

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**

**MAIARA SECCO DE SOUZA**

**DESEMPENHO DE SOJA ORGÂNICA COM USO DE *Trichoderma  
harzianum* E CONDICIONADOR DE SOLO**

**DISSERTAÇÃO**

**DOIS VIZINHOS**

**2020**

**MAIARA SECCO DE SOUZA**

**DESEMPENHO DE SOJA ORGÂNICA COM USO DE *Trichoderma harzianum* E CONDICIONADOR DE SOLO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias – Área de Concentração: Manejo de Culturas Anuais em Agroecossistemas

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti  
Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Miguel Mazaro

**DOIS VIZINHOS**

**2020**

S726d Souza, Maiara Secco de.  
Desempenho de soja orgânica com uso de  
*Trichoderma harzianum* e condicionador de solo. /  
Maiara Secco de Souza – Dois Vizinhos: [s.n], 2020.  
58f. :il.

Orientador: Dr. Jean Carlo Possenti.  
Coorientador: Dr. Sérgio Miguel Mazaro.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em  
Agroecossistemas. Dois Vizinhos, 2020.  
Bibliografia p.49-58

1. Soja - Semeadura. 2. Fungicidas. 3. Sementes -  
Qualidade. I. Possenti, Jean Carlo, orient. II. Mazaro,  
Sérgio Miguel, coorien. III. Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná – Dois Vizinhos. VI. Título

CDD:631.521



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Dois Vizinhos  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
**Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas**



## TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 39

### DESEMPENHO DE SOJA ORGÂNICA COM USO DE *TRICHODERMA HARZIANUM* E CONDICIONADOR DE SOLO

**Maiara Secco de Souza**

Dissertação apresentada às quatorze horas do dia vinte de fevereiro de dois mil e vinte, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, Linha de Pesquisa – Manejo e Conservação de Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Agroecossistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho .....

Banca examinadora:

---

**Dr. Jean Carlo Possenti**  
UTFPR - DV

---

**Dra. Cristiane Deuner**  
PPGAG - PB

---

**Dra. Claudia Manteli**  
UNISEP-DV

---

**Coordenador(a) do PPGSIS**  
**Assinatura e carimbo**

\*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

*A minha família e meu marido pelo apoio, força e incentivo, dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me dado forças para superar as dificuldades encontradas.

Ao meu esposo, Edeson de Souza, pelo companheirismo e compreensão durante toda a trajetória.

Aos meus pais, Violar Secco e Marilse Bonetti Secco pelo incentivo, amor e apoio incondicional.

A minha irmã Lidimara Secco, por me apoiar e por acreditar na minha capacidade.

Aos meus afilhados Gustavo Henrique, Isabelli Valentina e Andressa que são a alegria dos meus dias.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Jean Carlo Possenti e Prof. Dr. Sérgio Mazaro, gratidão pela sábia orientação e compreensão nesta caminhada.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná e o Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas pela oportunidade e infraestrutura para realização das pesquisas.

A minha amiga Maikely Luana Feliceti, por não me deixar desistir e me auxiliar na execução do projeto, obrigada pela amizade.

As minhas amigas Jéssica Rodrigues, Ana Cláudia Zanata e Lilian Oberger, pela amizade de sempre.

Aos colegas de laboratório que auxiliaram na execução dos experimentos e avaliações.

Por fim, agradeço as pessoas que, direta ou indiretamente, me ajudaram ao longo de mais esta etapa.

“Mesmo que já tenhas feito uma longa caminhada, há sempre um novo caminho a fazer”.  
(Santo Agostinho)

## RESUMO

SOUZA, Maiara Secco de. **Desempenho de soja orgânica com uso de *Trichoderma harzianum* e condicionador de solo**. 2020. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Manejo de Culturas Anuais em Agroecossistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

A produção orgânica da soja tem crescido nos últimos anos como necessidade da sociedade em melhorar os hábitos alimentares, além de reduzir o uso de agrotóxicos. No cultivo convencional, os tratamentos químicos são práticas usualmente utilizadas, pois ajudam a controlar patógenos e garantir a qualidade da produção mesmo em períodos de estresse. Porém, para produtos orgânicos, esse tipo de tratamento não pode ser utilizado, sendo assim necessário buscar formas naturais através da utilização de produtos biológicos e alternativos. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de *Trichoderma harzianum* e condicionador de solo no tratamento de sementes e no sulco de semeadura no cultivo da soja orgânica. O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes e Área Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, câmpus Dois Vizinhos. Foram testados o produto biológico comercial *Trichoderma harzianum* ECOTRICH® e um condicionador de solo a base de ácidos húmicos e fúlvicos (Lottus SH-24 – Biosoluções), no tratamento de sementes de soja (Experimento 1) e na aplicação em sulco de semeadura (Experimento 2). Avaliou-se as variáveis explanatórias umidade, peso de mil sementes e danos mecânicos. Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes submetidas ao tratamento foram avaliadas as variáveis resposta em laboratório: germinação, comprimento de parte aérea e raiz, massa de matéria seca, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, coeficiente de velocidade de emergência e emergência acumulada. Além disso, avaliou-se altura de planta, tamanho de raízes, massa radicular verde, nodulação, número de grãos por vagem, número de vagens por planta e produtividade, em campo, após aplicação dos produtos no sulco de semeadura. Para o experimento 1 utilizou-se o delineamento experimental completamente casualizado (DIC) e para o experimento 2 adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, sendo os tratamentos arranjados em esquema unifatorial. A aplicação de *Trichoderma harzianum* e ácidos húmicos e fúlvicos no tratamento de sementes melhora o desenvolvimento das plântulas em algumas variáveis fisiológicas, sem influenciar de forma negativa em nenhuma das avaliações realizadas. A aplicação de *Trichoderma harzianum* e ácidos húmicos e fúlvicos favorece variáveis agrônômicas da cultura, influenciando no tamanho de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade. *Trichoderma harzianum* + ácidos húmicos e fúlvicos apresentam compatibilidade e podem ser aplicados no tratamento de sementes e sulco de semeadura em soja.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.) Merrill. Ácidos Húmicos e Fúlvicos. Agentes biológicos. Tratamento de sementes. Sulco de semeadura.



## ABSTRACT

SOUZA, Maiara Secco de. **Performance of organic soybean using *Trichoderma harzianum* and soil conditioner**. 2020. 58 f. Dissertation (Master in Agroecosystems) - Graduate Program in Agroecosystems (Concentration Area: Management of Annual Cultures in Agroecosystems), Federal Technological University of Paraná, 2020.

