

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROBIOLOGIA**

Willian Braga dos Santos

**VERMICOMPOSTO E TRICHODERMA COMO BIOPRODUTO NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TOMATE**

**Santa Maria, RS, Brasil
2019**

Willian Braga dos Santos

**VERMICOMPOSTO E TRICHODERMA COMO BIOPRODUTO NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TOMATE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agrobiologia**

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Ferreira da Silva

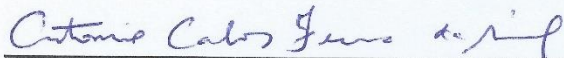
**Santa Maria, RS, Brasil
2019**

Willian Braga dos Santos


**VERMICOMPOSTO E TRICHODERMA COMO BIOPRODUTO NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TOMATE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agrobiologia**

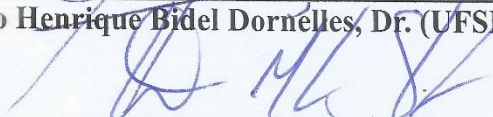
Aprovado em 06 de dezembro de 2019:



Antonio Carlos Ferreira da Silva, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Sylvio Henrique Bidel Dornelles, Dr. (UFSM)



Danie Martini Sanhotene, Dr. (URI)

Santa Maria, RS

2019

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que ele me proporciona e por não deixar que eu desista nas dificuldades.

A minha namorada Gabrielle Muniz, por estar comigo ao longo desta caminhada sempre me apoiando e me incentivando.

A minha família, em especial a minha mãe Tais Elizabeth Santos, que proporcionou a mim que este mestrado fosse possível ao meu pai Júlio César Braga dos Santos e sua esposa Débora Lacerda Braga, pelo incentivo para que eu conquistasse essa realização.

A o meu orientador Antonio Carlos Ferreira da Silva, pelas suas orientações, pela compreensão e paciência ao longo do mestrado.

A meus colegas e amigos que fiz no curso de mestrado em Agrobiologia ao longo deste período.

A Universidade Federal de Santa Maria, ao programa de Pós-graduação em Agrobiologia e a CAPES pelo apoio financeiro.

E a todos aqueles que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho. Muito obrigado!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

(José de Alencar)

RESUMO

VERMICOMPOSTO E TRICHODERMA COMO BIOPRODUTO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TOMATE

AUTOR: Willian Braga dos Santos
ORIENTADOR: Antonio Carlos Ferreira da Silva

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das olerícolas mais consumidas no mundo. O Brasil é responsável por 3% da produção mundial. Entretanto, é basicamente para suprir o mercado interno. Essa cultura demanda grandes cuidados fitossanitários chegando a receber aplicação de agrotóxicos, este fato além de acarretar em maiores custos, podem também impactar o ecossistema. Para diminuir a aplicação de produtos químicos nos sistemas de produção, fungos do gênero *Trichoderma* demonstram atividade protetora nas raízes das plantas contra patógenos no solo, além disso, apresentam potencial de promover crescimento inicial quando em doses adequadas para a cultura. Vista como uma maneira de tratar resíduos orgânicos eficaz e rápida a vermicompostagem que promovem a estabilização de materiais orgânicos podendo também ser utilizado como substrato de produção de mudas, desde que dentro dos limites de uso seguro. Visto isso o objetivo deste trabalho foi testar um bioformulado a base de *Trichoderma ssp.* e diferentes porcentagens de vermicomposto no desenvolvimento inicial de tomate. Os tratamentos consistiram em diferentes doses do bioformulado à base de *Trichoderma ssp.* (Majestic[®]) associados ou não a porcentagens de vermicomposto aplicados na modalidade de tratamento de sementes de tomate. O experimento foi cultivado em dois substratos; Papel Germitest, Substrato Comercial Biomix[®]. As avaliações foram: índice de velocidade de emergência, massa seca de raiz e parte aérea, comprimento de parte aérea, volume de raiz e germinação. Os resultados obtidos foram que na utilização do Majestic obteve-se um efeito positivo no desenvolvimento inicial do tomate, assim como houve interação entre as diferentes doses do vermicomposto com o bioformulado, sendo que para o bioformulado as doses recomendada é 10 vezes a recomendada tiveram as maiores médias para os atributos testados e a não aplicação de vermicomposto respondeu de forma mais positiva nesta pesquisa. Já em doses mais altas do Majestic[®] os tratamentos que receberam alguma porcentagem de vermicomposto apresentaram um aumento nas médias para os atributos estudados. Conclui-se que para que se possa ter uma interação benéfica entre planta e microrganismo na eficiência de utilização do Majestic[®] dependem não apenas da dose utilizada, mas também no tipo de substrato utilizado.

Palavras chaves: Bioformulado, sementes, germinação.

ABSTRACT

VERMICOMPOST AND TRICHODERMA AS A BIOPRODUCT IN THE INITIAL TOMATO DEVELOPMENT

AUTHOR: Willian Braga dos Santos
MENTOR: Antonio Carlos Ferreira da Silva

Tomatoes (*Solanum lycopersicum*) are one of the most consumed oleracea in the world. Brazil is responsible for 3% of world production. However, it is, basically, to supply the domestic market. This crop demands great phytosanitary care, and even receives the application of agrochemicals. This fact, besides causing higher costs, can also be harmful to the ecosystem. To reduce the application of chemical products in the production systems, fungi of the *Trichoderma* genus have been demonstrated a protective activity in the roots of the plants against pathogens in the soil. In addition, they have the potential to promote initial growth when in adequate doses for the crop. Seen as a way to treat organic waste effectively and quickly vermicomposting promote the stabilization of organic materials, which can also be used as a substrate for seedling production. Therefore, the objective of this work was to test a bioformulate based on *Trichoderma* ssp. and different percentages of vermicomposting in early tomato development. The treatments consisted of different doses of a bioformulate based on *Trichoderma* ssp. (Majestic[®]) associated or not with different percentages of vermicompost applied in the modality of seed treatment. The experiment was cultivated on two substrates: Germitest Paper and Biomix[®] Commercial Substrate. The evaluations were emergency velocity index, dry mass of root and aerial part, aerial part length, root volume, and germination. The results obtained were that the use of Majestic[®] had a positive effect on the early development of tomatoes plants. There was an interaction between the different doses of vermicompost and the bioformulate. The 10 times of the recommended doses of Majestic[®] showed the highest average for the analyzed attributes the non-application of vermicompost responded more positively in this research. In higher doses of Majestic[®] the treatments that received some percentage of vermicompost showed an increase in the averages for the attributes studied. We conclude that in order to have a beneficial interaction between plant and microorganism in the efficiency of use of Majestic[®], it depends not only on the dose used, but also on the type of substrate used.

Keyword: Bioformulate product, germination, seed treatment

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

- Figura 1** - Comprimento de Raiz de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento submetidas a tratamento de sementes com bioproduto a base de Trichoderma em diferentes dosagens em substrato Papel Germitest. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância.....28
- Figura 2** - Volume de Raiz (cm³) de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento. Sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma semeadas em Substrato comercial. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância.....28
- Figura 3** - Comprimento de Parte Aérea de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento. (A) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma semeadas em Substrato comercial, (B) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma em substrato Papel Germitest. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância.....29
- Figura 4** - Emergência em porcentagem de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento. (A) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma semeadas em Substrato comercial, (B) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma em substrato Papel Germitest. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância, Substrato Papel não apresentou diferença significativa.....29
- Figura 5** - Índice de Velocidade de Emergência e de Germinação de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento. (A) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma semeadas em Substrato comercial, (B) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma em substrato Papel Germitest. Dados submetidos a testes de regressão a 5% de significância.....30
- Figura 6** - Número de plantas de tomate germinadas em primeira contagem. (A) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma semeadas em Substrato comercial, (B) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma em substrato Papel Germitest. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância.....30

ARTIGO 2

- Figura 1** - Volume de Raiz (cm³) de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância.....47
- Figura 2** - Comprimento de Parte Aérea de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância.....47
- Figura 3** - Massa Seca de Raiz em gramas de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento. Em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância.....48
- Figura 4** - Emergência em porcentagem de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância e não apresentaram diferença significativa.....48
- Figura 5** - Índice de Velocidade de Emergência de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a testes de regressão a 5% de significância e não apresentaram diferença significativa.....49
- Figura 6** - Número de plantas de tomate germinadas em primeira contagem em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância e não apresentaram diferença significativa.....49

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 2

- Tabela 1:** Médias dos comprimentos da parte aérea em centímetros de Tomate nos tratamentos que foram tratados em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.....51
- Tabela 2:** Médias das plantas de Tomate emergidas em porcentagem nos tratamentos que foram em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.....51
- Tabela 3:** Médias dos volumes de raízes em centímetros cúbicos de plantas de Tomate nos tratamentos em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.....51
- Tabela 4:** Médias das massas secas da parte aérea em gramas de plantas de Tomate nos tratamentos em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.....52
- Tabela 5:** Médias dos Índices de Velocidade de Emergência de plantas de Tomate nos tratamentos em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.....52
- Tabela 6:** Médias das plantas de Tomate emergidas em Primeira contagem nos tratamentos em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.....53

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
REFERÊNCIAS	14
ARTIGO 1: Trichoderma como bioproduto no desenvolvimento inicial de tomate em diferentes substratos	16
RESUMO	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
AGRADECIMENTOS	26
REFERÊNCIAS.....	27
ARTIGO 2: Interação vermicomposto e Trichoderma como bioproduto no desenvolvimento inicial de tomate	33
RESUMO	33
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
AGRADECIMENTOS	45
REFERÊNCIAS.....	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55

INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pertence à família das Solanáceas, que teve como centro de origem à parte ocidental da América do Sul, mais especificamente a região andina, que vai desde o Equador até a Colômbia. A ampla domesticação da cultura ocorreu no México e devido a isso considera-se como um centro secundário de origem (NAIKA et al., 2006). No início quando o tomateiro foi descoberto e levado para a Europa no século XVI a planta só era utilizada com finalidade ornamental e de lá se difundiu pelo mundo todo chegando ao Brasil, trazida por imigrantes europeus no final do século XIX (Alvarenga, 2004). A sua grande adaptabilidade pelo mundo está ligada à sua grande capacidade de tolerar grandes amplitudes de condições edafoclimáticas, como tipos de solo e temperaturas que podem variar dos 5° até os 36° C, tendo como temperatura ótima entre 13° e 28° C. (FILGUEIRA, 2008). É uma planta perene, entretanto cultivada como anual. O tomateiro possui uma planta herbácea, com caule flexível e piloso. O seu fruto é uma baga de vários tamanhos e formatos. Além disso, o tomate, é rico em vitaminas que fazem bem para o organismo, como por exemplo à vitamina C, pró-vitamina A (beta-caroteno) vitaminas B1 (tiamina) e B2 (riboflavina) e antioxidantes (licopeno e outros carotenoides). Além de ser fonte de fibras, proteínas, minerais e ser hipocalórica. (MUELLER, 2016). A produção brasileira de tomate corresponde a 3 % da produção mundial sendo destinada basicamente ao mercado interno, (FAOSTAT, 2016). Essa produção concentra-se basicamente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo (IBGE, 2017).

O tomateiro é mais suscetível à ocorrência de problemas fitossanitários, devido a sua área foliar ser grande e o microclima favorável que o tomate precisa para seu desenvolvimento propicia surgimento de pragas e doenças. Para o controle dessas pragas, inseticidas químicos são utilizados para promover o controle da cultura e obter um bom desenvolvimento do fruto (MEDEIROS, 2006).

Santos (2009) em seu estudo verificou o uso abusivo de agrotóxicos, o que contribuem para o desequilíbrio do ecossistema quando ocorre a eliminação dos agentes de controle natural das pragas, provocando aumento da resistência delas em determinados produtos. Além da emergência de graves problemas ambientais e de intoxicação, os agrotóxicos ampliam os custos de produção da lavoura de tomate, inviabilizando a permanência de muitos agricultores nessa atividade.

É um levantamento realizado no Brasil, sobre resíduos, pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), foi constatado que a geração de resíduos vem aumentando significativamente (ABRELPE, 2017). Embora se saiba que a maior produção de resíduos se encontra no meio urbano, as atividades agrícolas e agropecuárias originam também uma grande quantidade de resíduos que nem sempre possuem um destino adequado. Em propriedades agrícolas uma vasta quantidade de resíduos de origem orgânica pode ser gerada, tais como: excremento de animais, restos de culturas, ainda resíduos oriundos dos beneficiamentos agrícolas, como: cascas de grãos, vísceras e outros (INÁCIO & MILLER, 2009), que de acordo com as suas características químicas e biológicas podem provocar contaminação ambiental.

