

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ**

HELBER DE CARVALHO JUNIOR

**PROTETORES SOLARES E BIOLÓGICOS NA PRODUTIVIDADE
DO TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL**

**URUTAÍ - GOIÁS
2025**

HELBER DE CARVALHO JUNIOR

**PROTETORES SOLARES E BIOLÓGICOS NA PRODUTIVIDADE
DO TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL**

Trabalho de Curso apresentado ao IF Goiano
Campus Urutaí como parte das exigências do
Curso de Graduação em Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor de
Azevedo Pereira.

URUTAI - GOIÁS
2025

HELBER DE CARVALHO JUNIOR

**PROTETORES SOLARES E BIOLÓGICOS NA PRODUTIVIDADE
DO TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL**

Monografia apresentada ao IF
Goiano Campus Urutaí como parte
das exigências do Curso de
Graduação em Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Aprovada em 22 de dezembro de 2025



Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Orientador e Presidente da Banca Examinadora)
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí.



Profª. Drª. Carmen Rosa da Silva Curvêlo
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí



Dr. João Batista Coelho Sobrinho
Bolsista Pós-Doc
Centro de Excelência em Bioinsumos
CEBIO

URUTAÍ - GOIÁS
2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

C331 Carvalho Junior, Helber de
 PROTETORES SOLARES E BIOLÓGICOS NA
 PRODUTIVIDADE DO TOMATEIRO PARA
 PROCESSAMENTO INDUSTRIAL / Helber de Carvalho
 Junior. Urutai 2025.

 23f. il.

 Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira.
 Tcc (Doutor) - Instituto Federal Goiano, curso de 0120024 -
 Bacharelado em Agronomia - Urutai (Campus Urutai).

 I. Título.

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

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

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

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

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

HELBER DE CARVALHO JUNIOR

Matrícula:

2021101200240182

Título do trabalho:

PROTETORES SOLARES E BIOLÓGICOS NA PRODUTIVIDADE 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: 31 / 01 / 2026

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.

Urutaí, Goiás

Local

13 / 01 / 2026

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO**

Campus Urutaí - Código INEP: 52063909

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, CEP 75790-000, Urutaí (GO)

CNPJ: 10.651.417/0002-59 - Telefone: (64) 3465-1900

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **Protetores Solares e Biológicos na Produtividade do tomateiro para processamento industrial**, sob orientação de Alexandre Igor de Azevedo Pereira, apresentada pelo aluno **Helber de Carvalho Junior (2021101200240182)** do Curso **Bacharelado em Agronomia (Campus Urutaí)**. Os trabalhos foram iniciados às 08:30 pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Alexandre Igor de Azevedo Pereira** (Presidente)
- **Carmen Rosa da Silva Curvelo** (Examinadora Interna)
- **João Batista Coelho Sobrinho** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado☐ Reprovado

Nota (quando exigido): 9,0

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Alexandre Igor de Azevedo Pereira** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Carmen Rosa da Silva Curvelo

URUTAI / GO, 22 de dezembro de 2025.

Alexandre Igor de Azevedo Pereira**João Batista Coelho Sobrinho**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e família, que me apoiaram e me deram suporte no decorrer do curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me conceder saúde e força para superar os desafios enfrentados. Meu reconhecimento vai também para meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira, pelo apoio nas correções e pelos incentivos recebidos. Ao IF Goiano pelo suporte institucional e acadêmico que foi crucial durante o meu percurso. A todos professores pelos valiosos ensinamentos compartilhados. A minha família pelo amor, apoio e encorajamento incondicional; sem vocês, esta conquista não teria sido possível. Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

PROTETORES SOLARES E BIOLÓGICOS NA PRODUTIVIDADE DO TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

Helber de Carvalho Junior¹

⁽¹⁾ Instituto Federal Goiano Campus Urutai, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, CEP 75790-000 Urutai, GO, Brasil. E-mail: helber.junior@estudante.ifgoiano.edu.br