Organic soy production has grown in recent years as a need for society to improve eating habits, in addition to reducing the use of pesticides. In conventional cultivation, chemical treatments are commonly used practices, as they help to control pathogens and guarantee the quality of production even in times of stress. However, for organic products, this type of treatment cannot be used, so it is necessary to seek natural forms through the use of biological and alternative products. The objective of the work was to evaluate the effect of *Trichoderma harzianum* and soil conditioner in the treatment of seeds and in the sowing furrow in the cultivation of organic soy. The work was conducted at the Didactic Laboratory of Seed Analysis and Experimental Area of the Federal Technological University of Paraná - UTFPR, Campus Dois Vizinhos. The commercial biological product *Trichoderma harzianum* ECOTRICH® and a soil conditioner based on humic and fulvic acids (Lottus SH-24 - Biosolutions) were tested in the treatment of soybean seeds (Experiment 1) and in the application in sowing furrows (Experiment 2). The following explanatory variables were evaluated: moisture content, 1000-seed weight and mechanical damage were evaluated. For the evaluation of the physiological quality of the seeds submitted to the treatment, the variables response in the laboratory were evaluated: germination, length of aerial part and root, dry matter mass, emergency speed index, emergency speed, emergency and emergency speed coefficient accumulated. In addition, plant height, root size, green root mass, nodulation, number of grains per pod, number of pods per plant and productivity were evaluated in the field after application of the products in the sowing furrow. For experiment 1, a completely randomized experimental design (DIC) was used and for experiment 2, a randomized block design (DBC) was used, with four replications, with treatments arranged in a unifactorial scheme. The application of *Trichoderma harzianum* and humic and fulvic acids in seed treatment improves seedling development in some physiological variables, without negatively influencing any of the evaluations performed. The application of *Trichoderma harzianum* and humic and fulvic acids favor agronomic variables of the crop, influencing the size of plants, number of pods per plant, number of grains per pod and productivity. *Trichoderma harzianum* + humic and fulvic acids are compatible and can be applied in the treatment of seeds and sowing furrows in soybean.

**Keywords:** *Glycine max* (L.) Merrill. Humic and Fulvic Acids. Biological agents. Seed treatment. Seeding furrow.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Ciclo de vida assexuada de <i>Trichoderma</i> spp.....	21
Figura 2	Modo de ação de <i>Trichoderma</i> spp.....	22
Figura 3	Pesagem do cadinho de alumínio previamente seco em estufa (A) e da amostra para determinação de umidade (B).....	28
Figura 4	Quadro utilizado para semeadura das sementes no teste de germinação (A) e plantas germinadas após cinco dias (B).....	29
Figura 5	Rolos de papel com amostras para o teste de comprimento de plântula (A) e de raiz (B).....	30
Figura 6	Amostras para determinação de massa seca em estufa (A) e pesagem em balança analítica após 48 horas de estufa (B).....	31
Figura 7	Planta retirada no estágio fenológico R2 para avaliação de nodulação, altura da planta, comprimento de raízes e massa radicular.....	34

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Tratamentos utilizados nos experimentos em função do uso de *Trichoderma harzianum* e Ácidos Húmicos e Fúlvicos. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.....26
- Tabela 2 Valor médio para as variáveis explanatórias: umidade, dano mecânico e peso de mil sementes (PMS) para caracterização inicial da semente de soja BRS 284. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.....36
- Tabela 3 Fontes de Variação (FV), Graus de Liberdade (GL), Quadrado médio (QM) para as variáveis Primeira Contagem de Germinação (PCG), Plântulas Normais (PN), Plântulas Anormais (PA), Sementes Mortas (SM), Massa de Matéria Seca de Plântula (MSP), Comprimento da Parte Aérea (CPA) e Comprimento da Raiz (CR), Emergência a campo (EC), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Velocidade de Emergência (VE) e Coeficiente de Velocidade de Emergência (CVE), média e Coeficiente de Variação (CV) em função do uso de *Trichoderma harzianum* e Ácidos Húmicos e Fúlvicos no tratamento de sementes de soja. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.....37
- Tabela 4 Dados médios de Plântulas Normais (PN), Plântulas Anormais (PA), Massa de Matéria Seca de Plântula (MSP) e Comprimento da Parte Aérea (CPA) em função do uso de *Trichoderma harzianum* e Ácidos Húmicos e Fúlvicos no tratamento de sementes de soja. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.....38
- Tabela 5 Fontes de Variação (FV), Graus de Liberdade (GL), Quadrado médio (QM) para as variáveis Altura de Planta (AP), Tamanho de Raízes (TR), Massa Radicular Verde (MRV), Nodulação (NOD), Número de Grãos por Vagem (NGV), Número de Vagens por Planta (NVP) e Produtividade (PROD), média e Coeficiente de Variação (CV) em função do uso de *Trichoderma harzianum* e Ácidos Húmicos e Fúlvicos no sulco de cultivo de soja. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.....42
- Tabela 6 Dados médios de Altura de Planta (AP), Massa Radicular Verde (MRV), Número de Grãos por Vagem (NGV), Número de Vagens por Planta (NVP) e Produtividade (PROD) em função do uso de *Trichoderma harzianum* e Ácidos Húmicos e Fúlvicos no sulco de cultivo de soja. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.....43

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
IVE	Índice de velocidade de emergência
VE	Velocidade de emergência
CEM	Coeficiente de emergência
EC	Emergência em campo
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DBC	Delineamento em Blocos Casualizados
PMS	Peso de mil sementes
CV	Coeficiente de variação
AHF	Ácidos Húmicos e Fúlvicos
V4	Estádio vegetativo sequencial
R2	Estádio de Florescimento pleno
sp	Espécie não identificada
PROD	Produtividade
AP	Altura de planta
TR	Tamanho de raízes
NOD	Nodulação
NGV	Número de grãos por vagem
NVP	Número de vagens por planta
MRV	Massa radicular verde
PCG	Primeira contagem de germinação
PROD	Produtividade
PN	Plântulas normais
PA	Plântulas anormais
SM	Sementes mortas
MSP	Massa seca de plântula
CPA	Comprimento de parte aérea
CR	Comprimento de raiz

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
U\$	Dólar americano
mL	Mililitros
kg	Quilogramas
kg ha <sup>-1</sup>	Quilogramas por hectare
g	Gramas
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
ha	Hectare
L	Litros
®	Marca Registrada
°C	Grau Celsius
cm	Centímetro
km <sup>2</sup>	Quilômetros quadrados
m	Metros
±	Varição maior ou menor

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1 Objetivo geral.....	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1 CULTURA DA SOJA.....	17
2.1.1 Produção orgânica.....	18
2.2 USO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO ORGÂNICA.....	19
2.3 FUNGO Trichoderma spp.....	20
2.4 ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS.....	23
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	26
3.2 TRATAMENTOS.....	26
3.3 EXPERIMENTO 1 – TRATAMENTO DE SEMENTES.....	27
3.3.1 Grau de umidade.....	27
3.3.2 Peso de mil sementes.....	28
3.3.3 Dano mecânico.....	28
3.3.4 Teste de germinação.....	29
3.3.5 Comprimento de parte aérea e raiz.....	29
3.3.6 Massa de matéria seca de plântula.....	30
3.3.7 Teste de emergência de plântulas em canteiro.....	31
3.4 EXPERIMENTO 2 – APLICAÇÃO EM SULCO DE SEMEADURA.....	33
3.4.1 Semeadura e condução do experimento.....	33
3.4.2 Avaliações.....	33
3.5 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO.....	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
4.1 EXPERIMENTO 1 – TRATAMENTO DE SEMENTES.....	36
4.2 EXPERIMENTO 2 – APLICAÇÃO EM SULCO DE CULTIVO.....	42

<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>47</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja é a principal cultura comercializada no agronegócio, agrupando milhares de empresas e processos (HIRAKURI; LORINI, 2018). No Brasil, na safra de 2018/19 foram produzidas 115 milhões de toneladas, com aumento de 2,1% das áreas plantadas em relação ao ano anterior (CONAB, 2019). A cultura é considerada como um alimento funcional, pois fornece nutrientes e benefícios para a saúde (PENHA et al., 2007).

O crescente aumento populacional torna necessário a otimização na produção de alimentos, como consequência, surgem também novas tecnologias e estudos para aumentar a produtividade das atividades agrícolas (INAGAKI; JUNQUEIRA; BELLON, 2018). Também nos últimos anos teve-se um aumento significativo da produção orgânica, como forma de consumir alimentos mais saudáveis (INAGAKI; JUNQUEIRA; BELLON, 2018).