Na utilização da vermicompostagem como uma forma de transformação e de tratamento de resíduos orgânicos, são processados os resíduos animais, agrícolas, urbanos e industriais, e se realiza por meio da utilização de minhocas (AMORIN et al., 2005). Este processo acelera a decomposição da matéria orgânica, quando comparado com outros modos de tratamento de resíduos (DOMINGUEZ et al., 2010). O produto final da vermicompostagem é o vermicomposto, um material estável, homogêneo, de granulometria fina, baixa relação C/N, alta porosidade e elevado potencial de reter água (GOMEZ-BANDÓN et al., 2010). É um produto rico em nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (AMORIN et al., 2005).

No intuito de se diminuir a incidência de pragas e doenças em culturas agrícolas, estudos com agentes biológicos vêm sendo realizados, com a finalidade de promover a diminuição de custo de produção e também diminuir a aplicação de agrotóxicos. Bioprodutos formulados através de microrganismos presentes nos solos podem promover aumento de germinação, promover crescimento e até mesmo conferir maior resistência da planta a patógenos, tornando-os alternativa viável com grande potencial de eficiência agrônômica, além de também contribuir para a preservação do meio ambiente (MACHADO et al., 2012).

No solo existem alguns fungos que habitam a região da rizosfera que são capazes de promover interação com as plantas. Podendo eles promover o crescimento e até mesmo auxiliar na proteção destas plantas contra alguns patógenos. O gênero *Trichoderma* vêm sendo amplamente estudado, devido seu potencial de colonizar a rizosfera e também alguns órgãos das plantas, ele age fazendo papel de antagonista na ação de outros fungos e também promove outros benefícios as plantas (CHAGAS et al., 2014). O *Trichoderma*

pode também tornar os nutrientes presentes no solo mais solúveis as plantas. Além de poder promover o crescimento delas (SAITO et al., 2009).

Estudos relacionados a fungos dessa espécie mostram que ele apresenta capacidade de promover um aumento na porcentagem de germinação, estimular maior altura de plantas e desenvolver raízes laterais (CONTRERAS-CORNEJO et al., 2009). A temperatura ideal que promove o desenvolvimento do fungo *Trichoderma* ocorre entre 20°C e 30°C (JUNIOR et al., 2009) e umidade a cerca de 55% e 70% (LATIFIAN et al., 2007). Porém, existem poucos estudos relacionados a dosimetria de bioprodutos, sua associação a meios alternativos de adubação e seus efeitos em altas doses nas plantas.

Em experimento realizado por Ethur e colaboradores (2008) na cultura do tomate, a aplicação de *trichoderma* apresentou efeito neutro na promoção do crescimento das plantas, sem observar diferença estatística entre os tratamentos estudados. A aplicação de doses altas, superiores a recomendada, de um bioproduto comercial formulado a partir do fungo *trichoderma*, demonstrou menor comprimento da parte aérea de plantas de alface quando comparadas ao tratamento controle (WIETHAN et al., 2018).

Com tudo se pode observa que as respostas deste microrganismo em associação a plantas possuem uma grade variação, Machado e colaboradores (2011) relatam que a colonização das raízes por este fungo pode influenciar de forma positiva, neutra ou negativa na produtividade da cultura, dependendo não só da cultura estudada, mas também de fatores como fontes de nutrientes, clima, dose a ser aplicada entre outros.

Afim de diminuir a necessidade de aplicação de agrotóxicos na cultura do tomateiro, bem como diminuir os custos de produção, seja pela diminuição de aplicações ou o reaproveitamento de material orgânico na vermicompostagem e utilização deste na adubação, o objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito de diferentes doses de um bioproduto a base de *Trichoderma* spp. no tratamento de sementes e no cultivo inicial de tomate associado ou não a diferentes doses de vermicomposto de esterco bovino.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama de resíduos sólidos no Brasil 2015. P. 19-20, 2017. Disponível em <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf> Acesso em 01 nov. 2019.

AMORIM, A. C.; JUNIOR, J. L.; RESENDE, K. T. de. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das estações do ano. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 57-66, 2005.

ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B. Utilização de casca de arroz e esterco bovino como substrato para a multiplicação de *Eisenia fétida* Savungny (1826). **Revista Ciência e Agroecologia, Lavras**, v. 33, n. 3, p. 824-830, 2009.

CARVALHO, J. G.; BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R. Nutrição mineral e adubação. In. Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em Hidropônia. **Revista eletrônica**, v.5. p. 61-120, 2004

CHAGAS JUNIOR A. F.; et.al. O. Eficiência da inoculação combinada de Rizóbio e *Trichoderma* spp. em diferentes cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) no cerrado (Savana Brasileira). **Revista de Ciências Agrárias**, v.37, n.1, p.20-28, 2014.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A. et al. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-independent mechanism in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v.3, p. 1579 –1592. 2009.

DOMÍNGUEZ, J.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. Ciclos de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. **Acta Zoológica Mexicana**, v.2, p. 309-320, 2010.

ETHUR, L. Z.; et.al. *Trichoderma harzianum* no desenvolvimento e na proteção de mudas contra fusariose do tomateiro. **Revista Ciência e Natura**, v.30, n.2, p.57-69, 2008.

FAOSTAT. Database Results. 2016. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>.

FILGUEIRA; F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3a Ed. rev. e ampli. - Vicosa. MG. Ed. UFV, 421 p. 2008

GÓMEZ-BRANDÓN, M. et al. Papel de las lombrices de tierra em la degradación del bagazo de uva: efectos sobre las características químicas y la microflora em las primeras etapas del proceso. *Acta Zoológica Mexicana*, Cidade do México Número Especial 2: p. 397-408, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 setembro de 2017.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. Compostagem: Ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Embrapa Solos. Rio de Janeiro. P. 156. 2009

LATIFIAN, M.; ESFAHANI, Z. H.; BARZEGAR, M. Evolution of Culture conditions for cellulase production two *Trichoderma reesei* mutants under solid state fermentation

conditions. **Bioresource Technology**. v.98, n. 18, p. 3634-3637, 2007.

MACHADO D.F.M.; PARZIANELLO F.R.; SILVA A.C.F., ANTONIOLLI Z.I. Trichoderma no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, p.274-288, 2012.

MACHADO, R.G.; et.al. Promoção de crescimento de *Lotus corniculatus* L. e *Avena strigosa* Schreb pela inoculação conjunta de *Trichoderma harzianum* e rizóbio. **Revista Ciência e Natura**, v.33, n.2, 2011.

MATTEDI, A.P.; et.al. **Tomate: tecnologia de produção**. Viçosa: UFV, 2007.

MEDEIROS, M. A.; NIRLENE, J. V.; FRANÇA, F. H. Eficiência técnica e econômica do controle biológico da traça-do-tomateiro em ambiente protegido Hortic. **Revista brasileira biológica**, v.24, n.2, 2006

MUELLER, S.; et al. Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina. **Revista eletrônica**, v.1, 2016.

NAIKA, S.; et.al. A cultura do tomate: Produção, processamento e comercialização. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA. **Agrodok**, v.17, 104p., 2006.

SAITO, L. R.; et.al. Aspectos dos efeitos do fungo *Trichoderma* spp. no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.2, n.3, 2009.

SANTOS, A. Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microregião sudoeste da Bahia-Brasil. In: LUZON JL; CARDIM M. (coord). Problemas sociales y regionales em América Latina: estudio de casos. Barcelona: Universitat de Barcelona, p. 11-25, 2009.

SILVA, P. A. M. ; et al. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 245-254, 2008.

WIETHAN, M. M. S.; et.al. Initial development of lettuce in vermicompost at higher trichoderma doses. **Revista Horticultura Brasileira**, v.36, n.1 p.77-82, 2018.

ARTIGO 1

***Trichoderma harzianum*: Bioproduto para o desenvolvimento inicial de tomate em diferentes substratos**

AUTOR: Willian Braga dos Santos

ORIENTADOR: Antonio Carlos Ferreira da Silva

RESUMO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma hortaliça de grande importância para o mercado sendo cultivado em diversas regiões do Brasil. Entretanto, associar a produção de frutos de boa qualidade com alto rendimento é uma desafio para esta cultura. As espécies de *Trichoderma* spp. produzem compostos que favorecem a germinação das sementes, auxiliam no desenvolvimento das plantas e também melhora a nutrição das plantas pela solubilização de fósforo e da síntese de ácido indol acético. Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes de tomate com diferentes doses de bioformulado comercial à base de *Trichoderma* em substrato comercial e em substrato de papel germiteste na germinação e no desenvolvimento inicial de plantas de tomateiro. O experimento foi dividido em duas etapas: a primeira envolve a germinação em papel das sementes de tomate tratadas com diferentes doses 0, 0.5 vezes (X), 1 X, 2 X, 4 X, 10 X, 16 X e 100 X a dose recomendada em soja do bioformulado de um bioproduto comercial Majestic® (princípio ativo *Trichoderma harzianum*, isolado IBLF006, concentração de 1.10^{10} UFC.g⁻¹) na forma de pó molhável (WP – *Wet Powder*); a segunda etapa foi o teste de emergência das sementes de tomate tratadas com o bioproduto em substrato comercial Biomix®. Os resultados obtidos para a variável comprimento de raiz no substrato papel germitest demonstraram um aumento significativo do comprimento de raiz das plântulas de tomate com o aumento das doses do Majestic®. Entretanto, houve uma diminuição do volume de raiz com o aumento das doses do Majestic® no substrato comercial. O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes tratadas com o bioproduto em papel germiteste demonstrou comportamento semelhante às sementes tratadas e semeadas em substrato comercial, deixando mais evidente o efeito do produto, onde o bioformulado aumentou o IVG até a dose 10 vezes a recomendada. Nossos resultados demonstram que doses muito elevadas como a de 16 e 100 vezes a dose recomendada do bioproduto influenciaram negativamente nos atributos de desenvolvimento inicial de plantas de tomate nas condições estudadas. Contudo, a dose 10 X (20 g de Majestic kg⁻¹ de sementes de tomate) demonstrou aumentos significativos para volume de raiz, comprimento de parte aérea, emergência, no índice de velocidade de emergência e na primeira contagem. Sugerindo que a dose 10X é a mais indicada para o tomateiro no desenvolvimento inicial.

Palavras-chaves: bioformulados, papel germitest, germinação.

ABSTRACT

***Trichoderma harzianum*: Bioproduct for early development of tomatoes in different substrates**

Author: Willian Braga dos Santos

Mentor: Antonio Carlos Ferreira da Silva

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is a vegetable of great importance to the market, being cultivated in several regions of Brazil. However, associating good quality fruits production with high yields is a challenge for this crop. *Trichoderma* spp. species produce compounds that improve seed germination, benefits plant development, and improves plant nutrition by phosphorus solubilization and acetic acid indole synthesis. The aim of this study was to evaluate the effect of treating tomato seeds with different doses of commercial *Trichoderma*-based bioformulate in a commercial substrate and in germitest paper substrate focusing on germination and initial development of tomato plants. The experiment was divided into two stages: first, involves the germination on paper of tomato seeds treated with different doses 0, 0.5 times (X), 1 X, 2 X, 4 X, 10 X, 16 X, and 100 X the recommended soybean dose of Majestic® (bioformulate, active ingredient *Trichoderma harzianum*, isolated IBLF006, concentration $1.1010 \text{ UFC g}^{-1}$) in wet powder (WP) form. The second step was the emergency testing of tomato seeds treated with Majestic® on a commercial substrate (Biomix®). The results obtained for the variable root length on the germitest paper substrate showed a significant increase in the root length of tomato seedlings with increased doses of Majestic®. However, there was a decrease in root volume with increased doses of Majestic® in the commercial substrate. Seed Velocity Germination Index (VGI) treated with the bioproduct on germitest paper showed similar behavior to the seeds treated and sown on a commercial substrate, highlighting the effect of the product, where the bioformulate increased the IVG up to 10 times the recommended dose. Our results show that very high doses such as 16 and 100 times the recommended dose of Majestic® negatively affected the early developmental attributes of tomato plants under the studied conditions. However, dose 10 X (20 g Majestic® kg^{-1} of tomato seed) showed significant increases for root volume, aerial part length, emergency, emergency speed index and first count. Suggesting that 10 X Majestic® the dose is the most suitable for the early development of tomatoes.

Keywords: bioformulate, *Solanum lycopersicum*, seed germination.

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é cultivado em várias regiões do Brasil, sendo considerado uma importante hortaliça. Possui grande importância econômica e social dentro do país devido a produção brasileira corresponder cerca de 3 % da produção mundial. O que o torna um produto destinado basicamente para o mercado interno (FAOSTAT, 2016; FRANCA et al., 2017). Essa produção concentra-se nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás (IBGE, 2018).

O tomate é um vegetal que está em crescente demanda mundial e vêm se destacando por seu valor comercial e nutricional, pois o mesmo possui vitaminas e minerais importantes para o organismo, além de ser rico em outros compostos tais como o licopeno, que se comportam como antioxidante no corpo (MONTEIRO, 2008). Entretanto obter frutos de boa qualidade e com alto rendimento vem sendo desafiador nesta cultura (CARDOSO et al., 2018).