RESUMO - Objetivou-se avaliar se o uso de protetor UV e o horário de aplicação potencializam bioinseticidas (fungos entomopatogênicos e *Bacillus thuringiensis*) no tomate para processamento industrial, refletindo em produtividade. O ensaio foi conduzido em campo, com a cultivar CVR 8161, em delineamento em blocos casualizados com três repetições. Em esquema fatorial, testaram-se dois horários (12h e 17h), presença/ausência de protetor UV e quatro agentes (*Beauveria bassiana*, *B. bassiana* + *Metarhizium anisopliae*, *B. bassiana* + *Cordyceps javanica* e *Bacillus thuringiensis*), além de testemunha (água) e padrão fazenda (o inseticida polytrin). As pulverizações ocorreram aos 67, 74 e 81 dias após o transplante, e a colheita representou o peso de frutos e produtividade (t ha⁻¹). A produtividade variou de 88,15 t ha⁻¹ (testemunha) a 139,10 t ha⁻¹ (tratamento biológico aplicado às 17h), enquanto o padrão químico atingiu 122,40 t ha⁻¹. Em média, aplicações ao final do dia com protetor UV apresentaram vantagem (127,32 t ha⁻¹) sobre aplicações sem protetor e sobre aplicações ao meio-dia, porém sem evidência de ganho consistente atribuível ao protetor. Concluiu-se que bioinsumos podem manter produtividade comparável ao manejo químico, e que a adequação do horário de aplicação é um ajuste chave para maximizar o desempenho produtivo em tomateiro para processamento industrial.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*; controle biológico; tripses; radiação UV; tecnologia de aplicação.

SUNSCREENS AND BIOLOGICAL AGENTS IN TOMATO

PRODUCTIVITY FOR INDUSTRIAL PROCESSING

Helber de Carvalho Junior¹

⁽¹⁾ Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, CEP 75790-000 Urutaí, GO, Brasil. E-mail: helber.junior@estudante.ifgoiano.edu.br

ABSTRACT - The objective was to evaluate whether the use of a UV protectant and the application timing enhance the performance of bioinsecticides (entomopathogenic fungi and *Bacillus thuringiensis*) in processing tomato, as reflected in yield. The trial was conducted under field conditions using the cultivar CVR 8161 in a randomized complete block design with three replications. In a factorial scheme, two application times (12:00 and 17:00), the presence/absence of a UV protectant, and four agents (*Beauveria bassiana*, *B. bassiana* + *Metarhizium anisopliae*, *B. bassiana* + *Cordyceps javanica*, and *Bacillus thuringiensis*) were tested, in addition to a control treatment (water) and a farm standard (the insecticide polytrin). Sprays were performed at 67, 74, and 81 days after transplanting, and harvest assessed fruit weight and yield (t ha^{-1}). Yield ranged from 88.15 t ha^{-1} (control) to 139.10 t ha^{-1} (biological treatment applied at 17:00), while the chemical standard reached 122.40 t ha^{-1} . On average, late-afternoon applications with a UV protectant showed an advantage (127.32 t ha^{-1}) over applications without a protectant and over midday applications; however, there was no consistent evidence of yield gains attributable to the UV protectant itself. It is concluded that bioinputs can sustain yields comparable to chemical management, and that optimizing application timing is a key adjustment to maximize productive performance in processing tomato.

Key-words: *Solanum lycopersicum*; biological control; thrips; UV radiation; application technology.

INTRODUÇÃO

O tomate industrial (*Solanum lycopersicum*) é um dos pilares da agroindústria brasileira, conectando produção primária e processamento em uma cadeia de alto impacto econômico e tecnológico. No Cerrado, a cultura avançou com híbridos mais produtivos, mecanização e melhorias em irrigação, mas ainda convive com entraves que afetam a estabilidade de rendimento e a sustentabilidade do sistema (Melo et al., 2005). Em Goiás, principal polo nacional do tomate para processamento, a relevância econômica do cultivo amplifica a necessidade de estratégias fitossanitárias que preservem produtividade, qualidade industrial e previsibilidade operacional, reduzindo riscos de perdas, descarte e custos de controle.

Entre os desafios fitossanitários, pragas como *Tuta absoluta* e *Bemisia tabaci* são recorrentes. Contudo, os tripses vêm se destacando pela combinação de dano direto e risco indireto via transmissão de viroses. Espécies como *Frankliniella schultzei* podem reduzir o vigor de ponteiros e o desempenho reprodutivo por raspagem/sucção em tecidos jovens, afetando flores, pegamento e uniformidade dos frutos, componentes diretamente associados ao rendimento e à eficiência de colheita e processamento. Além disso, o gênero *Frankliniella* inclui vetores de tospovírus, o que eleva o potencial de perdas quando o manejo não reduz rapidamente a pressão populacional (Monteiro et al., 2001). Nesse contexto, proteger a capacidade fotossintética e o equilíbrio fisiológico da planta durante o ciclo produtivo torna-se essencial para manter toneladas por hectare, concentração de sólidos solúveis (°Brix) e padrão tecnológico exigido pela indústria.