A produção orgânica da soja visa manejar, de forma equilibrada, o solo e os recursos naturais, com intuito de reduzir os impactos ambientais e eliminar o uso de produtos fitossanitários e adubos minerais (TERRAZZAN; VALARINI, 2009). Para isso, é necessário encontrar formas de tratamentos naturais através da utilização de biofertilizantes, condicionadores de solo e agentes biológicos (COPPO et al., 2017).

Dentre as alternativas, destacam-se os ácidos húmicos e fúlvicos, que são compostos orgânicos, produzidos através da ação de micro-organismos (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014). Eles atuam na dinâmica e disponibilidade de nutrientes no solo, facilitando o enraizamento, absorção de nutrientes (CONCEIÇÃO et al., 2008) e aumentando a capacidade de retenção de umidade (PEREIRA et al., 2010).

Já o *Trichoderma harzianum* é um fungo de vida livre, que pode ser encontrado em diversos tipos de solo, principalmente naqueles ricos em matéria orgânica (GUIMARÃES et al., 2018). São micro-organismos que apresentam alta capacidade de controlar patógenos, auxiliam na germinação de sementes e no vigor de plantas e melhoram a assimilação de nutrientes pela planta (CHAGAS JUNIOR et al., 2014).

Apesar da literatura apresentar diversos registros sobre funções e aplicações na agricultura desses produtos, existe uma carência de estudos relacionando a utilização desses compostos orgânicos e biológicos no tratamento de sementes e introdução em sulco de semeadura no cultivo da soja. Esses produtos podem ser



considerados como saídas para utilização na produção orgânica e caso apresentem compatibilidade, podem ser utilizados em conjunto, agrupando características importantes e aumentando a produtividade da cultura.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de *Trichoderma harzianum* e condicionador de solo no tratamento de sementes e no sulco de semeadura no cultivo da soja orgânica.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a utilização de *Trichoderma harzianum* e condicionador de solo no tratamento de sementes de soja, sobre os atributos de qualidade fisiológica.
- Avaliar a utilização de *Trichoderma harzianum* e condicionador de solo aplicados em sulco sobre os parâmetros agronômicos da cultura.
- Verificar se há sinergismo entre *Trichoderma harzianum* e condicionador de solo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta herbácea da família Fabaceae, (MULLER, 1981) de origem asiática. A espécie foi domesticada devido a cruzamentos naturais entre espécies selvagens (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014), servindo como base alimentar da cultura chinesa há mais de 5000 anos (BLACK, 2000).

A soja dominou as culturas oleaginosas após a Segunda Guerra Mundial, representando 59% de toda a produção mundial (GAONKAR; ROSENTRATER, 2019) e sua disseminação para o mundo ocorreu através das grandes navegações a partir do século XVI (FREITAS, 2011).

A cultura foi introduzida no Brasil, mais precisamente no estado da Bahia, através de sementes trazidas dos Estados Unidos em 1882 (BLACK, 2000). Em seguida foram levadas para o estado de São Paulo e em 1914 foi introduzida no Rio Grande do Sul (FREITAS, 2011). Após, passou por aumento explosivo em área produzida e produção, sendo as últimas três décadas consideradas as mais importantes (KLAHOLD, 2005).

A soja é considerada um alimento funcional, pois fornece nutrientes e benefícios para a saúde (PENHA et al., 2007), servindo de alimento para a população (DESER, 2008) e de matéria prima para as indústrias (CONAB, 2016; GAONKAR; ROSENTRATER, 2019).

O grão serve tanto na produção de óleo para alimentação humana, como para biodiesel, lubrificante e sabões e seu farelo pode ser utilizado na alimentação humana e animal. A planta pode ainda ser utilizada como adubo, forragem, silagem e pastagem (SEDIYAMA, 2009). Assim, fica evidente que a cultura é uma das mais importantes do mundo devido a sua ampla utilização (FREITAS, 2011).

A soja é um alimento rico em proteínas e devido a isso, possui capacidade nutricional para substituir a carne e também de fornecer uma dieta livre de colesterol e gorduras saturadas (DESER, 2008). Além disso, constitui uma importante fonte de minerais como o ferro, potássio, magnésio, zinco, cobre, fósforo e vitaminas do complexo B (PENHA et al., 2007).

O sistema convencional de produção está baseado em utilizar adubos químicos e produtos fitossanitários no tratamento de sementes e também no campo (MARIANI; HENKES, 2015) com finalidade de aumentar a produção e a produtividade (CONAB, 2016). Dentre os produtos utilizados estão fungicidas, inseticidas, nematicidas e reguladores de crescimento (CUNHA et al., 2019).

Porém esses produtos podem causar alterações fisiológicas, efeitos adversos nos organismos e alterações hormonais (SANTOS, 2014). Podem também causar alterações no metabolismo dos micro-organismos associados à planta, provocando desequilíbrio e fragilidade vegetal (PENHA, 2007).

Enquanto isso, a produção orgânica é aquela proveniente de sistemas de produção agrícola que visam manejar, de forma equilibrada, o solo e os recursos naturais (MARIANI; HENKES, 2015) a fim de reduzir os impactos ambientais e eliminar o uso de defensivos químicos e adubos minerais de alta solubilidade (TERRAZZAN; VALARINI, 2009).

O preparo do solo para o plantio orgânico é baseado em adubação com matéria orgânica e fertilizantes naturais, para buscar nutrição do solo e também das plantas (DAROLT; SKORA NETO, 2002). Já o manejo de pragas e doenças é baseado na resistência de plantas e no controle biológico (INAGAKI; JUNQUEIRA; BELLON, 2018).

### 2.1.1 Produção orgânica

A soja orgânica não segue as normas de comércio da bolsa de valores de Chicago e por esse motivo não pode ser considerada uma *commodity*, apesar de apresentar preços superiores se comparados à soja convencional (DESER, 2008).

Esse sistema de produção, pode gerar ótimos resultados ao produtor, garantindo qualidade na produção e protegendo o consumidor (TERRAZZAN; VALARINI, 2009), trazendo uma remuneração diferenciada na venda do grão (EMBRAPA, 2019). Dessa forma, pode ser considerada como um bom investimento para os pequenos agricultores, já que a rentabilidade e lucratividade podem ser maiores devido ao custo de produção ser menor (EMBRAPA, 2019).

O aumento na produção de soja orgânica surge com a tendência da sociedade em mudar e/ou melhorar os hábitos alimentares, possibilitando agregar valor ao produto e aumentar a renda dos produtores (INAGAKI; JUNQUEIRA; BELLON,

2018). Além disso, também são procurados devido à preocupação com a proteção ambiental (PENHA, 2007).

A produção brasileira de soja orgânica é exportada principalmente para a Europa, Estados Unidos e Japão (TERRAZZAN; VALARINI, 2009), devido à preocupação da população com a saúde e uma cultura em consumir produtos orgânicos (DESER, 2008).

Os principais estados brasileiros produtores orgânicos são Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás (DESER, 2008), sendo a produção realizada predominantemente por agricultores familiares (90%), que correspondem por 70% de toda produção orgânica brasileira (TERRAZZAN; VALARINI, 2009).