O tomateiro é a espécie olerícola cultivada mais sujeita à ocorrência de problemas fitossanitários, sua área foliar é grande e o microclima favorável que o tomate possui propicia um ambiente favorável para o desenvolvimento de pragas e doenças. O principal alvo dos insetos-praga é o tomate e que o ataca em todo o seu ciclo, desde a sementeira até a colheita dos frutos (FILGUEIRA, 2003, NAIKA et al., 2006). Para o controle dessas pragas, inseticidas químicos são utilizados para promover o controle da cultura e obter um bom desenvolvimento do fruto, entretanto esses tipos de controles químicos geralmente promovem riscos para a saúde humana e afetam o meio ambiente desequilibrando-o. (MEDEIROS, 2006)

Na pesquisa realizada por Santos (2009), ficou evidenciado que o uso indiscriminado de agrotóxicos contribuiu para o desequilíbrio ecológico, eliminando agentes de controle natural das pragas, provocando resistência de pragas a determinados produtos, ou doses destes produtos, exigindo, assim, o uso cada vez mais intensivo desses produtos. Além de contribuir para graves problemas ambientais e de intoxicação, os agrotóxicos ampliam os custos de produção da lavoura de tomate, inviabilizando a permanência de muitos agricultores nessa atividade. O que faz o controle biológico ser uma alternativa ao uso dos inseticidas químicos. (MEDEIROS, 2006; HAJI et al., 1995).

As espécies de *Trichoderma* spp. possuem uma importante ação no controle de patógenos de plantas, especialmente as do solo (TRAN, 2010). Podendo influenciar positivamente a germinação de sementes, o desenvolvimento e agir no rendimento da

cultura devido ao fato dela produzir substâncias que favorecem o crescimento das sementes e sendo capaz de melhorar a nutrição das plantas, agindo principalmente pela solubilização de fósforo e da síntese de ácido indol acético (OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2012, CHAGAS et al., 2016). Bioprodutos formulados através de microrganismos presentes nos solos podem promover aumento de germinação, promover crescimento, e até mesmo conferir maior resistência da planta a patógenos, tornando-os alternativa viável com grande potencial de eficiência agrônômica, além de também contribuir para a preservação do meio ambiente (MACHADO et al., 2012).

Para uma semente ser considerada como germinada ela precisa originar uma plântula. Entretanto, nem sempre as sementes consideradas viáveis germinarão. Com isso através das Regras para Análise de Sementes (RAS), atualizada pela International Seed Testing Association (ISTA), criou-se um teste de germinação que tem por finalidade estabelecer o nível de reprodução. Além disso a RAS possui a finalidade de dispor de métodos para análise de sementes, levando em consideração a experiência e os avanços nacionais em análise de sementes (BRASIL, 2009). Afim de conter informações e recomendações de substratos que podem ser usados para cada espécie, temperatura de incubação, necessidade de luz e períodos das contagens importantes para a germinação de sementes (MEDIANEIRA, 2004).

Visto os benefícios que o *Trichoderma* possui em relação a germinação das sementes, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tratamento de sementes de tomate com diferentes doses de um bioformulado comercial à base de *Trichoderma* em substrato comercial e substrato papel germiteste na germinação e no desenvolvimento inicial de tomate.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios experimentais foram desenvolvidos no Laboratório de Interação Planta-Microrganismo do Departamento de Biologia, no Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria e na área experimental do departamento de solos no setor de minhocultura do Laboratório de Biologia do Solo do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria. Ambos laboratórios e setores ficam localizados em Santa Maria, Rio Grande do Sul (29°42' S e 53°43' O).

A cultivar de tomate utilizada neste estudo foi a Santa Cruz Cada. O experimento foi dividido em duas etapas: onde a primeira foi verificada a germinação em papel germiteste das sementes de tomate tratadas com diferentes doses de um bioproduto comercial Majestic® (princípio ativo *Trichoderma harzianum*, isolado IBLF006, concentração de 1.10^{10} UFC.g⁻¹) na forma de pó molhável (WP), também se realizou a emergência de sementes de tomate tratadas com o bioproduto em substrato comercial Biomix® (Composição: Fibra de coco, casca de pinus moída e compostada, Biokashi (aditivo orgânico com macro e micro nutrientes e composto orgânico). Os experimentos foram conduzidos em BOD's com temperatura controlada a 25° C e fotoperíodo de 8 horas no delineamento experimental inteiramente casualizado.

Germinação de sementes de tomate tratadas com diferentes doses do bioformulado a base de *Trichoderma harzanium* em papel germiteste.

Para determinação dos tratamentos se tomou como base a dose recomendada para o tratamento de sementes de soja (2g.kg⁻¹ de sementes). Sendo assim estipulou-se os seguintes tratamentos: T1- Testemunha (sem aplicação do produto); T2- 0,5x o recomendado para a soja; T3- Dose recomendada para a soja; T4- 2x o recomendado para a soja; T5- 4x o recomendado para a soja; T6- 8x o recomendado para a soja; T7- 10x o recomendado para a soja; T8- 16x o recomendado para a soja; T9- 100x o recomendado para a soja.

Foram realizadas as diluições adequadas com água destilada para que se adequassem as doses do produto para quantidades de semente de tomate e realizou-se o tratamento das sementes respeitando as doses. Para cada unidade experimental utilizou-se 3 folhas de papel germitest, onde essas foram umedecidas 2,5 vezes o peso do papel seco conforme a Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Essas folhas foram cortadas em formato quadrado e adicionadas em caixas gerbox sendo coloca duas folhas ao fundo das caixas acima delas colocou-se as sementes com os determinados tratamentos e acima delas uma terceira folha de papel germitest. Essas caixas foram tampadas e levadas para BOD's onde foram mantidas com a temperatura e o fotoperíodo controladas.

Cada tratamento contou com 4 repetições e cada repetição foi constituída por uma caixa gerbox, as 3 folhas de papel germitest umedecidas e 50 sementes devidamente tratadas. E assim se obteve:

Germinação

Foram realizadas contagens no 5º e no 14º dia das sementes germinadas afim de verificar os dados de primeira contagem e na segunda contagem respectivamente, como indicado pela Regra de Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Através de contagens diárias de sementes germinadas até o 14º dia, conforme é estipulado pela Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), determinou-se através da fórmula proposta por Maguirre (1962) o IVG: $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$, em que: IVG = Índice de Velocidade de Germinação; G_1, G_2, G_n = número de sementes germinadas, computadas na primeira, segunda, até a última contagem; N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, até a última contagem.

Crescimento

Para avaliar o crescimento e massa seca tanto de parte aérea quanto de raiz, realizou-se concomitantemente a condução de outras unidades experimentais, sendo essas compostas pelos mesmos tratamentos utilizados acima, 3 folhas de papel germitest umedecidos 2,5 vezes o peso do papel seco, onde cada unidade experimental foi composta pelas folhas de papel umedecidas, sendo duas postas a baixo das sementes, 25 sementes devidamente tratadas com suas respectivas doses e uma folha de papel acima, essas então foram enroladas e colocadas dentro de sacos fechados e levadas a BOD, cada tratamento contou com 4 repetições. Ao final dos 14 dias após a implantação do experimento realizou-se então a medição de parte aérea e raiz com auxílio de uma régua, de 10 plântulas por repetição posteriormente essas foram submetidas a secagem em estufa com temperatura controlada de 60° C até que atingissem massa constante e assim foram pesadas em balança de precisão.

Estatística

Todos os dados foram submetidos a teste de regressão no software estatístico SISVAR com 5% de significância e os gráficos foram construídos no programa GraphiPad.

Emergência em Substrato Comercial (Biomix®)

Nesta etapa os tratamentos testados foram: T1- Sem aplicação do bioproduto (Testemunha); T2- Dose do bioproduto recomendada para soja; T3- 10x o recomendado do bioproduto para soja; T4- 100x o recomendado do bioproduto para soja. Utilizou-se bandejas de mudas de isopor cortadas de forma que cada unidade experimental fosse constituída por 25 células e essas foram preenchidas com o substrato comercial Biomix®. Cada tratamento contou com 4 repetições e em cada célula foi semeada uma semente com o tratamento correspondente e se levou a BODs com temperatura e foto período controlados 25° C e 8 horas respectivamente. Então determinou-se:

Emergência

Para a determinação da emergência foram contadas as plântulas emergidas no 5° e 14° dias determinando primeira e segunda contagem respectivamente conforme a Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Realizou-se contagens diárias de plântulas emergidas até o 14° dia conforme a RAS (BRASIL, 2009). Para se estipular IVE (Índice de Velocidade de Emergência) através da equação proposta por Maguire (1962): $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$, em que: IVE = Índice de Velocidade de Emergência; E_1, E_2, E_n = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, até a última contagem; N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, até a última contagem.

Crescimento

Ao final do 14º dia coletou-se 10 plântulas, por repetição, realizando medições de comprimento de parte aérea com auxílio de uma régua e logo foram postas para secar. Já as raízes foram submetidas a uma análise feita através do software Winrhizo e posteriormente também foram colocadas para secar em estufa com temperatura controlada a 60°C até que atingissem massa constante. No final foi verificado seu peso com auxílio de uma balança de precisão.

Estatística

Todos os dados foram submetidos a teste de regressão no software estatístico SISVAR com 5% de significância, os gráficos foram construídos no programa GraphiPad.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, para a variável comprimento de raiz no substrato papel geritest (Figura 1), demonstraram um aumento significativo do comprimento de raiz das plântulas de tomate com o aumento das doses do Majestic®. Em contra partida, houve uma diminuição do volume de raiz com o aumento das doses do produto utilizado no substrato comercial (Figura 2) demonstrando que, para produção de mudas, houve uma inibição da parte radicular das plantas em desenvolvimento inicial quando comparado à não aplicação. Em seu trabalho Bortolin et al. (2019) também encontraram diminuição destes valores, quando se aplicou concentrações acima de 30×10^9 conídios viáveis kg^{-1} de um bioproduto à base de *Trichoderma harzianum*, quando comparado a outros tratamentos para *Paspalum regnelli* Mez. Segundo Hjeljord et al. (2003) pode-se justificar este comportamento devido a ocorrência de um processo de auto inibição em altas concentrações de propágulos de Trichoderma, em que nessas elevadas doses ocorre a inibição da germinação dos conídios do próprio fungo. Isso significa que em doses muito altas ocorre maior competição entre os microrganismos o que acaba prejudicando o desenvolvimento das plantas.

Para os resultados obtidos de comprimento de parte aérea (Figura 3), pode-se observar um comportamento semelhante entre as figuras, onde na figura 3 A e 3 B as doses do bioformulado tiveram um efeito positivo no crescimento de parte aérea das plântulas de tomate até determinada dose (dose 10 vezes e 16 vezes maior que a recomendada para soja). Depois disso, passaram a incrementar menos no comprimento o que demonstrou uma tendência a inibir o crescimento de parte aérea em doses mais elevadas.

Wiethan et al. (2018) observaram que em alface Regina, em doses superiores a recomendada de um bioproduto a base de *Trichoderma*, demonstraram menores incrementos no comprimento de parte aérea comparando ao tratamento controle (ausência de bioproduto). O que constata uma inibição significativa do comprimento de parte aérea nestas doses mais elevadas aos 28 dias após a semeadura.

Os dados de massa seca de parte aérea não demonstraram nenhuma diferença significativa para os tratamentos com o bioformulado testado, nem em papel germitest e nem no substrato comercial. Em um trabalho realizado por Chagas Junior et al. (2014) a matéria seca de parte aérea de feijão caupi aos 40 dias após plantio quando inoculado de rizóbio e *Trichoderma sp.* Não diferiu do tratamento controle.

No caso da emergência e germinação das sementes (Figura 4), não ocorreram diferenças significativas para as doses do Majestic® testadas em substrato papel Germitest (Figura 4 B). Porém para as sementes tratadas com diferentes doses do Majestic® e semeadas em substrato comercial Biomix® (Figura 4 A), teve-se um aumento na emergência nas doses recomendada do produto e dose 10 vezes maior que a recomendada, a dose 100 vezes a recomendada demonstrou uma menor taxa de emergência quando comparada com a dose recomendada e 10 vezes maior, mas ainda assim obteve-se uma melhora na porcentagem de germinação, quando comparada com a testemunha sem aplicação, embora isso demonstre um decréscimo da dose 10 vezes para a de 100 vezes maior que a recomendada. Isso demonstra uma tendência de que em doses mais altas podem ocorrer diminuição desta variável. Esses resultados foram encontrados em um estudo, realizado por Hassan et al. (2013), com *Trichoderma viride* onde em concentrações altas, usando cerca de 75% deste fungo mais 0,01 ppm de GR24, inibiu totalmente a germinação. Porém em concentração mais baixa, cerca de 25%, na presença do bioestimulante GR24 (0,1 ppm) em *Striga hermonthica* aumentou-se a germinação (90,3%) quando em comparado com o controle (85,4%).