Historicamente, a resposta mais imediata ao complexo de pragas tem sido o uso repetitivo de inseticidas sintéticos. Entretanto, a recorrência de aplicações intensifica a seleção de resistência, eleva custos e amplia preocupações ambientais e de segurança, reforçando a demanda por programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) e por alternativas sustentáveis, com destaque para o controle biológico. Nesse cenário, fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Cordyceps javanica*, além de bioinseticidas bacterianos como *Bacillus thuringiensis*, destacam-se por sua seletividade e possibilidade de integração com outras táticas do MIP (Lopes et al., 2000; Zahn et al., 2013; Gupta et al., 2024). Em sistemas de tomate industrial, em que há alta pressão de pragas e janelas curtas para decisões, a eficácia prática do biológico precisa ser compatível com a dinâmica da lavoura. Pois atingem rapidamente populações-

alvo e manter persistência suficiente para diminuir reinfestações, sem comprometer parâmetros de produtividade.

Apesar do potencial, a eficiência de agentes biológicos em campo não depende apenas do microrganismo, mas da interação entre formulação, tecnologia de aplicação e ambiente. A radiação solar, sobretudo UVA e UVB, é um dos principais limitantes para fungos entomopatogênicos aplicados por pulverização, por reduzir a viabilidade e a infectividade dos conídios, atrasar a germinação e encurtar a janela de ação após a aplicação (Braga et al., 2001; Rangel et al., 2004). Estudos reportam que a exposição à radiação UV pode reduzir a germinação em poucos minutos, impondo um gargalo à persistência do microrganismo no dossel e, conseqüentemente, à consistência do controle ao longo do tempo (Oliveira et al., 2016). Essa fragilidade se torna ainda mais relevante no Cerrado, onde a intensidade luminosa e as condições de baixa nebulosidade em determinados períodos aumentam o estresse fotoquímico sobre estruturas fúngicas expostas na superfície foliar.

É nesse ponto que os protetores solares (fotoprotetores UV) ganham relevância na aplicação de biológicos. Esses aditivos (ou estratégias tecnológicas equivalentes, como microencapsulamento e matrizes protetoras) buscam reduzir a fotodegradação e prolongar a permanência ativa do agente na superfície foliar, aumentando a probabilidade de contato com o inseto-alvo e elevando a estabilidade do desempenho em campo (Inglis et al., 1995; Kaiser et al., 2019; Rodrigues et al., 2016). Do ponto de vista produtivo, o benefício esperado é indireto, porém decisivo: ao favorecer supressões populacionais mais constantes, reduz-se o dano em tecidos jovens e o risco de viroses, preservando área foliar funcional e garantindo continuidade de enchimento e maturação de frutos, etapas que determinam a produtividade e o aproveitamento industrial.

Dessa forma, avaliou-se a eficiência de fungos entomopatogênicos e bioinseticidas, com e sem protetor UV, aplicados em horários contrastantes (12h e 17h) na produtividade em tomate industrial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Pires do Rio, estado de Goiás, situado na região Centro-Oeste do Brasil (latitude 17°17'59" S, longitude 48°16'46" W, altitude 758 m), durante o período compreendido entre maio e setembro de 2024. Durante o período experimental, a temperatura média da região foi de 24,5 °C e a umidade relativa

média de 60%. O clima local é classificado como tropical semiúmido (Aw), segundo a classificação de Köppen, caracterizando-se por ser quente na primavera e verão e ameno no outono e inverno. Essas condições climáticas são típicas e favoráveis para o cultivo do tomate industrial na região.

A cultivar de tomate industrial utilizada foi a ‘CVR 8161’, caracterizada por um ciclo médio de 120 a 140 dias, elevada produtividade e resistência genética aos patógenos *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raças 1 e 2, e ao nematoide de galha (*Meloidogyne* spp.), indicados pela sigla VFFN. As mudas foram produzidas em bandejas, sendo transplantadas para o campo em 6 de maio de 2024. O transplante foi realizado com o auxílio de uma máquina transplantadora mecanizada, que posicionou as plântulas de forma uniforme, a uma profundidade de aproximadamente 3 cm, garantindo adequada fixação e rápida adaptação das plantas ao novo ambiente.