Os produtos orgânicos brasileiros são regidos pela Lei 10.831 aprovada em 2003 e pelo decreto 6.323 de 2007 (BRASIL, 2016). Para produção e comercialização dos produtos orgânicos é necessário solicitar a certificação e a empresa/produtor devem cumprir as exigências legais, sendo um processo voluntário (OLIVEIRA; CHALLIOL, 2017).

Visto o crescente aumento do mercado de produtos orgânicos, o processo de certificação também evoluiu. Esse processo passa pelos seguintes passos: solicitação de certificação, revisão da solicitação, aceite do orçamento para inspeção e certificação, avaliação da atividade, revisão do relatório e monitoramento da atividade realizada pela certificadora (OLIVEIRA; CHALLIOL, 2017).

## 2.2 USO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO ORGÂNICA

Conforme comentado anteriormente, no cultivo convencional o tratamento de sementes e também os posteriores, utilizados no campo, são práticas usuais, pois ajudam a controlar patógenos, plantas daninhas e garantir a produtividade das plantas mesmo em períodos de estresses ambientais (HENNING, 2005). Também são utilizados como forma de permitir a germinação, e garantir uma proteção contra os fungos do solo (HENNING et al., 1994).

Porém, quando se fala de cultivo orgânico, os tratamentos fitossanitários não podem ser utilizados. Assim, é necessário buscar formas naturais através da

utilização de produtos biológicos e alternativos (COPPO et al., 2017), entre eles podem ser citados biofertilizantes, condicionadores de solo e agentes biológicos.

Conforme Chagas Júnior et al. (2014), existe uma crescente demanda em buscar e utilizar produtos biológicos que sirvam como alternativa e controle de doenças e pragas, para aumentar o rendimento e biomassa na produção de grãos.

Os produtos biológicos podem ser utilizados em condições bióticas e abióticas diversas, sem afetar organismos não alvo (REIS et al., 2013). Estes produtos estão presentes nos agroecossistemas, apresentam baixo custo de produção, efeito duradouro e nenhum efeito na saúde humana (GHAZANFAR et al., 2018).

Entre os benefícios da aplicação desses destacam-se a proteção contra patógenos, aumento da taxa de germinação das sementes, promoção de crescimento e também do rendimento das plantas (BENÍTEZ et al., 2004; BORTOLIN et al., 2019). Além disso, são capazes de se estabelecer, colonizar e se reproduzir nos agroecossistemas (CHAGAS JUNIOR et al., 2014).

A exemplo disso, têm-se os fungos do gênero *Trichoderma* spp. que podem ser facilmente propagados em laboratório e com boa capacidade de armazenamento (PATEKOSKI; PIRES-ZOTTARELLI, 2010). São fungos considerados promissores na agricultura, apresentando resultados significativos quando utilizados como fungicida biológico (GORGEN et al., 2009).

Outros compostos importantes para produção orgânica são os condicionadores de solo à base de matéria húmica (ácidos húmicos e ácidos fúlvicos), que são capazes de atuar no crescimento e na absorção de nutrientes pelas plantas (KELTING et al., 1997; ASISK; KATKAT, 2013). Sua aplicação em tratamentos e cultivos resulta no aumento de teores de macro e micronutrientes (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014).

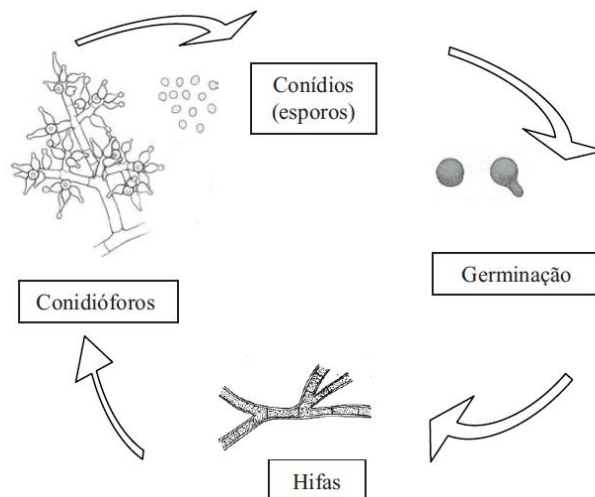
### 2.3 FUNGO *Trichoderma* spp.

Fungos do gênero *Trichoderma* pertencem ao reino Fungi, filo Ascomycota, classe Ascomycetes, Ordem Hypocreales e família Hypocreaceae (AGRIOS, 1997). São considerados fungos de vida livre, que podem ser encontrados em diversos tipos de solo, principalmente naqueles ricos em matéria orgânica (GUIMARÃES et al., 2018). Os fungos deste gênero podem ter uma representatividade de 15% de

todos os propágulos de fungos presentes no solo nas áreas de pastagens e 3,1% em florestas (HAGN et al., 2003; GHAZANFAR et al., 2018). Podem viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos (BORTOLIN et al., 2019).

Apresentam reprodução assexuada através da produção de conídios que são formados a partir de células conidiogênicas ou por fragmentação das hifas (MACHADO et al., 2012), conforme demonstrado na Figura 1. O crescimento é rápido, sob faixa ideal de 25-30 °C, podendo atingir de 2 a 9 cm de diâmetro após quatro dias e as colônias apresentam coloração de verde até amarela (MONTALVÃO, 2012); utilizam compostos como fonte de nitrogênio e fósforo para o crescimento e esporulação (GHAZANFAR et al., 2018).

**Figura 1 – Ciclo de vida assexuada de *Trichoderma* spp.**



**Fonte: Machado et al. (2012).**

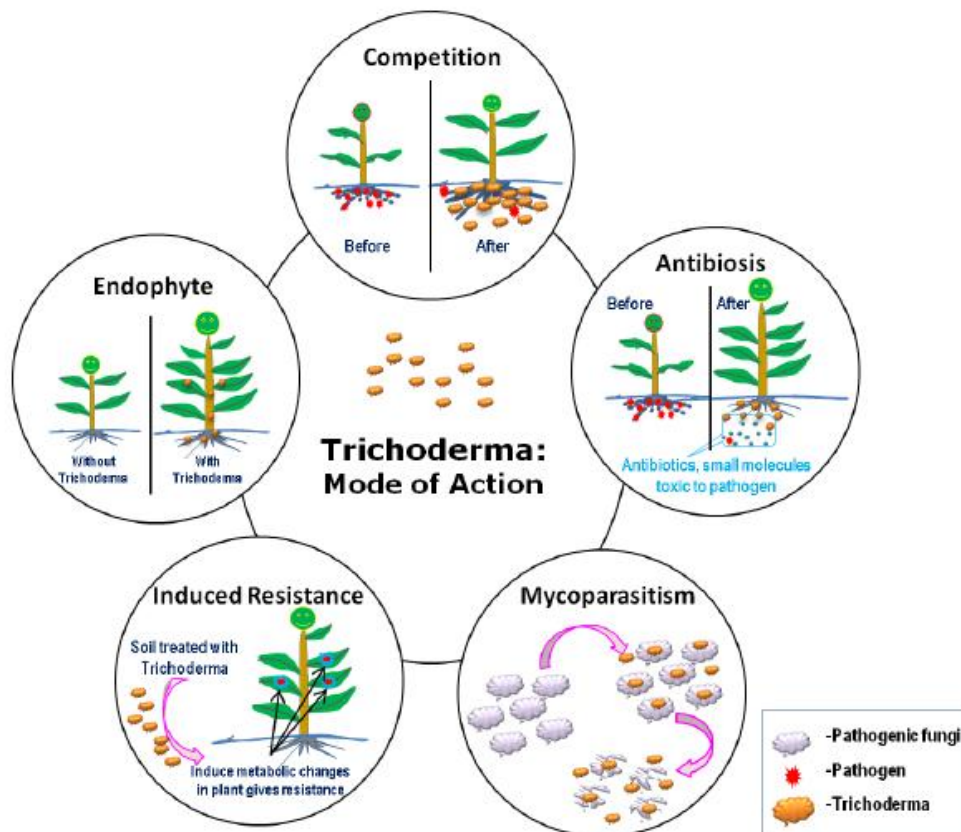
Esses fungos estão entre os agentes de biocontrole mais conhecidos e estudados em todo o mundo (VERMA et al., 2007), tendo sido relatados como agentes biológicos inicialmente na década de 1930 (GHAZANFAR et al., 2018). Podem ser utilizados como promotores do crescimento de plantas, indutores de resistência contra doenças e também utilizados no controle de fitopatógenos (MACHADO et al., 2012). Além disso, podem controlar doenças em plantas, entre elas a podridão de raízes, mofo branco e tombamentos (REIS et al., 2013).

