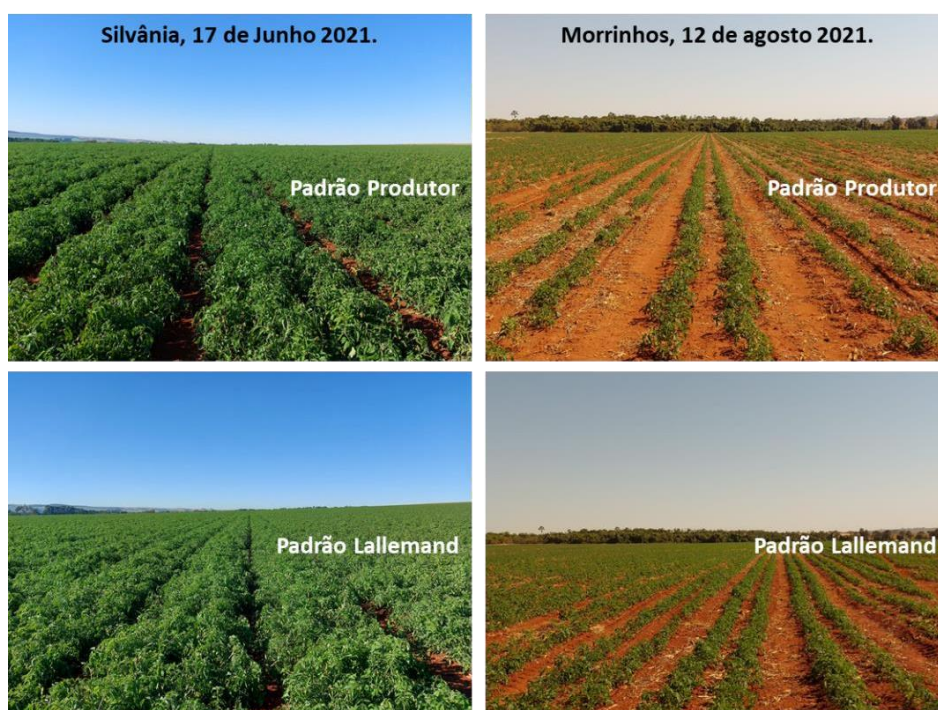


Figura 4. Desenvolvimento das plantas de tomateiro em duas áreas de cultivo em Silvânia (Heinz) e Morrinhos (Dez) em linhas com tratamento Padrão Fazenda e linha com tratamento manejo biológico (produtos lallemand), com uso dos biológicos.



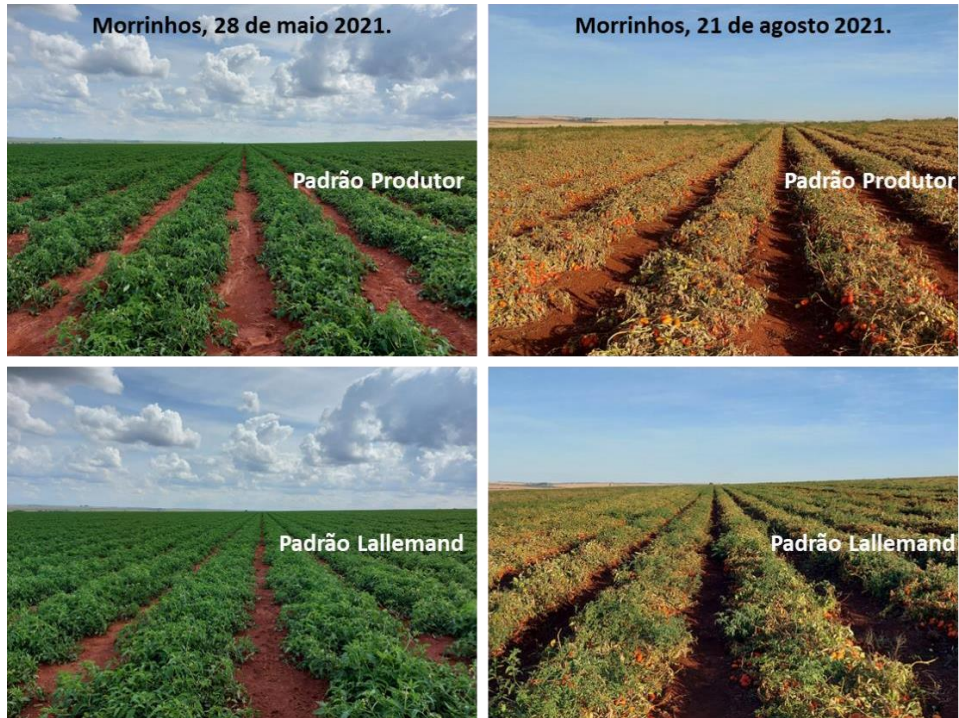


Figura 5. Desenvolvimento das plantas de tomateiro em área de cultivo em Morrinhos (Dez) em linhas com tratamento Padrão Fazenda e linha com tratamento manejo biológico (produtos lallemand) com uso dos biológicos aos 45 e 120 dias após o transplântio.