O delineamento experimental seguiu o modelo de blocos casualizados (DBC) com três repetições e um total de 54 parcelas experimentais. Cada parcela tinha dimensões de 15 m² (3 m × 5 m), com espaçamento de 5 m entre parcelas e blocos, totalizando 3.325 m² de área experimental.

Foram avaliados três fatores: (Fator 1) Horário de aplicação (12h e 17h); (Fator 2) Uso de protetor UV (com e sem protetor) e (Fator 3) Fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Cordyceps javanica* e *Bacillus thuringiensis*); Além dos fatores avaliados, foram incluídas duas testemunhas: Testemunha absoluta (apenas água) e a testemunha padrão fazenda (será adotado um manejo padrão fazenda).

Os tratamentos foram organizados conforme a Tabela 1. Os tratamentos 1 e 2 não receberam aplicação de protetor UV; os tratamentos 3 a 10 utilizaram o protetor UV em aplicações realizadas às 12h; e os tratamentos 11 a 18 receberam o protetor UV nas aplicações das 17h. As pulverizações foram realizadas aos 67, 74 e 81 dias após o transplante (DAT), correspondendo ao início da fase reprodutiva da cultura, quando há maior suscetibilidade ao ataque de trips e outros insetos-praga.

Tabela 1. Tratamentos aplicados na cultura de tomate industrial visando o controle de trips e efeitos na produtividade

Tratamentos		Descrição	Dosagem
1	padrão fazenda, PF	-----	
2	testemunha	-----	
3	Ballveria (12hs)	<i>Beauveria bassiana</i>	200 g/ha
4	Bometil (12hs)	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>M. anisopliae</i>	200 g/ha
5	Celtic (12hs)	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>C. javanica</i>	200 g/ha
6	Acera (12hs)	<i>Bacillus thuringiensis</i>	500 ml/ha
7	Ballveria + UV (12hs)	<i>Beauveria bassiana</i>	200 g/ha + 100 ml/ha
8	Bometil + UV (12hs)	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>M. anisopliae</i>	200 g/ha + 100 ml/ha
9	Celtic + UV (12hs)	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>C. javanica</i>	200 g/ha + 100 ml/ha
10	Acera + UV (12hs)	<i>Beauveria thuringiensis</i>	500 ml/ha + 100 ml/ha
11	Ballveria (17hs)	<i>Beauveria bassiana</i>	200 g/ha
12	Bometil (17hs)	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>M. anisopliae</i>	200 g/ha
13	Celtic (17hs)	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>C. javanica</i>	200 g/ha
14	Acera (17hs)	<i>Bacillus thuringiensis</i>	500 ml/ha
15	Ballveria + UV (17hs)	<i>Beauveria bassiana</i>	200 g/ha + 100 ml/ha
16	Bometil + UV (17hs)	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>M. anisopliae</i>	200 g/ha + 100 ml/ha
17	Celtic + UV (17hs)	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>C. javanica</i>	200 g/ha + 100 ml/ha
18	Acera + UV (17hs)	<i>Beauveria thuringiensis</i>	500 ml/ha + 100 ml/ha

Os fungos entomopatogênicos utilizados foram empregados na formulação pó molhável (WP), apresentando classe toxicológica 5 (pouco tóxicos) e classe de periculosidade ambiental 4 (pouco perigosos ao meio ambiente), de acordo com a classificação oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Todas as operações de preparo e aplicação foram realizadas seguindo rigorosamente as normas de segurança, com o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) completos, incluindo luvas, avental, máscara, óculos e botas impermeáveis.

Os tratamentos foram aplicados via pulverização foliar com um pulverizador pressurizado a CO₂ (capacidade de 2 L), equipado com uma barra de 3 m contendo seis pontas cônicas (M 054), e pressão de trabalho foi de 30 PSI, seguindo as recomendações de volume de calda para cada produto, garantindo uniformidade e cobertura adequada das plantas.

A colheita foi realizada no dia 06 de setembro de 2024, contemplando todas as parcelas experimentais. Nessa etapa, buscou-se quantificar se as diferenças observadas no monitoramento populacional de tripses ao longo do ciclo da cultura refletiram em impactos agrônômicos mensuráveis. Para isso, foram avaliadas três variáveis principais: (i) peso total de frutos por parcela, incluindo frutos maduros, de vez e verdes comerciais; (ii) produtividade por área útil; e (iii) conversão dos valores para toneladas por hectare (t/ha), permitindo comparação direta entre os tratamentos.