Esses micro-organismos demonstram alta capacidade de controlar patógenos em sementes, melhoram a germinação, atuam diretamente no crescimento das plantas,

proporcionam o aumento do vigor de plântulas e atuam diretamente na decomposição da matéria orgânica (CHAGAS JUNIOR et al., 2014).

Além disso, apresentam grande capacidade de proliferação na rizosfera (REIS et al., 2013), permitindo aumento da superfície radicular atuando diretamente na absorção de nutrientes (BORTOLIN et al., 2019) sendo relatados como fungos endofíticos e ótimos concorrentes para patógenos vegetais (KIM et al., 2012). A Figura 2 representa os principais modos de ação de *Trichoderma* spp.

**Figura 2 – Modo de ação de *Trichoderma* spp.**



**Fonte: Ghazanfar et al. (2018).**

Segundo Lucon (2009), os fungos do gênero *Trichoderma* sp. podem ser aplicados diretamente nas sementes, no sulco de semeadura, em substratos ou incorporados na matéria orgânica no transplante das mudas. Podem ser inclusive, utilizados na formulação de fertilizantes e pesticidas biológicos (BORTOLIN et al., 2019).

Também existe na literatura, relatos de alta capacidade de utilização para controle de patógenos tanto na área foliar como radicular (PATEKOSKI; PIRES-ZOTTARELLI, 2010). Estes produtos podem ser utilizados para compor a formulação de biopesticidas, biofertilizantes e inoculantes de solo (HARMAN et al., 2004; CHAGAS JUNIOR et al., 2014). Dentre as espécies do gênero *Trichoderma*, a que mais se destaca é *Trichoderma harzianum*, a qual apresenta grande variabilidade genética (SANTOS, 2017) e facilidade de produção maçal por meio de cultura em laboratório (WAGHUNDE; SHELAKE; SABALPARA, 2016).

Em trabalhos realizados utilizando *Trichoderma* spp. em aplicação de solo sobre espécies de berinjela (*Solanum melongena* L.) verificou-se que isolados *T. viride* (Tal-1, T15P) e de *T. koningii* (TW6, CNP311A) favoreceram a germinação de sementes e também o vigor de mudas estudadas (MARTIN-CORDER; MELO, 1997). A aplicação de *Trichoderma* spp. isolado CEN 262, em mudas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) e de clones híbridos G-100 (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*), permitiram melhor desenvolvimento da parte aérea das plantas (FILHO et al., 2008).

Sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*) submetidas a tratamentos com *Trichoderma harzianum* mostraram maior comprimento de parte aérea, massa seca de plântulas e resultaram em plantas mais vigorosas (FARIA; ALBUQUERQUE; NETO, 2003). Em trabalho realizado por Chagas Júnior et al. (2014) com a cultura do feijão-caupi (*Vigna unguicula* L.), os autores verificaram que a inoculação das sementes e do solo com *Trichoderma* spp. resultou em maiores produtividades, acúmulo de biomassa e nodulação das plantas avaliadas.

Por outro lado, existem trabalhos com resultados insatisfatórios ao uso destes fungos no tratamento de sementes de soja. Ao ser utilizado bioprotetores no tratamento de sementes, entre eles *Trichoderma* spp. e fungicidas químicos, verificou-se que os produtos biológicos não ofereceram proteção para as sementes no solo, causando efeitos negativos e diminuindo de forma acentuada a germinação e também a emergência das plântulas (MERTZ; HENNING; ZIMMER, 2009).

## 2.4 ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS

Os fertilizantes orgânicos são utilizados desde a antiguidade, permitindo produção de alimentos de qualidade (LUJAN, 2015). A utilização destes tem



aumentado por possuírem princípios ativos e serem isentos de substâncias tóxicas (KELTING et al., 1997).

Ácidos húmicos e fúlvicos são materiais orgânicos de coloração escura originados da decomposição de resíduos animais e vegetais realizada pela ação dos micro-organismos (ROSSI et al., 2011). No entanto, os processos bioquímicos envolvidos nesta decomposição ainda não estão bem definidos (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014).

O processo de formação das substâncias húmicas ocorre quando os compostos orgânicos chegam ao solo, são degradados pelos micro-organismos que ali vivem, formando um biofilme onde sintetizam o complexo enzimático, dando origem aos ácidos húmicos e fúlvicos (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014). Estima-se que cerca de 85% da matéria orgânica de solos minerais sejam formados pelas substâncias húmicas, representadas pelos ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas (MENDONÇA; MATOS, 2005).

As substâncias húmicas são ácidos orgânicos, solúveis em água (BORCIONI; MÓGOR; PINTO, 2016), com carga líquida negativa, ricos em carbono e pobres em nitrogênio e hidrogênio (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014), apresentando uma importante bioatividade com as plantas.

Existem quatro fatores que podem influenciar na bioatividade das substâncias húmicas com as plantas: (1) espécie e a idade da planta; (2) a dose utilizada e recomendada para a espécie; (3) fonte de matéria orgânica, de onde o material foi extraído e; (4) características físico-químicas das substâncias em uso (ZANDONADI et al., 2014).

A inclusão de ácidos húmicos e fúlvicos nos cultivos agrícolas pode melhorar os atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo (BERNARDES; REIS; RODRIGUES, 2011; LUJAN, 2015). Também essas substâncias têm capacidade de estimular o desenvolvimento radicular (ZANDONADI; CANELLAS; FAÇANHA, 2007), com maior ramificação e número de raízes finas e aumentar a absorção de nutrientes (KELTING et al., 1997). Podendo também aumentar a biomassa da parte aérea de plantas (CARON; GRAÇAS; CASTRO, 2015).

As substâncias húmicas auxiliam no desenvolvimento das plantas, interferindo indiretamente no metabolismo vegetal através do aumento da capacidade de trocas no solo, fornecimento de nutrientes e retenção da umidade (ROCHA; ROSA, 2003).

Ácidos húmicos e fúlvicos apresentam efeito semelhante a reguladores de crescimento presentes em hormônios vegetais (ZANDONADI et al., 2014).

Em trabalho realizado com a aplicação de ácidos húmicos e fúlvicos em soja, verificou-se aumento da produtividade tanto em aplicação foliar como no solo (CATUCHI et al., 2016). Sua atuação é explicada devido ao tamanho das moléculas que ao adentrar nas folhas e raízes podem atuar como fertilizante (PETTIT, 2004).