No índice de velocidade de emergência (IVE) para as diferentes doses do bioformulado, testado em substrato comercial (Figura 5 A), teve-se um aumento significativo para as doses recomendada e 10 vezes a dose recomendada, mesmas doses que favoreceram a germinação. Já na dose 100 vezes a recomendada mostrou-se um comportamento muito semelhante às sementes que não foram tratadas. Esses resultados contrapõem o estudo realizado por Martini et al. (2014) em que na cultura do arroz em tratamentos com *Trichoderma* não influenciaram significativamente nos processos de germinação. O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes tratadas com o bioproduto em papel germitest demonstrou comportamento semelhante às sementes tratadas e semeadas em substrato, deixando mais evidente o efeito do produto (Figura 5 B). O fato da maior dose testada ser tão semelhante à sem aplicação demonstra que essa dose não traz benefícios, apenas eleva o custo da utilização podendo até mesmo, em doses maiores, torná-la mais tardia ao invés de acelerar a emergência.

A variável massa seca de raiz (MSR), não demonstrou diferença significativa para as sementes tratadas com o Majestic® e semeadas no substrato comercial, conforme mostra. Porém, para as sementes tratadas com o Majestic® e semeadas no papel germitest a dose recomendada e 10 vezes a recomendada para a cultura da soja do bioformulado demonstraram um acúmulo maior de MSR. Nos experimentos realizados por Azamir et al. (2011), onde se objetivou avaliar isolados de *Trichoderma* na germinação de sementes de milho e o vigor de plantas, quando as sementes de milho foram expostas a suspensão de esporos de *Trichoderma* (10^6 a 10^7 esporos mL⁻¹), ocorreu inibição em parâmetros como germinação, diminuição no desenvolvimento radicular, parte aérea, área foliar, peso de raiz quando comparados ao controle. Embora não se tenha elucidado os mecanismos que os isolados de *Trichoderma* possam atuar no desenvolvimento das plantas, existem evidências da produção de ácido indolacético (AIA), cuja as principais funções nos vegetais superiores sejam a regulação do crescimento por alongamento de caules jovens (GRAVEL, 2007). Algumas espécies de *Trichoderma* podem produzir compostos indutores de auxinas que tem efeito inibidor em concentrações elevadas do agente biológico, do que as doses ótimas (VINALE et al., 2008).

A primeira contagem para as sementes tratadas com o bioproduto tanto no substrato comercial quanto no substrato papel germitest obteve-se efeitos significativos com as doses do bioproduto (Figura 6). No substrato comercial as doses que apresentaram maior número de plântulas emergidas em primeira contagem foram a dose recomenda e 10 vezes a recomendada, sendo a dose 100 vezes a recomendada menor até mesmo que

a testemunha sem aplicação, o que demonstra a tendência de que em doses muito altas possa provocar prejuízos na germinação das sementes. No substrato papel germitest (Figura 7 B) obteve-se um maior número de plantas germinadas com o aumento das doses do Majestic®. Resultados semelhantes foram encontrados por Machado et al. (2015), onde observou-se que *Trichoderma harzianum* isolado 2B2 foi superior ao controle para este parâmetro.

Portanto é possível concluir que através dos resultados doses muito elevadas do bioproduto a base de *Trichoderma harzianum* influenciam negativamente nos parâmetros de desenvolvimento inicial de plantas de tomate estudadas no presente trabalho. Entretanto, a dose 10 vezes o recomendado (20 g de Majestic kg⁻¹ de sementes de tomate) acabou demonstrando alguns ganhos bastante significativos no quesito volume de raiz, comprimento de parte aérea, emergência, no índice de velocidade de emergência e na primeira contagem. O que demonstra a importância de estudos relacionados a dosimetria destes bioproduto para culturas diferentes, além da estudada neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria e ao programa de Pós-Graduação em Agrobiologia pela formação acadêmica proporcionada.

Agrademos a CAPES pelo apoio financeiro.

Os autores agradecem a empresa Araunah Agro pelo fornecimento e disponibilidade das informações a respeito do produto biológico.

REFERÊNCIAS

AZAMIR, R.; HAJIEGHRARI, B.; GIGLOU, A. Effect of Trichoderma isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 31, p. 5850-5855, 2011.

BORTOLIN, G. S., et.al. Trichoderma na promoção do desenvolvimento de plantas de *Paspalum regnellii* Mez. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, n.1, p.135-145, 2019.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária.** – Brasília: Mapa/ACS, p.399, 2009.

CARDOSO, F. B.; et al. Yield and quality of tomato grown in a hydroponic system, with different planting densities and number of bunches per plant. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 4, p. 340-349, 2018.

CHAGAS JUNIOR A. F.; et.al. Eficiência da inoculação combinada de Rizóbio e *Trichoderma* spp. em diferentes cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) no cerrado (Savana Brasileira). **Revista de Ciências Agrárias**, v.37, n.1, p.20-28, 2014.

CHAGAS, L. F. B.; et.al. Efficiency of Trichoderma spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, n. 4, p. 1-11, 2016.

FAOSTAT. Database Results. 2016. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>.

FRANCA, R. J. F.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; CAMPECHE, L. F. S. M. Produtividade do tomate cereja em ambiente protegido e céu aberto em função das lâminas e intermitências de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 2, p. 1364-1370, 2017.

FILGUEIRA FAR. 2003. Solanáceas – Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA. 333p

GRAVEL, V.; ANTOUN, H.; TWEDDELL, R. J. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: possible role of indole acetic (IAA). **Soil Biology and Biochemistry**, v.39, p.1968-1977, 2007.

Haji FNP; FREIRE LCL; ROA FG; SILVA CN; SOUZA JÚNIOR MM; SILVA MIV. 1995. Manejo integrado de *Scrobipalpus absoluta* (Polvony) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Submédio São Francisco. In: SOCIEDADE ENTOMOLÓGICA DO BRASIL, 24 Anais... Jaboticabal: 587-591.

HASSAN, M. M.; et.al. Effects of fungal strains on seeds germination of millet and *Striga hermonthica*. **Universal Journal of Agricultural Research**, v. 2, p. 83-88, 2013.

HJELJORD, L. G.; TRONSMO, A. Effect of germination initiation on competitive capacity of *Trichoderma atroviride* P1 conidia. **Phytopathology**, v. 93, p. 1593-1598, 2003.

IBGE. Estatísticas. Produção Agrícola Municipal. Culturas temporárias e permanentes 2017/2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticasnovoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturastemporarias-e-permanentes.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2020.

MACHADO, D. F. M.; et.al. Na emergência e crescimento de mudas de cambará (*Gochnatia polymorpha* (Less). Cabrera). **Recista Árvore, Viçosa**, v. 39, n. 1, p. 167-176, 2015.

MACHADO, R. G.; et.al. Promoção de crescimento de *Lotus corniculatus* L. e *Avena strigosa* Schreb pela inoculação conjunta de *Trichoderma harzianum* e rizóbio. **Revista Ciência e Natura**, v.33, n.2, 2011

MARTINI, L. B., ETHUR, L. Z., DORNELES, K. R. Influência de metabólitos secundários de *Trichoderma* spp. no desenvolvimento de fungos veiculados pelas sementes e na germinação de sementes de arroz. **Ciência e Natura**, v.36, n.2, p.86-91, 2014.

MEDEIROS; M. A.; et.al. Eficiência técnica e econômica do controle biológico da traça-do-tomateiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira**, v.24, n.2, 2006.

Medianeira, Simone Franzin. Teresinha Roversi **O que é vigor de sementes?** Disponível em: <https://www.ufsm.br/laboratorios/sementes/wp-content/uploads/sites/669/2019/07/vigor.pdf>. Acesso em 18 de fevereiro de 2020.

MONTEIRO, C. S.; et.al. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Revista de Alimentos e Nutrição**, v. 19, n.1, p. 25-31. 2008.

NAIKA S; et.al. A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. **Revista eletrônica**, v.104, 2006.

OLIVEIRA, A. G.; et.al. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012.

SANTOS, L. R.; et.al. Aspectos dos efeitos do fungo *Trichoderma* spp. no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.2, n.3, 2009.

SILVA, J. C.; et.al. Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 4, p. 243-250, 2012.

TRAN H; et.al. Role of cyclic lipopeptide massetolide A in biological control of *Phytophthora infestans* and in colonization of tomato plants by *Pseudomonas fluorescens*. **New Phytologist**, v.175, p.731-742, 2010.

VINALE, F; et.al. A noel role for Trichoderma secondary metabolites in the interactions with plants. **Physiological and Molecular Plant Pathology**. v.72, p.80-86, 2008.

WIETHAN, M. M. S., et.al. Initial development of lettuce in vermicompost at higher trichoderma doses. **Revista Horticultura Brasileira**, v.36, n.1 p.77-82, 2018.

FIGURAS

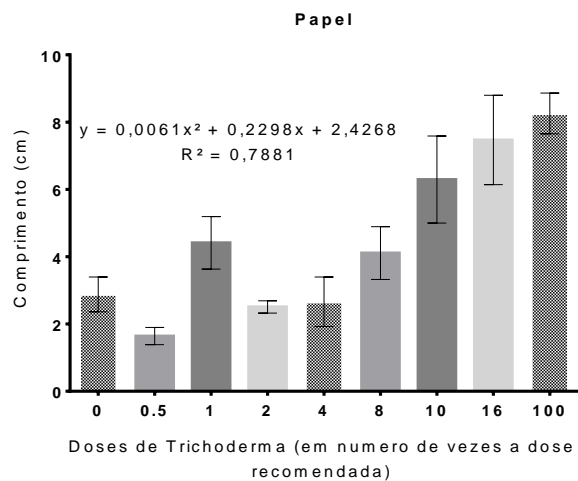


Figura 1 - Comprimento de Raiz de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento submetidas a tratamento de sementes com bioproduto à base de Trichoderma em diferentes dosagens em substrato Papel Germitest. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância. Barras representam o erro padrão.

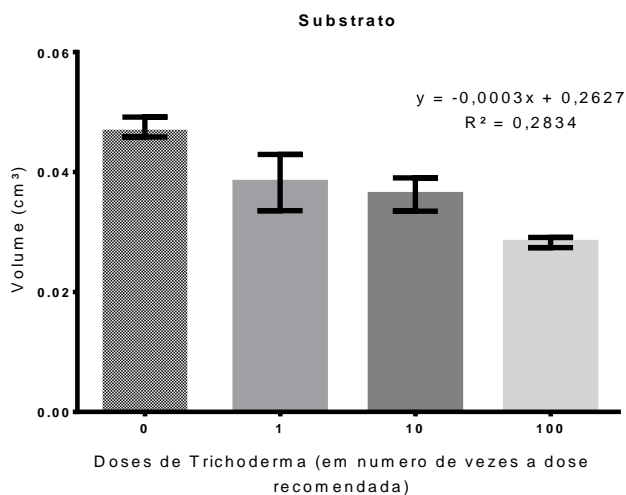


Figura 2 - Volume de Raiz (cm³) de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento. Sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma semeadas em Substrato comercial. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância. Barras representam o erro padrão.

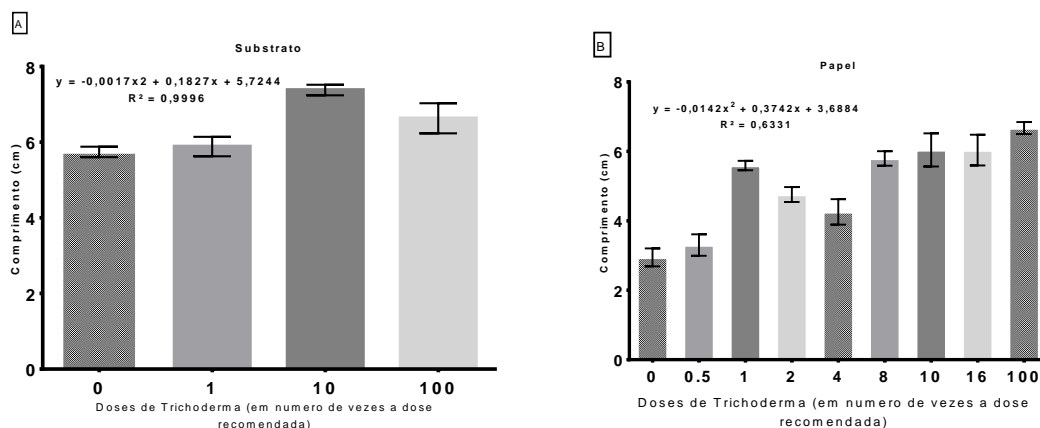


Figura 3 - Comprimento de Parte Aérea de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento. (A) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma semeadas em Substrato comercial, (B) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma em substrato Papel Germitest. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância. Barras representam o erro padrão.