A análise da produtividade mostrou-se essencial para determinar se o manejo com bioinsumos contribuiu para o desempenho final do tomate industrial. Embora o controle de tripses dependa de fatores como aplicação em horários favoráveis, condições ambientais e sobrevivência de conídios, o impacto agrônômico só pode ser confirmado quando há reflexos na produção. Estudos prévios demonstram que agentes biológicos — como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Bacillus thuringiensis* — quando bem manejados, podem reduzir pragas e manter ou aumentar o rendimento final da cultura, especialmente quando utilizados em programas de manejo integrado (Heliyon, 2022; PubMed, 2024).

Nos tratamentos avaliados, a produtividade apresentou comportamento compatível com os efeitos populacionais observados: tratamentos com menor incidência de tripses resultaram em maior peso de frutos comerciais, evidenciando que a redução da pressão de pragas ao longo do ciclo desempenhou papel direto no desempenho produtivo. Esse padrão está alinhado ao relatado por estudos que destacam que o controle biológico, mesmo quando moderado, contribui para menor dano e consequente preservação do potencial produtivo do tomateiro (EJAE, 2020; SciELO Brasil, 2013).

Assim, a avaliação de produtividade confirma que o manejo biológico empregado não apenas interferiu nas dinâmicas populacionais de tripses, mas também exerceu efeito positivo sobre a produção final, demonstrando viabilidade do uso de bioinsumos como ferramenta complementar ao manejo integrado do tomate industrial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Bloco 1 apresentou produtividades variando de 92,89 a 164,63 ton ha⁻¹ e os tratamentos com maiores produtividades foram T₄ (164,63 ton ha⁻¹), T₁₅ (156,34 ton ha⁻¹) e T₃ (143,80 ton ha⁻¹), enquanto o menor rendimento foi observado em T₁₃ (92,89 ton ha⁻¹). A porcentagem de frutos broqueados manteve-se baixa, variando de 0,00 a 2,12

kg por parcela, indicando boa sanidade dos frutos colhidos. A massa de frutos verdes variou entre 1,29 e 5,94 kg por parcela, demonstrando leve variação entre os tratamentos.

No Bloco 2, as produtividades oscilaram entre 82,64 e 149,71 ton ha⁻¹. Os maiores valores foram registrados nos tratamentos T₃ (128,84 ton ha⁻¹), T₁₄ (130,25 ton ha⁻¹) e T₃ (149,71 ton ha⁻¹). Já os menores rendimentos foram observados nos tratamentos T₂ (82,64 ton ha⁻¹) e T₄ (83,64 ton ha⁻¹). A quantidade de frutos broqueados variou de 0,21 a 4,65 kg por parcela, enquanto os frutos verdes apresentaram valores entre 0,81 e 5,50 kg por parcela, sugerindo diferenças moderadas entre os tratamentos, possivelmente associadas à resposta diferencial das plantas ao manejo aplicado.

O Bloco 3 apresentou produtividades variando de 78,51 a 176,32 ton ha⁻¹, sendo os maiores valores observados nos tratamentos T₁₁ (176,32 ton ha⁻¹), T₄ (168,60 ton ha⁻¹) e T₈ (154,26 ton ha⁻¹). O menor rendimento foi registrado no tratamento T₆ (78,51 ton ha⁻¹). A quantidade de frutos broqueados permaneceu baixa, entre 0,19 e 1,65 kg por parcela, reforçando a eficiência dos manejos na redução de danos por pragas. A massa de frutos verdes variou de 0,82 a 6,45 kg por parcela, indicando uma leve flutuação no ponto de maturação dos frutos colhidos entre tratamentos.

A produtividade final dos três blocos variou de 88,15 ton ha⁻¹ (T₂) a 139,10 ton ha⁻¹ (T₁₁), com destaque para a consistência do desempenho dos tratamentos T₃ (134,96 ton ha⁻¹), T₄ (138,95 ton ha⁻¹) e T₁₁ (139,10 ton ha⁻¹) entre blocos. Apesar das variações, o comportamento dos tratamentos foi relativamente estável, demonstrando boa repetibilidade experimental e confiabilidade dos resultados.