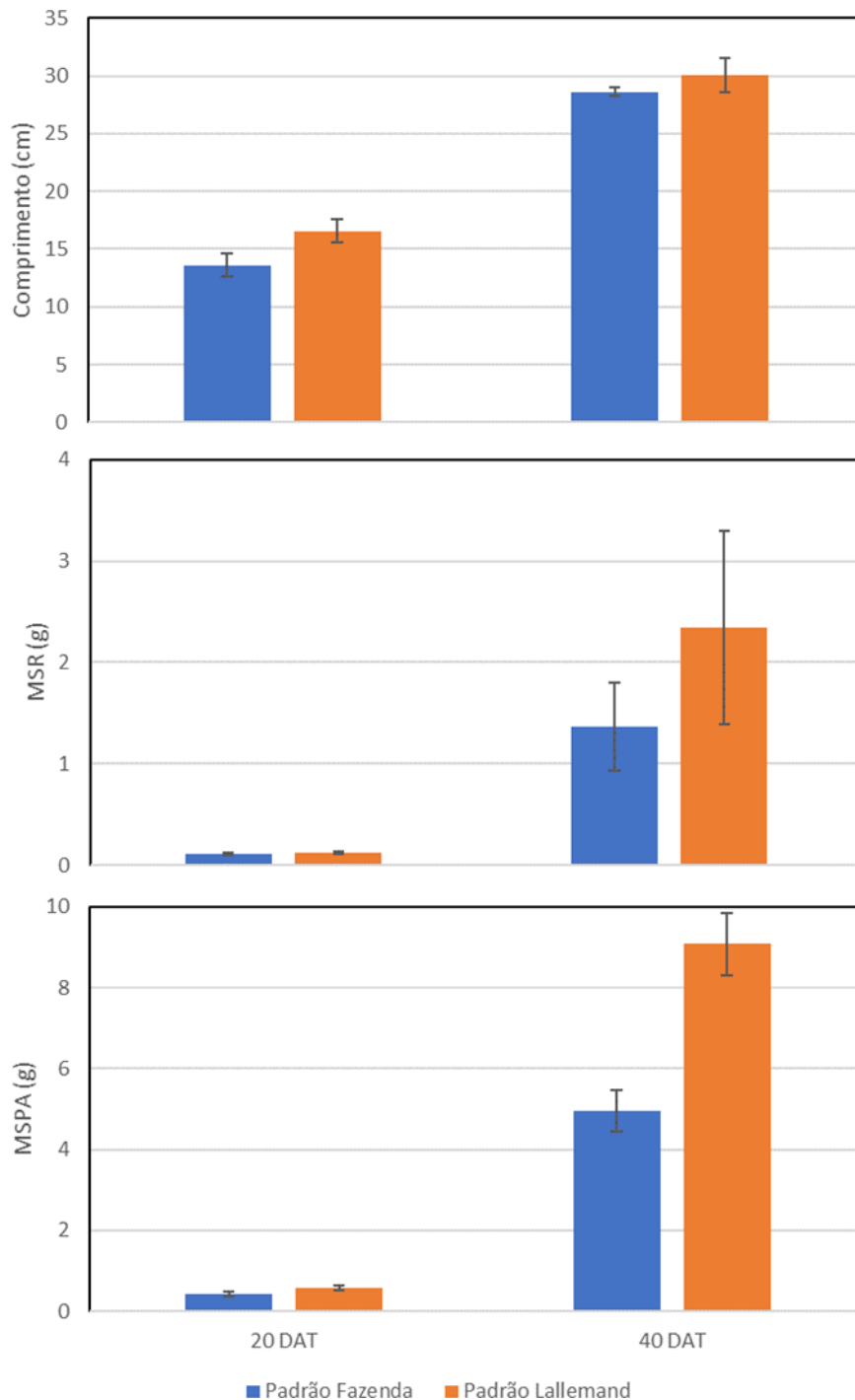


Figura 6. Valores de comprimento de raiz (CR), massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA) aos 20 e 40 dias após o transplântio (DAT) em plantas coletadas em áreas com tratamento Padrão Fazenda e tratamento manejo biológico (produtos lallemand). Barras verticais correspondem ao intervalo de confiança do teste T de Student ( $P \leq 0,05$ ). Área de cultivo em Morrinhos (Dez).