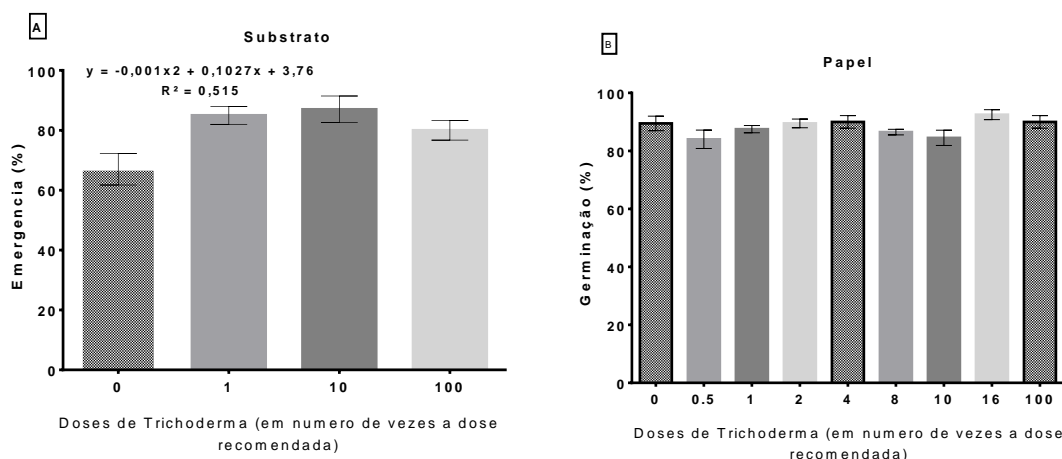


Figura 4 - Emergência em porcentagem de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento. (A) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma semeadas em Substrato comercial, (B) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma em substrato Papel Germitest. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância, Substrato Papel não apresentou diferença significativa. Barras representam o erro padrão.

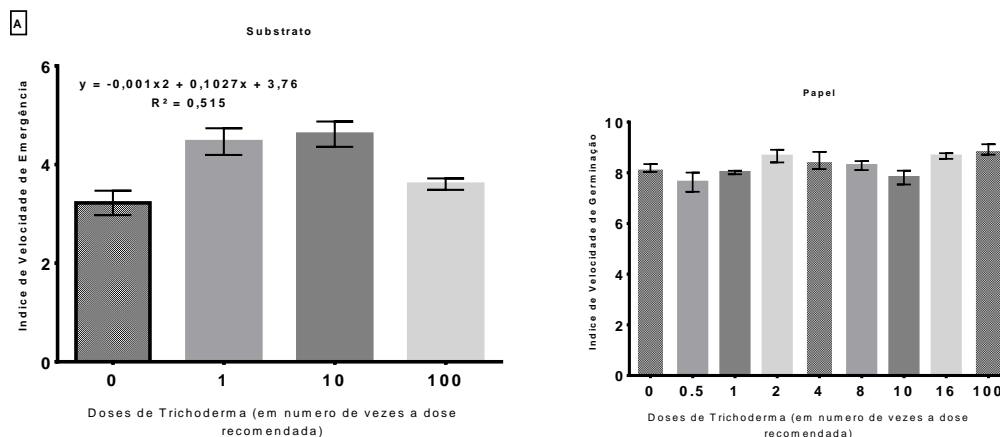


Figura 5 - Índice de Velocidade de Emergência e de Germinação de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento. (A) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma semeadas em Substrato comercial, (B) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma em substrato Papel Germitest. Dados submetidos a testes de regressão a 5% de significância. Barras representam o erro padrão.

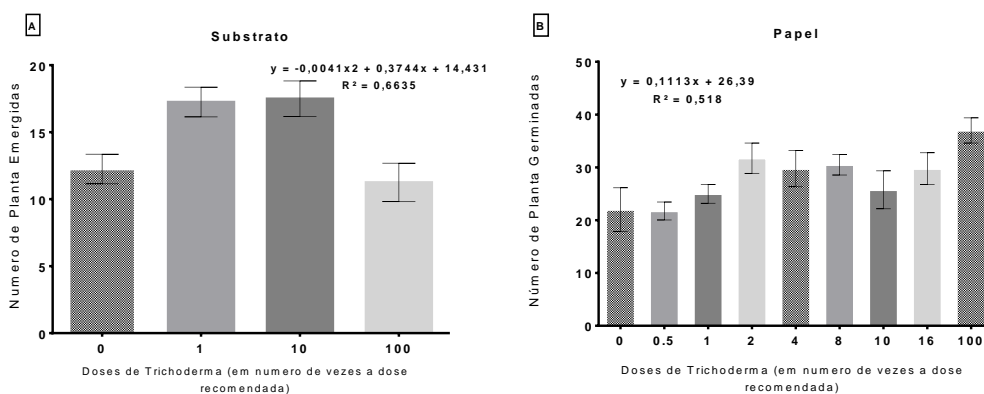


Figura 6 - Número de plantas de tomate germinadas em primeira contagem. (A) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma semeadas em Substrato comercial, (B) representa sementes tratadas com diferentes doses de Trichoderma em substrato Papel Germitest. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância. Barras representam o erro padrão.

ARTIGO 2

Interação vermicomposto e *Trichoderma* como bioproduto no desenvolvimento inicial de tomate

AUTOR: Willian Braga dos Santos

ORIENTADOR: Antonio Carlos Ferreira da Silva

RESUMO

A utilização de promotores de crescimento em plantas para o aumento da produção agrícola será uma das táticas de grande importância no mundo. Isso devido ao fato da necessidade em diminuir o uso de fertilizantes minerais e da carência para o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável. Diante disso, a vermicompostagem é uma alternativa benéfica pelo fato de apresentar baixo custo e apresentar resultados favoráveis em pouco tempo. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses (0; 1; 10 e 100 vezes a dose recomendada para cultura da soja) de um bioproduto a base de *Trichoderma* spp (Majestic®) no tratamento de sementes e no cultivo inicial de tomate associado ou não a diferentes doses de vermicomposto (VC) (0%, 25%, 75% de VC de esterco bovino). O experimento foi dividido em 2 etapas: primeiro foi verificado a emergência de sementes de tomate em diferentes porcentagens de VC. Segundo, foi analisado a interação das sementes em diferentes porcentagens de VC com diferentes doses do Majestic®. Foi observado que quanto maiores eram as doses de VC menores foram as médias no volume de raiz. Entretanto, no comprimento da parte aérea mostrou um aumento significativo até as porcentagens intermediárias testadas (25% e 50% de VC), demonstrando que porcentagens muito altas do VC podem não favorecer o crescimento de parte aérea no desenvolvimento inicial da cultura. O comportamento do tomateiro variou conforme as doses de Majestic® e as porcentagens de VC evidenciando a interação entre os fatores. Mostrando que doses intermediárias de Majestic® em associação com VC não contribuiu significativamente para o aumento do comprimento de parte aérea (CPA) O atributo massa seca de parte aérea (MSPA) demonstrou interação significativa dos fatores, onde nos tratamentos que levaram VC tiveram maior acúmulo de MSPA. No entanto, nos tratamentos onde haviam 25% de VC e dose de 10X do Majestic® obteve a menor média de MSPA. Nos tratamentos onde as sementes receberam a dose recomendada para soja do Majestic®, os maiores valores de massa seca de parte aérea (MSPA) foram para os tratamentos que receberam VC, não diferindo estatisticamente o de 25% VC e o de 75% VC. Na dose 10x a recomendação de Majestic® para soja os maiores valores observados para MSPA foram aqueles onde se tinha 75% VC. Não houve diferença entre a maior dose do Majestic® em associação com as porcentagens do VC. Concluímos que a associação VC com o Majestic® é uma boa alternativa para diminuir os custos na produção de mudas de olerícolas, em especial a testada nesse estudo o tomate. Entretanto, estudos relacionados a dosimetria do Majestic® devem ser realizadas para que sejam adequadas, assim, evitando doses muito elevadas quando em associação com % de VC.

Palavras-chave: sementes, dosimetria, Tratamento de resíduos.

ABSTRACT**Vermicompost and *Trichoderma* interaction as a bioproduct in early tomato development****AUTHOR: Willian Braga dos Santos****MENTOR: Antonio Carlos Ferreira da Silva**

The use of plant growth promoters to increase agricultural production will be one of the most important tactics in the world. Due to the decreasing need for mineral fertilizers and the shortage for the development of more sustainable agriculture. Given this, vermicomposting is a beneficial alternative because it is low-cost and presents favorable results in a short time. This study aimed to evaluate the effect of different doses (0; 1; 10 and 100 times the recommended dose for soybean) of a *Trichoderma* spp bioproduct based (Majestic®) on seed treatment and early tomato development associated or not with different doses of vermicompost (VC) (0%, 25%, 75% of VC of bovine manure). The experiment was divided into 2 steps: first, verify the emergence of tomato seeds in different percentages of VC. Second, analyze the interaction of seeds in different percentages of VC with different doses of Majestic®. It was observed that the higher the doses of VC the lower were the root volume averages. However, the length of the aerial part showed a significant increase to the intermediate percentages tested (25% and 50% of VC), showing that high percentages of VC may not be favorable for aerial part growth in the early tomato development. Tomato behavior varied according to Majestic® doses and VC percentages, showing the interaction between the factors. Intermediate doses of Majestic® in association with VC did not contribute significantly to the increase of aerial part length (CPA). Aerial part dry mass (MSPA) demonstrated significant factors interaction, wherein the treatments that took VC had a higher accumulation of MSPA. However, in the treatments where there was 25% of VC and 10X dose of Majestic® showed the lowest mean of MSPA. Seeds that received the recommended dose for soybean from Majestic® we observed the highest values MSPA. Treatments that received VC, not differing statistically that of 25% VC and 75% VC. The dose of 10x the recommendation of Majestic® associated with 75% VC we observed the highest values for MSPA. There was no difference between the highest doses of Majestic® in association with the percentages of VC. We concluded that the association of VC with Majestic® is a good alternative to reduce costs in the oleracea production, especially the one tested in this study on tomatoes. However, studies related to the dosimetry of Majestic® should be performed to be adequate, thus avoiding high doses when in association with % VC.

keywords: Dosimetry, Seeds treatment, Waste treatment

INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) pertence à família solanaceae, é uma planta herbácea, com caule flexível e piloso, com abundantes ramificações laterais (PEIXOTO et al., 2017; MUELLER, 2017). É perene, entretanto é cultivada como anual. A produção de tomate no Brasil ocupa a posição de nono lugar no ranking mundial como produtor dessa olerícola, apresentando grande importância na base alimentar brasileira através dos seus componentes nutricionais e por influenciar na economia do país. Estima-se que anualmente são produzidos cerca de 3 milhões de toneladas de tomate e além de consequentemente gerar aproximadamente 300 mil empregos (ABCSEM, 2012; MUELLER, 2017; ANATER, 2011).

Entretanto, não é fácil de conseguir atingir altas produtividades com essa cultura, devido ao tomateiro ser mais propício ao ataque de vários patógenos do solo. Visto que por sua área foliar ser grande e o microclima ser favorável acaba desenvolvendo um ambiente propício para o aparecimento de pragas e doenças como as podridões de raízes e o tombamento de plântulas (BARBOSA et al., 2010; ETHUR et al., 2010; REYES et al., 2002; THIVURUDAINAMBI et al., 2010).

Algumas pragas podem interferir no processo de germinação e no vigor inicial das plântulas, e o tratamento de sementes com pesticidas químicos ou biológicos torna-se uma medida viável devido ao fato de que esses agentes químicos e biológicos favorecem o desempenho inicial delas e consequentemente diminui os impactos causados pelos patógenos. Alguns fungos do gênero *Trichoderma* possuem aptidão para serem usados como agentes de controle biológico o que os torna uma ferramenta que busca por meio de uma associação benéfica entre o fungo com as raízes das plantas gerar um melhor desenvolvimento inicial da planta, influenciar na sua germinação, na emergência, na parte aérea e na raiz, proporcionando melhoria de absorção dos nutrientes presentes no solo e promover um crescimento de plantas. Além de formarem uma proteção contra fitopatógenos, dando maior vigor e fazendo com que melhore a produção da cultura (MELO, 1996; HARMAN, 2011; AMARAL, 2014).

O uso de controle biológico ao invés de pesticidas químicos acaba tornando-se uma boa alternativa, devido ao fato de que, o controle químico geralmente são os causadores de graves problemas ambientais e de intoxicação, fazendo os custos de produção da lavoura de tomate se elevarem e inviabilizando a cultura da olerícola para

grande parte dos agricultores (AMARAL, 2014; MEDEIROS, 2006). A utilização de promotores de crescimento de plantas para o aumento da produção agrícola será provavelmente uma das táticas mais importantes para a atualidade no mundo. Isso se deve ao fato da necessidade em diminuir o uso de fertilizantes minerais e da carência para o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável (MACHADO et al., 2012).

A rentabilidade é o principal objetivo de uma empresa agrícola, sendo diretamente ligada ao uso racional dos recursos disponíveis para o processo de produção (SILVA et al., 2008). Com isso o reaproveitamento de resíduos vem como uma alternativa quando tratamos de redução de custos e de ciclagem de nutrientes. Além de que fertilizantes orgânicos possuem alto potencial na produção de hortaliças e mudas florestais, principalmente quando usadas em cultivos orgânicos devido à redução de fertilizantes minerais (ANTONIOLLI et al., 2009).