Os resultados indicam boa estabilidade produtiva entre os tratamentos, com destaque para T₁₁, T₄ e T₃, que mantiveram alto desempenho sendo as médias dos três blocos. A baixa incidência de frutos broqueados e a leve variação na maturação demonstram eficiência dos manejos aplicados e sanidade satisfatória dos frutos colhidos.

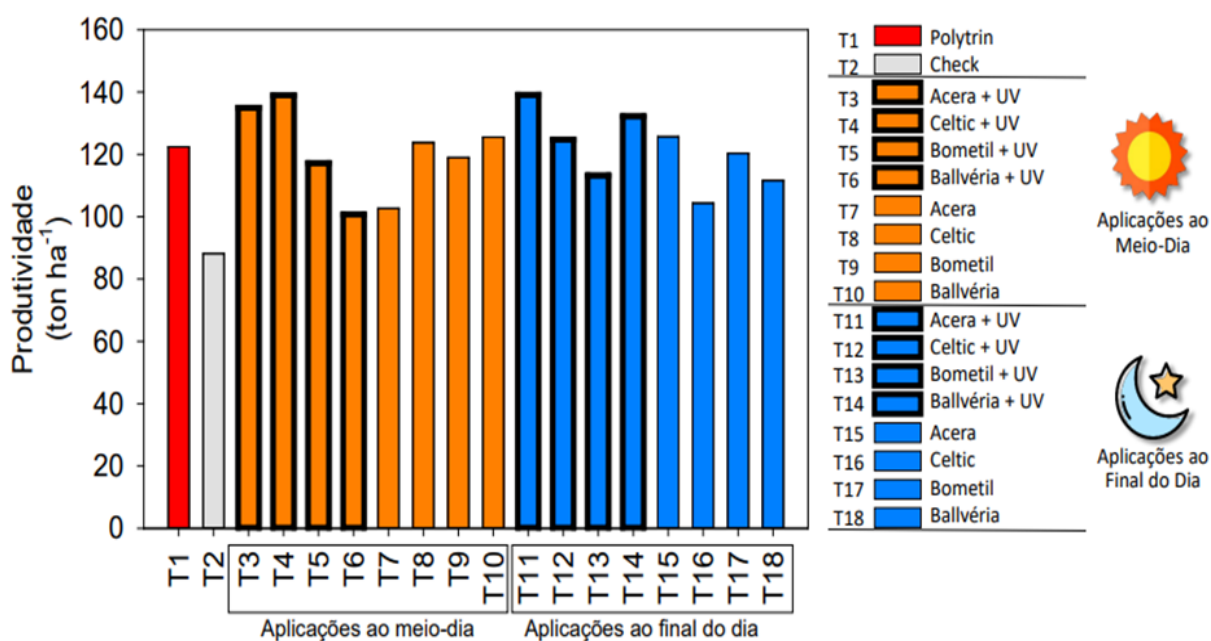


Figura 1. Produtividade média (ton ha⁻¹) do tomate industrial sob diferentes tratamentos biológicos e horários de aplicação.

O tratamento químico padrão (T₁ – Polytrin) obteve produtividade média de 122,40 ton ha⁻¹, enquanto o tratamento testemunha (T₂ – Check) apresentou o menor rendimento entre todos os tratamentos, com 88,15 ton ha⁻¹. Observa-se que a produtividade final variou de (T₂) 88,15 a (T₁₁) 139,10 ton ha⁻¹, indicando diferenças expressivas entre os tratamentos avaliados. Os tratamentos T₃ Acera + UV a o meio dia (134,96 ton ha⁻¹), T₄ Celtic + UV a o meio dia (138,95 ton ha⁻¹) e T₁₁ Acera + UV a o final do dia (139,10 ton ha⁻¹) apresentaram as maiores produtividades médias, enquanto os tratamentos 2 (88,15 ton ha⁻¹), 6 (100,69 ton ha⁻¹) e 7 (102,67 ton ha⁻¹) apresentaram os menores valores sendo todos aplicações antes do meio dia.