Os resultados de experimentos realizados por Rodrigues et al. (2017), permitem inferir que a aplicação de substâncias húmicas promove o crescimento das plântulas de milho (*Zea mays* L.), aumento da massa seca da parte aérea e influenciam também o índice de velocidade de emergência (IVE), até a dose de 158 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, quando utilizadas no tratamento destas.

Catuchi et al. (2016), aplicando ácido húmico em sulco de semeadura e também via foliar na dose de 380 g ha<sup>-1</sup> no estágio V4 da soja, verificaram que houve aumento no número de vagens por planta e da produtividade total. O trabalho de Borcioni, Mógor e Pinto (2016) com aplicação de ácido fúlvico nas concentrações de 0; 1; 2; 4 e 8 mL L<sup>-1</sup> em alface americana (*Lactuca sativa* L.) mostrou que este promoveu o crescimento do sistema radicular principalmente nos tratamentos com maior concentração do produto.

Bernardes, Reis e Rodrigues (2011), testaram substâncias húmicas em mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) com doses de 0; 0,64; 0,96; 1,28 e 1,6 mL misturados em 320 mL de água, verificando que o tratamento com 0,96 mL do produto comercial testado proporcionou maior comprimento médio de raízes, refletindo na parte aérea.

No entanto, existem trabalhos controversos, onde em tratamento de sementes de milho realizado por Nicchio et al., (2013), o ácido húmico aplicado nas doses de 7; 10,5; 14 e 17,5 mL kg<sup>-1</sup> de sementes, não influenciou no aumento do vigor e massa seca de plântulas, bem como parte radicular e aérea.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental e no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, câmpus Dois Vizinhos. O município de Dois Vizinhos está localizada no sudoeste do Paraná a uma latitude sul 25°44'01''S e longitude oeste 53°03'26''W, apresentando uma área territorial de 418,9 km<sup>2</sup> e uma altitude de 509 m.

#### 3.2 TRATAMENTOS

Para ambos os experimentos, foram testados, o produto biológico comercial *Trichoderma harzianum* IBLF006 ECOTRICH® concentração de 1x10<sup>10</sup> UFC/g e o condicionador líquido de solo à base de ácidos húmicos e fúlvicos, Lottus SH-24 – Biosoluções, no tratamento de sementes de soja e na aplicação em sulco de semeadura. Como cultura indicadora, foram utilizadas sementes de soja da cultivar BRS 284 classe C2 produzidas na safra 2017/18.

Na Tabela 1 estão descritos os tratamentos utilizados para a realização do experimento.

**Tabela 1 – Tratamentos utilizados nos experimentos em função do uso de *Trichoderma harzianum* e Ácidos Húmicos e Fúlvicos. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.**

Número	Tratamentos
T1	Testemunha
T2	<i>Trichoderma harzianum</i>
T3	Ácidos húmicos e fúlvicos
T4	<i>Trichoderma harzianum</i> + Ácidos húmicos e fúlvicos

**Fonte: A autoria própria (2019).**

### 3.3 EXPERIMENTO 1 – TRATAMENTO DE SEMENTES

Para o experimento em laboratório, o tratamento de sementes foi realizado tratando as sementes com os produtos, sendo o ECOTRICH® aplicado na dose de 0,5 g kg<sup>-1</sup> semente, onde o pó foi diluído em água na proporção de 7 mL kg<sup>-1</sup> de semente e o condicionador de solos (Lottus SH-24 – Biosoluções) na dose de 3 mL kg<sup>-1</sup> semente.

A aplicação foi realizada com auxílio de saco plástico com capacidade de 5,0 kg. Para cada um dos tratamentos, de forma isolada, as sementes foram colocadas no saco plástico, em seguida a dose dos produtos com a devida recomendação de cada fabricante era adicionada e homogeneizava-se vigorosamente por dois minutos. Após, as sementes foram deixadas por um período de duas horas em bandeja, dentro do laboratório, para retirada natural do excesso de umidade. Logo em seguida, implantaram-se os testes fisiológicos com as sementes.

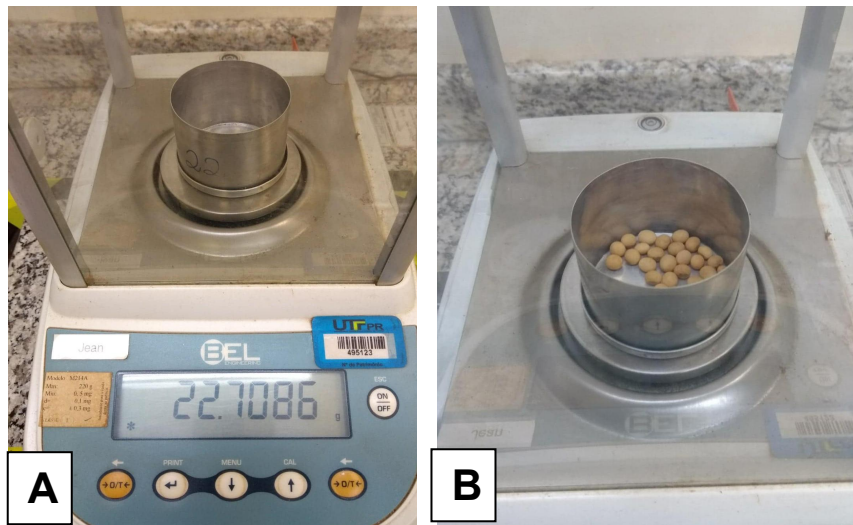
No tratamento de sementes foram avaliadas variáveis explanatórias e variáveis resposta. As variáveis explanatórias foram realizadas para caracterização inicial da amostra de sementes, sendo elas: grau de umidade, peso de mil sementes e danos mecânicos. As variáveis resposta foram: germinação, comprimento de parte aérea e raiz, massa de matéria seca, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, coeficiente de velocidade de emergência e emergência a campo.

#### 3.3.1 Grau de umidade

O teor de água foi determinado conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). As porções de  $4,5 \pm 5$  gramas foram pesadas em cadinhos de alumínio previamente secos e resfriados em dessecador e levados a estufa à  $105 \pm 5^\circ\text{C}$  por 24 horas, conforme Figura 3.

Após o período, as amostras foram acondicionadas em dessecador e realizadas as pesagens finais. O teste foi realizado em duplicata e posteriormente calculou-se média, verificando-se após o nível de tolerância entre as repetições.

**Figura 3 – Pesagem do cadinho de alumínio previamente seco em estufa (A) e da amostra para determinação de umidade (B)**



**Fonte: Autoria própria (2019).**

### 3.3.2 Peso de mil sementes

Foram separadas na amostra de trabalho, 8 repetições de 100 sementes retiradas da porção de sementes pura e pesadas em balança analítica de precisão (0,001g). Calculou-se o peso médio de 100 sementes, segundo as RAS (BRASIL, 2009). O peso de mil sementes foi obtido, multiplicando-se o peso médio das repetições, por 10.