A vermicompostagem é uma alternativa benéfica, devido ao fato dela apresentar baixo custo e apresentar resultados em pouco tempo. Possuindo características físicas e químicas, desejáveis, capazes de gerar melhorias estruturais no solo e nas plantas com reflexos de aumento de permeabilidade. Atuando também na conservação da umidade fazendo com que haja uma liberação lenta da mesma e fazendo a manutenção do poder tampão e da atividade biológica, ser reduzindo substancialmente e com isso o tempo de percurso entre a fotossíntese e o húmus (FERNANDES, 2013; BASSACO et al, 2015; MELO JÚNIOR et al., 2012; CAMPITELLI, 2008; GARG, 2011).

As substâncias húmicas presentes nos vermicompostos apresentam capacidade para exercer efeitos positivos no metabolismo das plantas (GARCÍA et al., 2014). Estas substâncias são reconhecidas por melhorar o funcionamento do metabolismo radicular, aumentando a emissão de raízes laterais (CANELLAS & OLIVARES, 2014).

Vista como uma maneira de tratar resíduos orgânicos eficaz e rápida. Essa tecnologia reconhecida se faz da técnica do uso de vermes epigeias que promovem a estabilização de materiais orgânicos (DORES- SILVA et al., 2013). Podendo também ser utilizado como substrato de produção de mudas, desde que dentro dos limites de uso seguro (SINHA et al., 2010).

Afim de diminuir a necessidade de aplicação de agrotóxicos na cultura do tomateiro, bem como diminuir os custos de produção, seja pela diminuição de aplicações ou o reaproveitamento de material orgânico na vermicompostagem e utilização deste na adubação, o objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito de diferentes doses de um

bioproduto a base de *Trichoderma* spp. no tratamento de sementes e no cultivo inicial de tomate associado ou não a diferentes doses de vermicomposto de esterco bovino.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios experimentais foram desenvolvidos no Laboratório de Interação Planta-Microrganismo do Departamento de Biologia, no Centro de Ciências Naturais e Exatas e na área experimental do departamento de solos no setor de minhocultura do Laboratório de Biologia do Solo do Centro de Ciências Rurais. Ambos laboratórios estão localizados na Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Rio Grande do Sul (29°42' S e 53°43' O).

A cultivar de tomate utilizada foi a Santa Cruz Cada. O experimento foi dividido em diferentes etapas: primeiro foi verificado a emergência de sementes de tomate em diferentes porcentagens de vermicomposto composto por esterco bovino. Depois foi analisado a interação das sementes quando colocadas diferentes porcentagens de vermicomposto, composto de esterco bovino, com variadas doses do bioformulado à base de *Trichoderma*. Os experimentos foram conduzidos em BODs com temperatura controlada a 25° C e fotoperíodo de 8 horas no delineamento experimental inteiramente casualizado.

Emergência em diferentes doses de Vermicomposto (VC)

O vermicomposto foi obtido através da vermicompostagem de esterco bovino, proveniente do setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Santa Maria. O esterco foi coletado e levado para o setor de Minhocultura pertencente ao Laboratório de Biologia do Solo na área experimental do Departamento de Solos da UFSM, onde foi adicionado as minhocas e controlado à umidade até que se obtivesse um material estável e homogêneo.

As doses de vermicomposto utilizadas foram volume/volume, onde foram misturadas partes de areia lavada e esterelizada com partes de vermicomposto chegando às porcentagens que deram origem aos seguintes tratamentos: T1- 0% VC/100% areia (só areia); T2- 25% VC/ 75% Areia (1/4 VC); T3- 50% VC/50% Areia (1/2 VC); T4- 75% VC/ 25% Areia (3/4 VC).

Preencheu-se as bandejas de mudas de isopor, onde cada tratamento contou com 4 repetições e cada repetição foi constituída por 25 células destas bandejas. Posteriormente, realizou-se a semeadura dos tomates da cultivar Santa Cruz Kada e levou-se há BOD's com temperatura e fotoperíodos controlados, 25° C e 8 horas respectivamente. E então determinou-se:

Emergência

Para a determinação da emergência foram contadas as plântulas emergidas no 5° e 14° dias determinando a primeira e a segunda contagem respectivamente, conforme a Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Foram realizadas contagens diárias de plântulas emergidas até o 14° dia conforme a RAS (BRASIL, 2009), e determinou o IVE através da equação proposta por Maguire (1962): $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$, em que: IVE = Índice de Velocidade de Emergência; E_1, E_2, E_n = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, até a última contagem; N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, até a última contagem.

Comprimento de Parte Aérea e Volume de Raiz

Ao final dos 14 dias foram realizadas medições de 10 plântulas por repetição da parte aérea com auxílio de régua graduada em cm, as raízes, foram submetidas à análise no software Winrhizo. Após esse processo as partes aéreas e as raízes foram colocadas na estufa, para secagem, com temperatura controlada de 60° C até que atingissem massa constante e então foi determinado a massa seca de parte aérea e raiz através de pesagem em balança de precisão.

Estatística

Todos os dados foram submetidos a teste de regressão no software estatístico SISVAR com 5% de significância. Os gráficos foram construídos no programa GraphiPad.

Vermicomposto *versus* Trichoderma

Para testar a combinação entre o vermicomposto e o bioproducto trichoderma na cultura do tomate, foram utilizados o bioproducto e o vermicomposto anteriormente citados nas seguintes doses: Doses do Vermicomposto (VC): 0% (sem VC, só areia lavada); 25% VC (1 parte de VC para 3 partes de areia lavada); 75% VC (3 partes de VC para 1 parte de areia lavada). Já as doses do bioproductos foram baseadas na recomendação para a cultura da soja e foram: 0x (sem o tratamento de sementes); 1x o recomendado (sementes tratadas com o recomendado para a cultura da soja); 10x o recomendado (sementes tratadas com 10 vezes o recomendado para a cultura da soja); 100x o recomendado (sementes tratadas com 100 vezes o recomendado para cultura da soja). Formando assim os seguintes tratamentos:

- T1- 0% VC + Sem aplicação do (bioproducto);
- T2- 0% VC + Dose recomendada para soja do (bioproducto);
- T3- 0% VC + 10X a dose recomendada para soja do (bioproducto);
- T4- 0% VC + 100X a dose recomendada para soja do (bioproducto);
- T5- 25% VC + Sem aplicação (bioproducto);
- T6- 25% VC + Dose recomendada para soja do (bioproducto);
- T7- 25% VC + 10X a dose recomendada para soja do (bioproducto);
- T8- 25% VC + 100X a dose recomendada para soja do (bioproducto);
- T9- 75% VC + Sem aplicação (bioproducto);
- T10- 75% VC + Dose recomendada para soja do (bioproducto);
- T11- 75% VC + 10X a dose recomendada para soja do (bioproducto);
- T12- 75% VC + 100X a dose recomendada para soja do (bioproducto).

Então se avalio os seguintes dados:

Emergência

Para a determinação da emergência foram contadas as plântulas emergidas no 5° e 14° dias determinando primeira e segunda contagem respectivamente, conforme a Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Para a estimativa do IVE foram realizadas contagens diárias de plântulas emergidas até o 14° dia, segundo recomendado pela RAS (BRASIL, 2009) utilizando a equação proposta por Maguire (1962): $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$, em que: IVE = Índice de Velocidade de Emergência; E_1, E_2, E_n = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, até a última contagem; N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, até a última contagem.

Comprimento de Parte Aérea (PA) e volume de raiz

No término dos 14 dias foram coletadas 10 plântulas por repetição e então fez-se à medição com auxílio de uma régua da parte aérea enquanto as raízes desta plântulas foram submetidas a análise no software Winrhizo, posteriormente raízes e partes aéreas foram levadas para estufa de secagem com temperatura controlada de 60° C até que se atingisse massa constante e depois desse processo foram pesadas em balança de precisão.

Estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise em software estatístico SISVAR, onde se realizou o Teste Tukey a 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Etapa 1: Emergência em diferentes doses de Vermicomposto (VC)

Para as doses de vermicomposto de esterco bovino, pode-se observar que quanto maiores às doses de vermicomposto menores foram as médias de volume de raiz (Figura 1). Entretanto, no quesito tamanho de parte aérea (Figura 2), mostrou um incremento significativo até as porcentagens intermediárias testadas (25% e 50% vermicomposto), e depois na dose 75% teve um menor incremento, demonstrando que doses muito altas podem não favorecer o crescimento de parte aérea no desenvolvimento inicial da cultura. Já para os resultados obtidos de índice de velocidade de emergência (Figura 5), emergência (Figura 4), número de plântulas germinadas (Figura 6) e a massa seca de raiz (Figura 3) não apresentaram diferenças significativas.

Em um experimento realizado por Caldeira et al. (2003) demonstraram maiores acúmulos de matéria seca em mudas de *Pinus elliotti* nas maiores doses de vermicomposto testadas no experimento. Já em estudo com diferentes doses de vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus gradis*, realizados por Schumacher et al. (2001), também foi encontrado comportamento semelhante quando exposta às doses mais altas ocorrendo menor média para a parte aérea. Os menores acúmulos observados nas porcentagens mais altas de vermicomposto podem estar relacionadas a vários fatores, tais como pH desfavorável, baixa porosidade do substrato, ou excesso de nutrientes (LAZCANO & DOMINGUEZ, 2010).

Etapa 2: Vermicomposto *versus* Trichoderma

Quanto aos resultados da interação entre as diferentes porcentagens de vermicomposto e as diferentes doses do Majestic® através do teste de médias Tukey a 5% de significância ocorreram interações significativa para alguns parâmetros. Michelin e colaboradores (2018) analisaram diferentes esterco para a confecção de vermicomposto com e sem Trichoderma e foi verificado que o comportamento variou conforme o tipo de esterco utilizado com ou sem a adição do Trichoderma. Isso demonstra que no substrato, onde se adicionou bioproduto foi afetado e ao mesmo tempo fazendo o comportamento do Trichoderma também se modificar.

Quanto ao comprimento parte aérea (CPA) (Tabela 1), quando não se utilizou vermicomposto às doses recomendadas e 10x a recomendada do bioproduto Majestic®, foram as que apresentaram maiores médias de CPA. Nos 25% de vermicomposto à dose de maior média de comprimento de CPA foi a dose 100x. Já nos 75% de vermicomposto a maior média registrada de comprimento de PA foi a recomendada (7,19), embora não apresentou diferença significativa das outras doses exceto pela dose 10 vezes maior (4,85) que neste caso apresentou a menor média. O que demonstra que na ausência de nutrientes, já que se utilizou substrato inerte (areia lavada) as doses intermediárias utilizadas no experimento favoreceram o crescimento inicial de plantas de tomate, também podemos dizer que o vermicomposto favoreceu a planta tolerar doses mais altas do bioformulado, o que pode estar relacionado com a questão da solubilização dos nutrientes pelo fungo como verificado por Saito et al. (2009), em seu experimento. Quando comparamos as médias que receberam o vermicompostos podemos observar que na dose 0 e na dose 100 vezes maior de Majestic®, a maior média se obteve com 25% de vermicomposto. O comportamento das doses variou conforme as porcentagens de vermicomposto evidenciando a interação entre os fatores, mostrando que nas doses intermediárias testadas a adição do VC não contribui significativamente para o aumento do CPA em alguns casos podendo até mesmo prejudicar o CPA. Já em casos com dosagens mais extremas do bioformulado a adição do vermicomposto mostrou um efeito positivo no parâmetro de comprimento de parte aérea inclusive onde ocorreu a maior média do experimento (9,75 cm). Sadykova & Kurakov (2013) utilizaram dose de trichoderma inferiores (106 UFC kg⁻¹) na cultura de pepino, e obtiveram aumento da biomassa e do sistema radicular, o que justifica a eficácia da utilização de doses mais baixas de produtos à base de fungos do gênero *Trichoderma*. Em relação à massa fresca e seca, e altura da parte aérea de tomate, Ozbay e Newman (2004), observaram valores menores que a testemunha para as plantas cujas sementes tinham sido tratadas com isolados T22 e T95 de *T. harzianum*, numa concentração 10⁷ esporos mL⁻¹. Resultados semelhantes aos encontrados nas doses mais altas do bioproduto utilizado no presente trabalho quando não adicionado vermicomposto como forma de substrato.

Na variável emergência, não ocorreu interação entre as doses do bioproduto e as porcentagens de vermicomposto conforme apresentado na Tabela 2. O que se pode perceber é que a dose que se obteve a melhor emergência relacionada ao produto comercial aplicado foi a dose de 10 vezes maior (88.67%) contrapondo com experimentos realizados por Martini et al. (2014) em que na cultura do arroz a emergência não foi

alterada significativamente pelo tratamento de sementes com isolados do fungo *Trichoderma*.