Os tratamentos variaram quanto ao uso de protetor UV e ao momento da aplicação, permitindo avaliar a influência desses fatores sobre o desempenho produtivo do tomate industrial. Observa-se que a testemunha Polytrin apresentou a maior produtividade, com aproximadamente 122,39 ton ha⁻¹, enquanto a testemunha (Check) registrou a menor, em torno de 88,15 ton ha⁻¹. Entre os demais tratamentos, as aplicações realizadas ao final do dia (FD) apresentaram produtividade de 127,32 ton ha⁻¹ com o uso de protetor UV e 115,49 ton ha⁻¹ sem protetor. Já as aplicações ao meio-dia (MD) resultaram em produtividades de 122,96 ton ha⁻¹ com protetor UV e 117,73 ton ha⁻¹ sem protetor. De modo geral, as aplicações realizadas ao final do dia, especialmente com o

uso de protetor UV, resultaram em maior produtividade, evidenciando que as condições desse período favorecem a eficiência dos tratamentos.

A produtividade variou de aproximadamente 88,15 ton ha⁻¹ (check) a 139,10 ton ha⁻¹ nos tratamentos biológicos. As aplicações ao meio-dia (MD) apresentaram produtividade média de 121,41 ton ha⁻¹, enquanto as aplicações ao final do dia (FD) atingiram 120,34 ton ha⁻¹, uma diferença mínima de 1,07 ton ha⁻¹ entre os dois horários. O tratamento com Polytrin obteve produtividade de 124,90 ton ha⁻¹, superando o controle e mantendo desempenho próximo aos bioinsumos. Esses resultados indicam que tanto as aplicações ao meio-dia quanto ao final do dia mantêm produtividade elevada, sem prejuízo em relação ao manejo químico padrão.

A produtividade média dos tratamentos variou de 88,15 a 139,10 ton ha⁻¹, sem diferenças estatísticas marcantes entre o manejo químico padrão e os tratamentos biológicos, evidenciando que o uso de fungos entomopatogênicos e *Bacillus thuringiensis* não compromete o rendimento da cultura. As aplicações ao final da tarde apresentaram ligeira vantagem produtiva, especialmente quando associadas ao uso de protetor UV, embora este não tenha influenciado significativamente o controle da praga. Esses resultados corroboram estudos que mostram que bioinsumos podem manter ou até melhorar a produtividade quando aplicados de forma adequada (Silva, 2019; Gupta et al., 2024), reforçando a viabilidade dos biológicos como alternativa sustentável ao manejo químico contínuo.

CONCLUSÃO

A produtividade não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos biológicos e o manejo químico padrão, indicando que a utilização de bioinsumos não compromete o rendimento da cultura. As médias de produtividade foram de 120,34 no grupo avaliado ao meio do dia e 121,41 no grupo avaliado ao final do dia, resultando em uma variação mínima de 1,07.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOAVENTURA, H. A. et al. Temperature-dependent modeling and spatial predictions for identifying geographical areas in Brazil suitable for the use of *Cordyceps javanica* in whitefly control. *Journal of Fungi*, v. 11, n. 2, art. 125, 2025. DOI: 10.3390/jof11020125.
- BÖCKMANN, E.; MEYHÖFER, R. Sticky trap monitoring of a pest–predator system in glasshouse tomato crops: are available trap colours sufficient? *Journal of Applied Entomology*, v. 141, n. 5, p. 339-351, 2017. DOI: 10.1111/jen.12338.
- BRAGA, G. U. et al. Both solar UVA and UVB radiation impair conidial culturability and delay germination in the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Photochemistry and Photobiology*, v. 74, n. 5, p. 734-739, 2001. DOI: 10.1562/0031-8655(2001)074<0734:BSUAUR>2.0.CO;2.
- BRØDSGAARD, H. F. Coloured sticky traps for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) in glasshouses. *Journal of Applied Entomology*, v. 107, n. 1-5, p. 136-140, 1989.
- BROUGHTON, S.; HARRISON, J. Evaluation of monitoring methods for thrips and the effect of trap colour and semiochemicals on sticky trap capture of thrips (Thysanoptera) and beneficial insects (Syrphidae, Hemerobiidae) in deciduous fruit trees in Western Australia. *Crop Protection*, v. 42, p. 156-163, 2012.
- COUCEIRO, J. D. C. et al. UV-B radiation tolerance and temperature-dependent activity within the entomopathogenic fungal genus *Metarhizium* in Brazil. *Frontiers in Fungal Biology*, v. 2, art. 645737, 2021. DOI: 10.3389/ffunb.2021.645737.
- EMBRAPA. Manejo integrado de pragas do tomateiro industrial. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2019.
- GUPTA, R. et al. *Bacillus thuringiensis* promotes systemic immunity in tomato, controlling pests and pathogens and promoting yield. *Food Security*, v. 16, p. 675-690, 2024. DOI: 10.1007/s12571-024-01441-4.
- INGLIS, G. D. et al. Influence of ultraviolet light protectants on the persistence of *Beauveria bassiana*. *Biological Control*, v. 5, p. 581-590, 1995.
- KAISER, D. et al. Efficiency of natural substances to protect *Beauveria bassiana* conidia from UV radiation. *Pest Management Science*, v. 75, n. 2, p. 556-563, 2019. DOI: 10.1002/ps.5209.
- LOPES, R. B.; ALVES, S. B.; TAMAI, M. A. Fungo *Metarhizium anisopliae* e o controle de *Frankliniella occidentalis* em alface hidropônico. *Scientia Agricola*, v. 57, n. 2, p. 239-243, 2000.