Em relação à produtividade, observou-se incrementos de produtividade em alguns

das áreas quando da utilização de produtos biológicos. Em três dos quatros cultivos observou-se acréscimo da produtividade variando entre 3,92 e 33,75% (Tabela 2). Pode-se observar que a melhor sanidade e maior desenvolvimento das plantas resultou em aumento da produtividade.

Tabela 2. Médias de produtividade (t/ha) observadas nas diferentes áreas com tratamento Padrão Produtor e tratamento manejo biológico (produtos lallemand).

TRATAMENTOS	Silvânia/ Heinz	Pontalina/ Heinz	Morrinhos/ Olé	Morrinhos/ Dez	MÉDIA
Padrão Produtor	178,5	124,22	129,15	121,92	<b>138,44*</b>
manejo biológico (produtos lallemand)	185,5	123,05	165,11	163,07	<b>153,18</b>
Incremento (%)	3,92	-0,94	27,84	33,75	<b>12,68</b>

\*Médias diferem pelo teste T de Student (P=0,0422).

#### 1.4 DISCUSSÃO

A maioria dos relatos sobre o uso de antagonistas apresentam *Trichoderma* spp. e a bactéria *B. subtilis* (Cohn) como um dos mais promissores entre os agentes de biocontrole (DORIGHELLO et al., 2020). O controle biológico com *Trichoderma* spp. tem sido estudado tanto para o controle de doenças do solo, como da parte aérea, em condições de campo e em cultivo protegido, com aplicação tanto em pré-plantio como em pós-colheita (MENEZES & GAVA, 2012).

Algumas espécies de *Trichoderma* são apontadas como agentes supressores de *Rhizoctonia solani* (Kuhn) em experimentos realizados em laboratório (HOWELL et al., 2000). Reyes et al. (2002) conseguiram 100% de controle da podridão-de-escleródio em tomateiros tratados com *T. harzianum*. Tsahouridou e Thanassoulopoulos (2002) obtiveram resultados semelhantes, pelo tratamento de sementes de tomate com *Trichoderma* conseguiram proteger as sementes e as mudas de tomateiro do patógeno por até dois meses.

Bactérias do gênero *Bacillus* possuem propriedades antagonistas contra fitopatógenos. Elas possuem três principais mecanismos: competição por substrato, produção de produtos químicos inibitórios e indução de resistência sistêmica (DORIGHELLO et al., 2020). Alguns isolados de *B. subtilis* produzem várias classes de antibióticos lipopeptídicos de largo espectro que são supressores de *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Septória* e *Verticillium* (ONGENA & JACQUES

2008).

*Azospirillum brasilienses* são importantes fixadores de nitrogênio e atuam disponibilizando fósforo no solo, além de atuar como produtores de fitohormônios (FIBACH-PALDI et al. 2012). A inoculação das culturas com *A. brasilense* proporciona benefícios para as plantas que vão além da fixação biológica do nitrogênio. Plantas inoculadas com *Azospirillum brasiliensis* apresentam maior proliferação de raízes laterais e aumento na absorção de água e nutrientes, aumento na respiração radicular, atraso na senescência foliar e aumento na massa de matéria seca (MMS) das plantas (DOBBELAERE & OKON, 2007).

No cultivo de solanáceas os estudos com bactérias diazotróficas são poucos, mas alguns mostraram que quando as plantas são inoculadas com essas bactérias há uma maior produção do ácido indol acético (AIA) e um maior vigor no desenvolvimento da planta (HENAGAMAGE et al.,2016). Sendo assim, as bactérias podem ser consideradas benéficas com a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular, como foi observado no presente estudo.

## 1.5 CONCLUSÃO

- A utilização dos produtos biológicos permitiu redução da morte de plântulas por patógenos de solo causadores de tombamento.
- O tratamento com biológicos resultou em maior desenvolvimento inicial das raízes e maior desenvolvimento da parte aérea das plantas.
- O tratamento com os biológicos garantiu sanidade nas plantas
- Observou-se média de 12% de incremento de produtividade em função do uso dos biológicos no presente estudo.