Porém Ethur e colaboradores (2008) observaram diferenças significativas no percentual de emergência. Quando utilizaram *Trichoderma harzanium* no tratamento de sementes de tomate o que corrobora com os resultados obtidos no presente trabalho. Já em relação as porcentagens do vermicomposto a maior germinação ocorreu quando não se adicionou vermicomposto (81.75%), demonstrando que o vermicomposto não favoreceu a emergência de sementes de tomate. No trabalho de Santos et al. (2010) o vermicomposto quando misturado com vermiculita também teve menores valores de germinação quando comparado a outro substrato comercial. Acúmulos menores observados nas porcentagens mais altas de vermicomposto podem estar relacionadas a vários fatores, tais como pH desfavorável, baixa porosidade do substrato, ou excesso de nutrientes (LAZCANO & DOMINGUEZ, 2010).

A interação entre os fatores doses do bioformulado à base de *Trichoderma* e porcentagens de vermicomposto ocorreu para o volume de raiz (Tabela 3), o que significa que os dois fatores interagem entre si afetando o volume de raiz de plantas de tomate em desenvolvimento inicial. Para às porcentagens de 25% VC e 75% VC não se obteve diferença significativa independente da dose do bioformulado. As maiores médias relacionadas ao volume de raiz observadas foram aquelas em que não se teve a adição do vermicomposto seguindo a tendência da emergência.

Chacón e colaboradores (2007) verificaram que plantas de tomate inoculadas com *T. harzianum* apresentaram aumento da proliferação de raízes e conseqüente aumento na massa foliar das plantas. Segundo Viterbo e Colaboradores (2005), as razões para o aumento do desenvolvimento e conseqüentemente o aumento do rendimento da planta por trichoderma se deve principalmente ao fato da produção de fitohormônios, ocasionando a melhora da assimilação de nutrientes. Ao avaliar os benefícios gerados por trichoderma, Osiewacz (2002) verificou que estirpes deste fungo são capazes de produzir moléculas de citocinina e giberelina, sendo que a produção controlada destes compostos pode melhorar o desenvolvimento da planta. Quanto a relação negativa que ocorreu com o vermicomposto, isso pode estar ligado ao Ph desfavorável a esses fungos, onde o Ph do vermicomposto ficou em 7,45 e o Ph ideal para estes fungos segundo C.M. Koike* e C.M.M. Lucon é de 4 – 5. (KOIKE & LUCON, 2003)

O parâmetro massa seca de parte aérea (MSPA) também demonstrou interação significativa dos fatores (Tabela 4), tanto para os tratamentos sem adição de VC quanto

os que levaram 75% VC as doses do Majestic®, não influenciaram significativamente, no entanto, nos tratamentos onde havia 25% de vermicomposto, a dose onde se obteve a menor média de massa seca de parte aérea foi a de 10 vezes maior. Em relação às doses de trichoderma para cada porcentagem de vermicomposto, quando sem tratamento de sementes com Majestic® as porcentagens de 25% e 75% vermicomposto obtiveram maiores valores de MSPA, porém a porcentagem de 75% VC não diferiu estatisticamente de quando não se fez adição de vermicomposto (0% VC), mesmo com menores valores de MSR as plantas conseguiram desenvolver uma densidade maior de PA. Nos tratamentos onde as sementes receberam a dose recomendada para soja do Majestic®, os maiores valores de MSPA foram para os tratamentos que receberam vermicomposto não diferindo estatisticamente o de 25% VC e o de 75% VC, na dose 10x a recomendação do bioformulado Majestic® para soja, os maiores valores observado para MSPA foram aqueles onde se tinha 75% VC e na maior dose do Majestic® não se obteve diferença significativa entre as porcentagens do VC. Quanto aos dados relacionados a Massa Seca de Raiz (MSR) não ocorreram diferenças significativas e nem interações entre os fatores. Isso demonstra que embora o vermicomposto não tenha incrementado significativamente em outros parâmetros a densidade das plântulas quando utilizando valores intermediários de vermicomposto foram maiores obtendo maior acúmulo de massa seca, quanto ao bioproduto a base de Trichoderma ele seguiu a mesma tendência de que em doses muito elevadas ele inibe os crescimentos das plântulas. Porém, nas menores doses testadas favoreceu o acúmulo de massa seca. Resultados semelhantes foram encontrados por Wiethan e colaboradores (2017) em que no desenvolvimento inicial de alface com doses elevadas de um bioproduto a base de Trichoderma tiveram menores médias de massa seca quando comparada a testemunha sem Trichoderma. O índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 5) também não demonstrou significância para a interação tendo como maior média (3,48) para as doses do Majestic® 10x o recomendado, as diferentes porcentagens do VC foram praticamente iguais sem diferenças significativas.

Ocorreu interação significativa para o parâmetro Primeira Contagem (Tabela 6), onde nas doses do Trichoderma em relação ao VC só houve diferenças significativas quando se utilizou 10x o recomendado do produto onde a não utilização de vermicomposto teve a maior média de plantas emergidas em primeira contagem de mesmo modo que se comportou o substrato comercial. Já em relação as diferentes porcentagens de vermicomposto relacionadas as doses do Majestic® visualizamos que na porcentagem 75% VC independente da dose do bioformulado não ocorreu diferença

significativa, na de 25% a maior dose do Majestic® foi a que apresentou a maior média de plantas emergidas em primeira contagem não diferindo estatisticamente da dose 10x e de 1x que não diferiram estatisticamente da dose zero.

Inferindo sobre este trabalho, podemos chegar à conclusão que a utilização de fontes biológicas para formulações de produtos para utilizar na agricultura, principalmente em hortaliças como o tomate tem grande potencial seja para controle de patógenos e doenças como no caso deste trabalho como promotores de crescimento, desde de que estes produtos sejam bem estudados e doses destes bioformulados sejam testadas em culturas diferentes. É possível concluir que o fungo do gênero *Trichoderma* apresenta grande aptidão para ser utilizado no tratamento de sementes, desde que, se respeite as dosimetrias específicas, evitando a utilização de doses muito elevadas. Pois, doses muito elevadas não contribuem com o desenvolvimento inicial de tomate podendo até mesmo prejudica-lo.

Já quanto a vermicompostagem, se mostrou como uma alternativa para diminuir custos na produção de mudas olerícolas em especial a testada nesse estudo o tomate, porem para alguns fatores estudados aqui o vermicomposto demonstrou piores resultados até mesmo que a testemunha (areia lavada) que é um substrato inerte e pobre em nutrientes, no entanto visando a diminuição de custos o vermicomposto pode ser utilizado como substrato para mudas desde de que se utilize em quantidades não muito elevadas. Quanto ao fator interação para a maioria dos parâmetros estudados o bioproduto interagiu significativamente, mostrando que a aplicação do *Trichoderma* varia de acordo com o substrato onde será colocado.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria e ao programa de Pós-Graduação em Agrobiologia pela formação acadêmica proporcionada.

Agrademos a CAPES pelo apoio financeiro.

Os autores agradecem a empresa Araunah Agro pelo fornecimento e disponibilidade das informações a respeito do produto biológico.

REFERÊNCIAS

ABCSEM, **Associação Brasileira do Comércio de Sementes**, 2012.

AMARAL, F. L.; et.al. Influência de *Trichoderma* sp. no desenvolvimento de tomateiro cultivado em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v.31, p.1201 – 1205, 2014.

ANATER, E. U. **Tomate. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**, 2010/2011.

ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B. Utilização de casca de arroz e esterco bovino como substrato para a multiplicação de *Eisenia fétida* Savungny (1826). **Ciência e Agroecologia**, v. 33, n. 3, p. 824-830, 2009.

BARBOSA, R. N. T.; et.al. Método para inoculação de *Sclerotium rolfsii* em tomateiro. **Revista agroambiente**, v.4, n.1, 2010.

BASSACO, A. C. et al. Caracterização química de resíduos de origem animal e comportamento de *Eisenia andrei*. **Ciência e Natura**, v.37 n.1, p. 45 – 51, 2015.

CAMPITELLI, P.; CEPPI, S. Effects of composting technologies on the chemical and physicochemical properties of humic acids. **Geoderma**, v.144, n.1-2, p.325-333, 2008.

CALDEIRA, M. V. W.; et.al. Influência de vermicomposto na produção de mudas de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**. v.1, n.3, p. 47-53, 2003.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L. “Physiological responses to humic substances as plant growth promoter”. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.10, n.1, p.1186/2196-5641, 2014

CHACÓN, M. R.; et al. Microscopic and transcriptome analyses of early colonization of tomato roots by *Trichoderma harzianum*. **International Microbiology**, v. 10, n.1, p. 19-27,2007.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Processo de estabilização de resíduos: vermicompostagem versus compostagem. **Revista Química Nova**, v.36, n. 5, p. 640-645, 2013.

ETHUR, L. Z.; et.al. *Trichoderma harzianum* no desenvolvimento e na proteção de mudas contra fusariose do tomateiro. **Revista Ciência e Natura**, v.30, n.2, p.57-69, 2008.

ETHUR, L. Z.; MARLOVE, M.; SILVA, A. C. F. Sanidade de sementes emergência de plântulas de nabo forrageiro, aveia preta e centeio submetidas a tratamentos com bioprotetor e fungicida. **Revista Ciencia e Natura, UFSM**, v.28, n.2, p. 17-27, 2010.

FERNANDES, A. L. T.; et al. Redução da adubação mineral do cafeeiro com a utilização de palha de café. **Coffee Science, Lavras**, v. 8, n. 3, p. 324-336, 2013.

GARCÍA A.C., et.al. Potentialities of vermicompost humic acids to alleviate water stress in rice plants. **Jornaul Geochem Explor**, v.36, p.48-54, 2014.

GARG, V. K.; YADAY, A. Vermicomposting: an effective tool for the management of invasive weed *Parthenium hysterophorus*. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 10, p. 5891-5895, 2011.

GOMEZ-BRANDON, M.; LORES, M.; DOMINGUEZ, J. Alterações nas propriedades químicas e microbiológicas do esterco de coelho em um sistema de vermicompostagem de alimentação contínua. **Bioresource Technology**, v. 128, n. 1, p. 310-316, 2013.

HARMAN, G. E. Multifunctional fungal plant symbionts: new tools to enhance plant growth and productivity. **New Phytologist**, v. 189: 647-649, 2011.

LAZCANO, C.; DOMINGUEZ, J. Effects of vermicompost as a potting amendment of two commercially-grown ornamental plant species. **Spanish Journal of Agricultural**, v.8, n.4, 1260–1270. 2010.

KOIKE, C. M.; LUCONL, C. M. M. Efeito de diferentes fatores na esporulação e crescimento de isolados de *Trichoderma* SPP. **Revista Arq. Inst. Biol**, v.70, n.3, p.96-99, 2003.

MACHADO, D. F. M.; et.al. Trichoderma no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MELO, I. S. Trichoderma e Gliocladium como bioprotetores de plantas. **Revista de Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.4, p.261-295, 1996.

MARTINI, L. B.; ETHUR, L. Z.; DORNELES, K. R. Influência de metabólitos secundários de *Trichoderma* spp. no desenvolvimento de fungos veiculados pelas sementes e na germinação de sementes de arroz. **Revista de Ciência e Natura**, v.36, n.2, p.86-91, 2014.

MELO JÚNIOR, H. B. et al. Efeito da ação decompositora da minhoca californiana (*Lumbricus ru-bellus*) na composição química de um fertilizante organomineral. **Bioscience Journal**, v. 28, n.1, p. 170-178, 2012.

MICHELON, C. J.; et.al. Vermicomposto bioenriquecido com *Trichoderma* spp. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.1, n.1, 2018.

MUELLER, S. Botânica, origem e clima. In: BECKER. W.F. et al. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2016.

OSIEWACZ, H. D. **Molecular biology of fungal development**. New York: Marcel Dekker, 2002.

OZBAY, N.; NEWMAN, S.E. 2004. Effect of *Trichoderma harzianum* strains to colonize tomato roots and improve transplant growth. **Pakistan Journal of Biological Sciences** v.7, n.1, p.253-257, 2004.

PEIXOTO, J. V. M.; et al. Tomaticultura: aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. **Rev. Cient. Rural**, v.19, n.1, 2017.

REYES, R. A.; et.al. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como produtor de crescimento. **Ciencia e agrotecnologia**, v.28, p. 793-798, 2004.

SADYKOVA, S.; KURAKOV, A.V. Prospects for the use of strains of the genus *Trichoderma* to obtain vermicomposts with fungicides and growth stimulating properties. **Russian Agricultural Sciences**, v.39: p.257–260, 2013.

SAITO, L. R.; et.al. Aspectos dos efeitos do fungo *Trichoderma* spp. no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas. **Revista de Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.2, n.3, 2009.

SCHUMACHER, M. V.; et.al. Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 121-130, 2001.

SILVA, P. A. M. et al. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. **Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 245-254, 2008.

SINHA, R. K.; et.al. Embarcando em uma segunda revolução verde para a agricultura sustentável pela biotecnologia da vermicultura usando minhocas: revivendo os sonhos de Sir Charles Darwin. **Jornal de Biotecnologia Agrícola e Desenvolvimento Sustentável**, v.2, n. 7, p. 113-128. 2010.