- MASCARENHAS, A. L. S.; PINENT, S. M. J.; SILVA JUNIOR, J. C. Tisanopterofauna associada à plantas ornamentais e cultivadas no Sudoeste Baiano. *EntomoBrasilis*, v. 9, n. 1, p. 31-35, 2016. DOI: 10.12741/ebrasilis.v9i1.536.
- MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. *Horticultura Brasileira*, v. 23, n. 1, p. 154-157, 2005.
- MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A.; ZUCCHI, R. A. Espécies de *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae) de importância agrícola no Brasil. *Neotropical Entomology*, v. 30, n. 1, p. 65-72, 2001.
- MOUND, L. A.; MARULLO, R. The thrips of Central and South America: an introduction. Gainesville: *Memoirs on Entomology, International*, 1996. 487 p. (*Memoirs on Entomology, International*, v. 6).
- OLIVEIRA, M. T. de et al. Sensibilidade de isolados de fungos entomopatogênicos às radiações solar, ultravioleta e à temperatura. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 83, e0042014, 2016. DOI: 10.1590/1808-1657000042014.
- QUARTEZANI, W. Z. et al. Análise geoestatística do “vira-cabeça” na cultura do tomateiro. *Summa Phytopathologica*, v. 44, n. 1, p. 51-55, 2018.
- RANGEL, D. E. et al. Variations in UV-B tolerance and germination speed of *Metarhizium anisopliae* conidia produced on insects and artificial substrates. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 87, n. 2-3, p. 77-83, 2004. DOI: 10.1016/j.jip.2004.06.007.
- REITZ, S. R.; GAO, Y.; LEI, Z. Thrips: pests of global importance. *Annual Review of Entomology*, v. 65, p. 101-119, 2020. DOI: 10.1146/annurev-ento-011019-024947.
- ROBERTS, N. S. et al. A modelagem da acuidade espacial melhora a captura em armadilhas de tripes-da-flor-ocidental, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Insect Science*, v. 25, n. 3, art. 5, 2025. DOI: 10.1093/jisesa/ieaf049.
- RODRIGUES, I. M. W. et al. Effect of ultraviolet radiation on fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, pure and encapsulated, and bio-insecticide action on *Diatraea saccharalis*. *Advances in Entomology*, v. 4, p. 151-162, 2016. DOI: 10.4236/ae.2016.43016.
- SANTOS, J. P. et al. Flutuação populacional de tripes em armadilhas Moericke de diferentes cores em cultivo de morangueiro semi-hidropônico. *Agropecuária Catarinense*, v. 36, n. 2, p. 29-33, 2023.
- SMANIOTTO, M. A. et al. Efeito da cor de armadilhas adesivas para monitoramento de *Thaumastocoris peregrinus* no campo. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 3, p. 799-805, 2017.
- SUTANTO, K. D. et al. Persistency of indigenous and exotic entomopathogenic fungi isolates under ultraviolet B (UV-B) irradiation to enhance field application efficacy and obtain sustainable control of the red palm weevil. *Insects*, v. 13, n. 1, art. 103, 2022. DOI: 10.3390/insects13010103.

ZAHN, D. K.; MORSE, J. G. Investigating alternatives to traditional insecticides: effectiveness of entomopathogenic fungi and *Bacillus thuringiensis* against citrus thrips and avocado thrips. *Journal of Economic Entomology*, v. 106, n. 1, p. 64-72, 2013. DOI: 10.1603/EC10441.