### 3.3.3 Dano mecânico

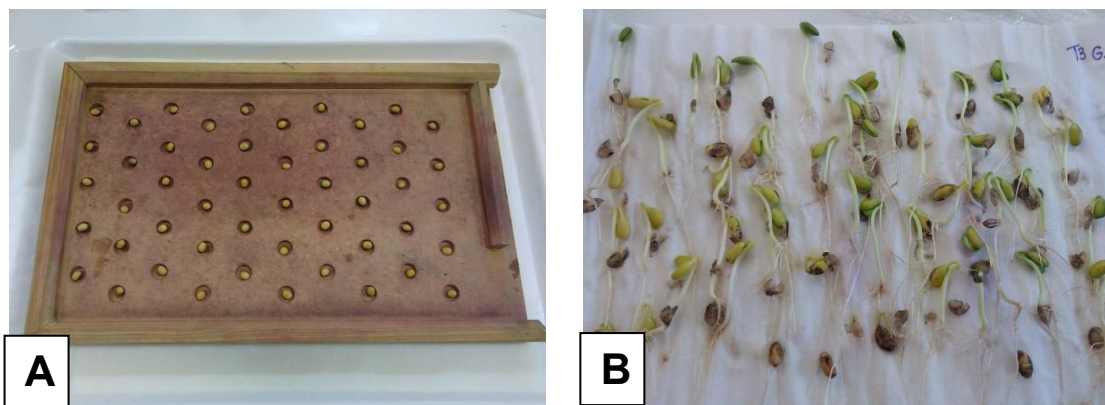
O teste foi realizado de acordo com Krzyzanowski et al. (2004), com quatro repetições de 50 sementes. Após devida homogeneização, retirou-se da amostra de trabalho, 200 sementes que foram imersas durante 10 minutos em uma solução diluída de hipoclorito de sódio, com concentração de 5%. Posteriormente, foi eliminado o excesso da solução, determinando-se o número de sementes intumescidas (danificadas). Os resultados foram expressos em porcentagem.

### 3.3.4 Teste de germinação

Realizado de acordo com as RAS (BRASIL, 2009), com quatro repetições de 50 sementes cada, em rolo de papel. O substrato utilizado foi papel Germitest® umedecido em água destilada em quantidade de água equivalente a três vezes a sua massa. Foram confeccionados rolos envoltos com filme plástico para evitar a perda de umidade e em seguida levados para câmara germinadora a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas em luz branca fria.

As leituras do teste foram realizadas aos cinco e oito dias após a instalação, sendo os resultados expressos em porcentagem. A primeira contagem realizada com cinco dias resultou no parâmetro de primeira contagem de germinação (PCG) e a avaliação com oito dias resultou na classificação de plântulas normais (PN) e anormais (PA) e sementes mortas (SM). O demonstrativo do teste de germinação está apresentado na Figura 4.

**Figura 4 – Quadro utilizado para sementeira das sementes no teste de germinação (A) e plantas germinadas após cinco dias (B)**



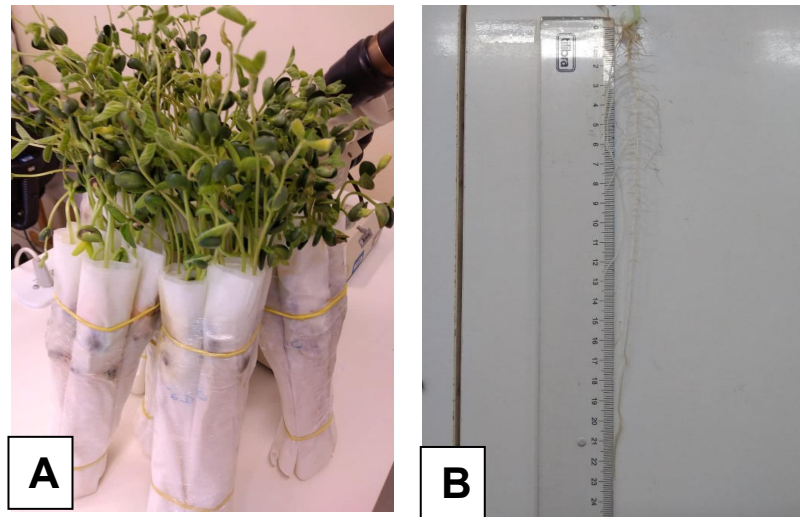
Fonte: Autoria própria (2019).

### 3.3.5 Comprimento de parte aérea e raiz

O teste de comprimento de plântulas foi realizado em quatro sub amostras de 25 sementes em rolo de papel Germitest®, dispostas em uma linha no terço superior do papel em seu sentido longitudinal. As sementes foram posicionadas de forma que a micrópila estivesse voltada com a parte inferior para o papel. Os rolos foram envoltos com plástico filme e, em seguida, levados para câmara germinadora a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas em luz branca fria.

A leitura foi realizada oito dias após a semeadura e as plântulas normais medidas com auxílio de régua milimetrada (NAKAGAWA, 1999). Os resultados médios para comprimento de parte aérea e de raiz estão expressos em centímetros (cm). A Figura 5 mostra o teste de comprimento de plântula.

**Figura 5 – Rolos de papel com amostras para o teste de comprimento de plântula (A) e de raiz (B)**

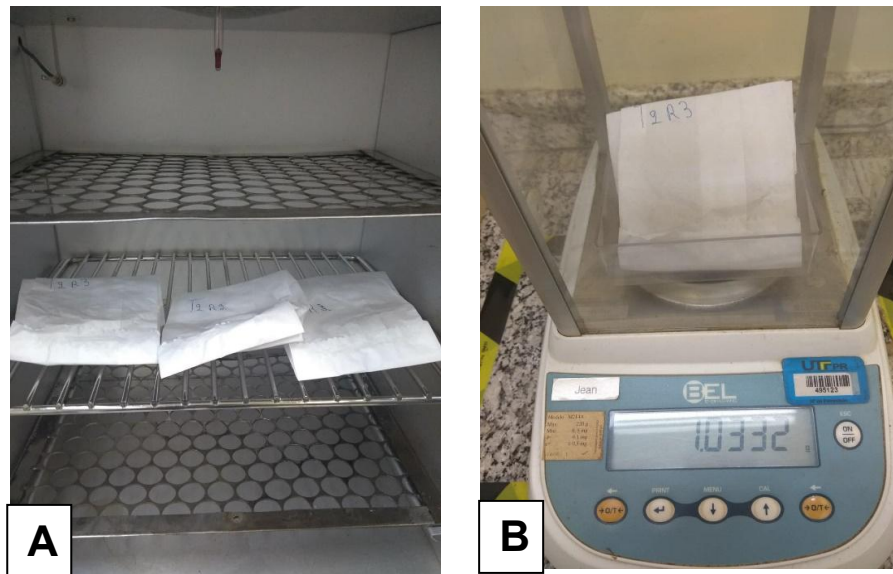


**Fonte: Autoria própria (2019).**

### 3.3.6 Massa de matéria seca de plântula

Esse teste ocorreu concomitantemente ao teste de comprimento de plântulas, sendo utilizadas as plântulas consideradas normais. As plântulas foram separadas dos cotilédones e colocadas dentro de sacos de papel e acondicionadas em estufa de circulação forçada com temperatura de 65 °C, durante 48 horas. Após esfriar em dessecador, cada repetição teve sua massa determinada (Figura 6). Os resultados foram expressos em miligramas (mg) (NAKAGAWA, 1999).

**Figura 6 – Amostras para determinação de massa seca em estufa (A) e pesagem em balança analítica após 48 horas de estufa (B)**



Fonte: Autoria própria (2019).

### 3.3.7 Teste de emergência de plântulas em canteiro

O teste foi realizado em canteiro contendo solo natural, não descontaminado, com 4 repetições de 100 sementes cada tratamento, distribuídas em sulcos com 100 cm de comprimento, com profundidade de semeadura de 3 cm. Foram realizadas contagens diárias do número de plântulas emergidas com os cotilédones acima do nível do solo, obtendo-se valores acumulativos.