THIRUVUDAINAMBI, S.; CHANDRASEKAR, G.; BARADHAN, G. Potential antagonismo of *Trichoderma* sp. Against *Sclerotium rolfsii* Sacc. **Plant Archives** v. 10, n. 2, p. 617-620, 2010.

VITERBO, A. et al. *Trichoderma* mitogen-activated protein kinase signaling is involved in induction of plant systemic resistance. **Applied and environmental microbiology**, v. 71, n.10, p. 6241-6246, 2005.

WIETHAN, M. M. S.; et.al. Desenvolvimento inicial de alface em vermicomposto sob doses superiores de trichoderma. **Revista de Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 1, pp. 77-82, 2018.

FIGURAS

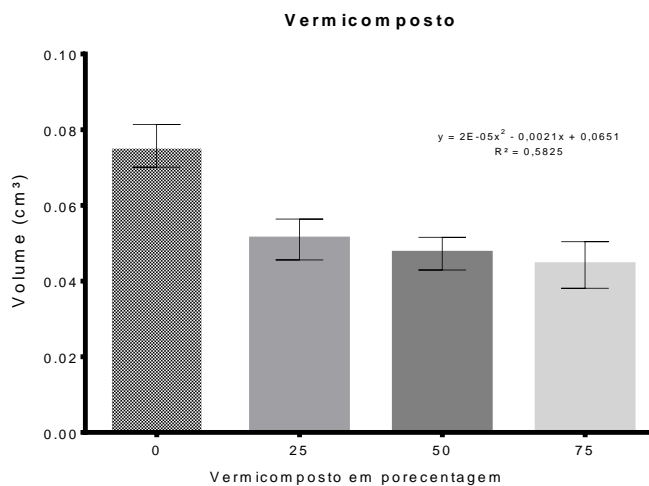


Figura 1- Volume de Raiz (cm³) de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância. Barras representam o erro padrão.

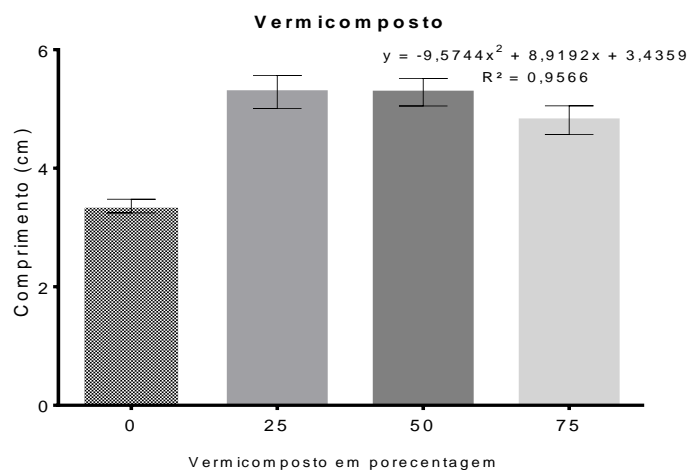


Figura 2 - Comprimento de Parte Aérea de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância. Barras representam o erro padrão.

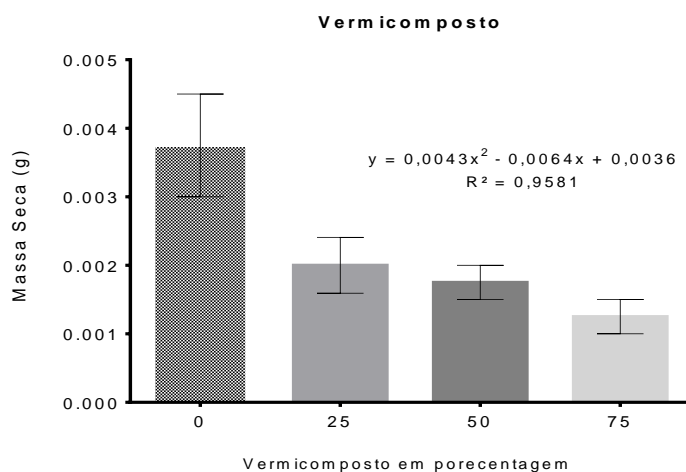


Figura 3 - Massa Seca de Raiz em gramas de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento. Em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância. Barras representam o erro padrão.

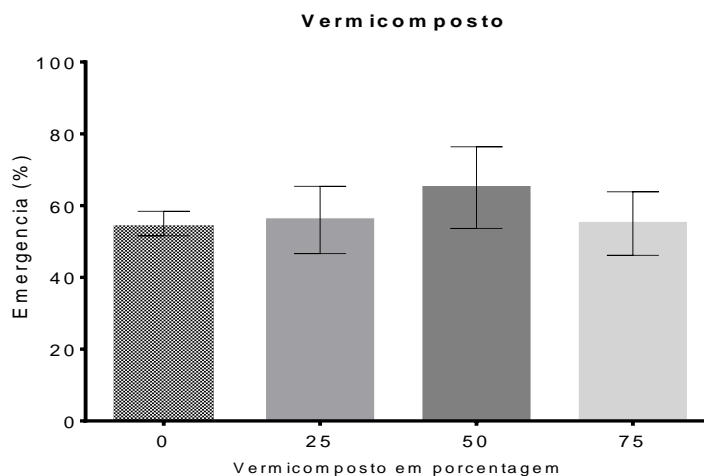


Figura 4 - Emergência em porcentagem de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância e não apresentaram diferença significativa. Barras representam o erro padrão.

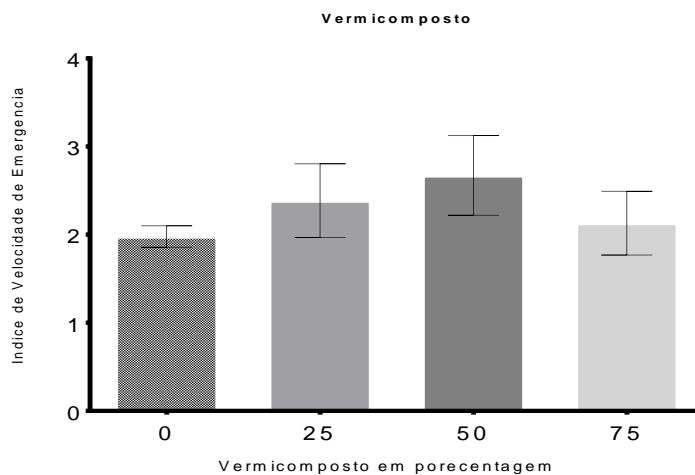


Figura 5 - Índice de Velocidade de Emergência de plantas de tomate em estágio inicial de desenvolvimento em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a testes de regressão a 5% de significância e não apresentaram diferença significativa. Barras representam o erro padrão.

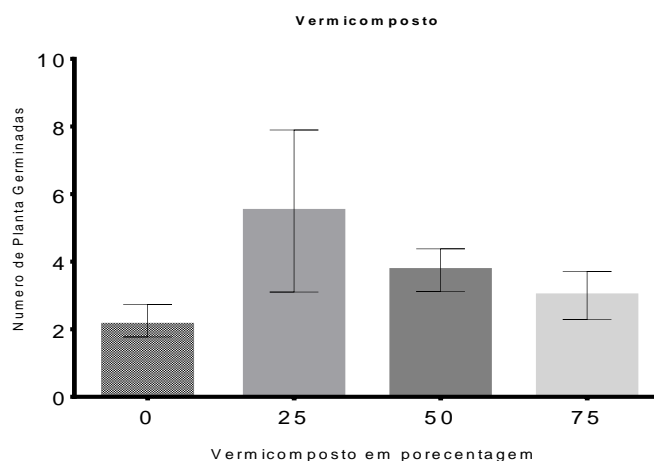


Figura 6 - Número de plantas de tomate germinadas em primeira contagem em diferentes porcentagens de vermicomposto e areia. Dados submetidos a análise de regressão a 5% de significância e não apresentaram diferença significativa. Barras representam o erro padrão.

TABELAS

Tabela 1 - Médias dos comprimentos da parte aérea em centímetros de Tomate nos tratamentos que foram tratados em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.

Trichoderma	Vermicomposto			Médias
	0%	25%	75%	
0x	5,38 Bb	8,04 Ba	6,51 Ab	6,64
1x	7,55 Aa	4,33 Cb	7,19 Aa	6,36
10x	8,32 Aa	2,20 Dc	4,85 Bb	5,12
100x	5,57 Bb	9,74 Aa	6,39 ABb	7,24
Médias	6,70	6,08	6,24	
<i>p</i> (TxV)	***			
C.V. (%)	13,04			

Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$. Para a significância da interação: *** $p < 0,001$ pelo teste Tukey.

Tabela 2 - Médias das plantas de Tomate emergidas em porcentagem nos tratamentos que foram em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.

Trichoderma	Vermicomposto			Médias
	0%	25%	75%	
0x	66	72	77	71,67
1x	71	82	73	75,33
10x	90	90	86	88,67
100x	100	72	67	79,67
Médias	81,75	79,00	75,75	
<i>p</i> (TxV)	ns			
C.V. (%)	15,94			

Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$. Para a significância da interação: ns = não significativo pelo teste Tukey.

Tabela 3 - Médias dos volumes de raízes em centímetros cúbicos de plantas de Tomate nos tratamentos em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.

Trichoderma	Vermicomposto			Médias
	0%	25%	75%	
0x	0,0935 Aa	0,0268 Ab	0,0210 Ab	0,0471
1x	0,0538 Ba	0,0285 Ab	0,0228 Ab	0,0350
10x	0,0503 Ba	0,0190 Ab	0,0253 Ab	0,0315
100x	0,1045 Aa	0,0260 Ab	0,0263 Ab	0,0523
Médias	0,0755	0,0251	0,0238	
<i>p</i> (TxV)	***			
C.V. (%)	18,38			

Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$. Para a significância da interação: *** $p < 0,001$ pelo teste Tukey.

Tabela 4 - Médias das massas secas da parte aérea em gramas de plantas de Tomate nos tratamentos em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.

Trichoderma	Vermicomposto			Médias
	0%	25%	75%	
0x	0,0213 Ab	0,0418 Aa	0,0330 Aab	0,0311
1x	0,0185 Ab	0,0480 Aa	0,0305 Aab	0,0323
10x	0,0203 Ab	0,0153 Bb	0,0455 Aa	0,0270
100x	0,0243 Aa	0,0402 Aa	0,0365 Aa	0,0337
Médias	0,0204	0,0363	0,0364	
<i>p</i> (TxV)	**			
C.V. (%)	32,57			

Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$. Para a significância da interação: ** $p < 0,01$ pelo teste Tukey.

Tabela 5 - Médias dos Índices de Velocidade de Emergência de plantas de Tomate nos tratamentos em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.

Trichoderma	Vermicomposto			Médias
	0%	25%	75%	
0x	2,37	2,74	3,00	2,71
1x	2,73	3,06	2,98	2,93
10x	3,69	3,47	3,27	3,48
100x	3,11	2,99	2,55	2,88
Médias	2,98	3,07	2,95	
<i>p</i> (TxV)	ns			
C.V. (%)	17,99			

Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$. Para a significância da interação: ** $p < 0,01$ pelo teste Tukey.

Tabela 6 - Médias das plantas de Tomate emergidas em Primeira contagem nos tratamentos em associação entre Vermicomposto (V) e Trichoderma (T), análise de interação.

Trichoderma	Vermicomposto			Médias
	0%	25%	75%	
0x	2,00 Ba	0,75 Ba	4,00 Aa	2,25
1x	2,75 Ba	3,50 ABa	4,50 Aa	3,58
10x	8,00 Aa	2,50 ABb	2,00 Ab	4,17
100x	6,50 Ba	3,50 Aa	3,25 Aa	4,42
Médias	4,81	2,56	3,44	
<i>p</i> (TxV)	***			
C.V. (%)	60,51			

Médias seguidas por diferentes letras, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a $p < 0,05$. Para a significância da interação: *** $p < 0,001$ pelo teste Tukey.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que interações do fungo trichoderma com as plantas dependem de diversos fatores, como o tipo de cultura que se busca a interação, bem como o tipo de substrato a ser utilizado fazendo com que as repostas da planta possam ser negativa, neutras ou positivas.

Quanto ao vermicomposto este mostrou um bom potencial para ser utilizado como alternativa a outros substratos, com a finalidade de diminuir custos de produção com reaproveitamento de resíduos, isso desde de que se estabeleçam doses ideais deste vermicomposto para o desenvolvimento inicial das plantas.

Observou-se também que em doses muito maiores que a recomendada o bioproduto comercial a base de *Trichoderma harzianum* influenciou de forma negativa no processo de germinação e desenvolvimento inicial de tomate, porém as doses intermediárias apresentaram efeitos positivos na germinação e no desenvolvimento inicial de tomate conforme as variáveis estudadas.

Estudos de doseimetria devem continuar sendo realizados nas diferentes culturas afim de melhor se compreender o comportamento deste bioproduto em combinação com diferentes substratos orgânicos.