## 1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRESOLIN, M. et al. **O cultivo do tomate indústria na região da serra do nordeste do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 2010.
- DOBBELAERE, S.; OKON, Y. **The plant growth-promoting effect and plant responses**. In: **ELMERICH, C.; NEWTON, W.E. (eds.). Associative and endophytic nitrogenfixing bacteria and cyanobacterial associations**. Springer: Dordrecht, p.145-170, 2007.
- DORIGHELLO, D. V. et al. **Management of Asian soybean rust with *Bacillus subtilis* sequential and alternating fungicide applications**. *Australasian Plant Pathology*, v.49, n.1, p. 79-86, 2020.
- DOSSA, DERLI; FUCHS, FELIPE. **Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção nos mercados mundial, brasileiro e paranaense**. *Boletim Técnico*, v. 3, 2017.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crops: Tomatoes - Brazil**: FAO, 2020. **Disponível em:** <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 03 set. 2023.
- FIBACH-PALDI, S. et al. **Key physiological properties contributing to rhizosphere adaptation and plant growth promotion abilities of *Azospirillum brasilense***. *FEMS Microbiology Letters*, v.326, p.99–108, 2012
- FURQUIM, M. G. D. et al. **Panorama geral da tomaticultura no Estado em Goiás: uma análise descritiva a partir de levantamento bibliográfico**. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. e955974310-e955974310, 2020.
- HENAGAMAGE, P. A. et al. **Screening for crop response to diazotrophic bacteria isolated from potato rhizosphere**. *Ceylon Journal of Science*, v.4, p.55-63, 2016.
- HOWELL, C.R. **Mechanism employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant disease: the history and evolution of current concepts**. *Plant Disease*, v.87, p.4-10, 2003.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: levantamento sistemático da produção agrícola - estatística da produção agrícola**. IBGE, 2019. 93p. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag\\_2019\\_dez.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_dez.pdf)>. Acesso em: 03 set. 2023.
- MENEZES, M.E.L.; GAVA, C.A.T. **Eficiência de Isolados de *Trichoderma* spp. no controle de patógenos de solo em meloeiro amarelo**. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, p.633-640, 2012.
- NANGARE, D. D. et al. **Growth, fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by deficit irrigation regulated on phenological basis**. *Agricultural Water Management*, v. 171, p. 73-79, 2016.
- ONGENA, M. & JACQUES, P. ***Bacillus* lipopeptides: versatile weapons for plant disease biocontrol**. *Trends in microbiology*, v.16, n.3, p.115-125, 2008

- PÉREZ-DÍAZ, F. et al. **Crecimiento y características postcosecha de frutos de genotipos nativos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**. Revista fitotecnia mexicana, v. 43, n. 1, p. 89-99, 2020.
- REYES, R.A. et al. **Actividad in vivo de *Trichoderma harzianum* sobre *Sclerotium rolfsii* em plântulas de tomate. Manejo integrado de Plagas y agroecología**, Costa Rica, v. 66, p.45- 48, 2002.
- SALIM, M. M. R et a. **Morphological characterization of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes**. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, v. 19, n. 3, p. 233-240, 2020.
- SHAMSHIRI, R. R. et al. **Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: a review**. International Agrophysics, v. 32, n. 2, 287–302, 2018.
- SILVA JUNIOR, A. R et al. **Cultivo do tomate industrial no estado de Goiás: evolução das áreas de plantio e produção**. 2015.
- SILVA, C.J. et al. **Tomato yield as a function of water depths and irrigation suspension periods**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 23, n. 8, p. 591-597, 2019.
- SILVA, J. M. et al. **Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.
- TSAHORIDOU, P.C.; THANASSOULOPOULOS, C.C. **Proliferation of *Trichoderma konogii* in the tomato rhizosphere and the supression of damping- off by *Sclerotium rolfsii*** Soil. Biology and Biochemistry, v. 34, p.767-776, 2002.

## CONCLUSÃO GERAL

Entendemos que o tomate apresenta de fato uma grande importância socioeconômica para o país. Estudos, feitos provam que há meios cujo possam proporcionar maior sustentabilidade aos sistemas de produção como a utilização de insumos biológicos, De forma geral, observamos que os tratamentos feitos com produtos biológicos resultaram para um maior desenvolvimento inicial das raízes e também beneficiaram com um maior desenvolvimento em relação a parte aérea das plantas, contudo foi possível notar que houve um aumento na sanidade das plantas, observou-se média de 12% de incremento de produtividade em função do uso dos biológicos no presente estudo.