Através do teste, sempre em dados médios das quatro repetições, foram calculadas as seguintes variáveis resposta:

- Índice de Velocidade de Emergência (IVE): calculado dividindo-se o número de plantas emergidas pelo número de dias da semeadura, conforme fórmula e metodologia de descritas por Nakagawa (1999) e Brasil (2009), sendo o resultado um índice sem unidade.

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$$

Onde:

IVE = Índice de velocidade de emergência.

E = Número de plântulas emergidas em cada contagem.

N = Número de dias da semeadura à cada contagem.



- Velocidade de emergência (VE): obtida a partir da média ponderada em função do tempo necessário para a emergência das plântulas, onde o menor tempo corresponde em maior vigor, seguindo metodologia de NAKAGAWA (1999), sendo o resultado expresso em dias.

$$TM = (E_1N_1 + E_2N_2 + \dots + E_nN_n) / E_1+E_2+ \dots+E_n$$

Onde:

TM = Tempo médio para atingir a emergência máxima em dias.

E = Número de plântulas emergidas em cada contagem.

N = Número de dias da semeadura à cada contagem.

- Coeficiente de emergência (CEM): obtido a partir do inverso do cálculo de emergência, conforme metodologia de Nakagawa (1999), sendo o resultado um índice sem unidade.

$$CEM = (E_1+E_2+ \dots+E_n) / E_1N_1 + E_2N_2 + \dots + E_nN_n \times 100$$

Onde:

CEM = Coeficiente de velocidade de emergência.

E = Número de plântulas emergidas em cada contagem.

N = Número de dias da semeadura à cada contagem.

- Emergência a campo (EC): soma de plântulas emergidas durante o período avaliado, expresso em percentagem, conforme metodologia descrita por Nakagawa (1999).

$$EC = ((E_1+E_2+ \dots+E_n)/100) \times 100$$

Onde:

EC = Total de plântulas emergidas.

E = Número de plântulas emergidas em cada contagem.

### 3.4 EXPERIMENTO 2 – APLICAÇÃO EM SULCO DE SEMEADURA

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da UTFPR – Campus Dois Vizinhos, em delineamento de blocos casualizados, contendo quatro tratamentos e quatro repetições. As unidades experimentais (parcelas) foram de 4 x 12 metros, com 8 linhas de semeadura e espaçamento de 0,5 m entre linhas.

A área útil colhida de cada parcela (unidade de observação) foi de quatro metros das seis linhas centrais, descartando a linha de bordadura de cada lado da parcela.

#### 3.4.1 Semeadura e condução do experimento

Os ensaios foram implantados na safra agrícola de verão, safra 2018/19. A semeadura foi mecanizada, com utilização de semeadora de 5 linhas. A aplicação dos ácidos húmicos e fúlvicos (Lottus SH-24 – Biosoluções) na linha de cultivo (sulco) foi realizada na dose de 20 litros por hectare e *Trichoderma harzianum* (ECOTRICH®) na dose de 200 gramas por hectare em 200 litros de calda.

Para a aplicação, foram abertos os sulcos de cultivo, que já continham as sementes e pulverizado o volume de calda equivalente para cada produto. Utilizou-se um pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> acoplado com barra, com quatro bicos de pulverização tipo duplo leque, espaçados de 0,5 m. Após os sulcos foram fechados com solo, com camada em torno de 2 cm de solo.

Os tratos culturais como adubação e controle de invasoras foram conforme manejo tecnológico utilizado para a cultura da soja orgânica. O uso de inseticidas não se fez necessário e para doenças utilizou-se oxiclreto de cobre, sendo realizadas 3 aplicações no estágio fenológico R2 e a cada 15 dias após a primeira aplicação.

#### 3.4.2 Avaliações

As avaliações foram realizadas em dois momentos, no estágio fenológico R2 onde avaliaram-se as variáveis resposta nodulação, altura de plantas, comprimento de raízes, massa radicular (Figura 7) e na colheita, contabilizando o número de grãos por vagem, número de vagens por planta e a produtividade.

**Figura 7 - Planta retirada no estágio fenológico R2 para avaliação de nodulação, altura da planta, comprimento de raízes e massa radicular.**



**Fonte: Autoria própria (2019).**

Para as variáveis analisadas em R2, 20 plantas, por parcela, foram coletadas aleatoriamente e levadas ao laboratório para a determinação de:

- Nodulação (NOD): realizou-se a contagem do número de nódulos medindo acima de 2 mm.
- Altura de planta (AP): com o auxílio de uma régua graduada foram realizadas as medidas das alturas das plantas, sendo os dados expressos em centímetros.
- Comprimento de raízes (TR): com o auxílio de uma régua graduada foram realizadas as medidas das raízes, sendo os dados expressos em centímetros.
- Massa radicular verde (MRV): as plantas foram lavadas e secas e com o auxílio de uma balança semi-analítica foi determinado a massa das raízes em gramas.

Por ocasião da colheita foram coletadas 20 plantas aleatórias em cada parcela para determinação de:

- Número de vagens por planta (NVP): efetuou-se a contagem de todas as vagens de cada planta e posteriormente calculou-se a média.
- Número de grãos por vagem (NGV): efetuou-se a contagem de todos os grãos da planta, dividindo-os, posteriormente, pelo número de vagens e assim calculou-se a média.
- Produtividade (PROD): foi realizada a colheita manual e trilha das plantas da área útil de cada parcela, o teor de água dos grãos foi ajustado para 12%, efetuando também os descontos das impurezas e os resultados foram expressos em kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.5 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Em laboratório utilizou-se o delineamento experimental completamente casualizado (DIC) com quatro repetições sendo os tratamentos arranjos em esquema unifatorial. Em campo adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições adotando-se também o arranjo dos fatores em esquema unifatorial.

Após compilação dos resultados, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de significância, para verificar a homogeneidade da variância. Atendidos os pressupostos do modelo, procedeu-se a ANOVA e existindo efeito significativo para o fator testado, aplicou-se o teste de comparação de médias de Scott Knott ( $p < 0,05$ ) através do programa RBio (BHERING, 2017).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 EXPERIMENTO 1 – TRATAMENTO DE SEMENTES

Os resultados das análises relativas às variáveis explanatórias estão apresentados na Tabela 2. Tais variáveis não foram submetidas à análise estatística.

**Tabela 2 - Valor médio para as variáveis explanatórias: umidade, dano mecânico e peso de mil sementes (PMS) para caracterização inicial da semente de soja BRS 284. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.**

Parâmetro	Média
Umidade (%)	9,9
Dano mecânico (%)	8
PMS (g)	149

**Fonte: Autoria própria (2019).**

Pode-se observar que o teor de água ficou abaixo de 12%, valor que pode comprometer parcela expressiva dos lotes de sementes de soja (COSTA et al., 1996), pois as mesmas tendem a apresentar danos mecânicos, caracterizados por fissuras, rachaduras e quebras (FRANÇA-NETO et al., 2018).

Ainda, nestes casos, são relatados possíveis danos por embebição das sementes por ocasião do início deste processo durante a sua germinação e reorganização do sistemas de membranas (MARCOS-FILHO, 2015; BEWLEY; BLACK 1994). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), os processos de dano mecânico e umidade estão inteiramente relacionados, uma vez que conforme se tem uma diminuição da umidade na semente, aumentam-se as chances de danos mecânicos.

Entretanto, apesar do resultado de umidade obtido se um indício de uma possível presença de dano mecânico elevado, os resultados apresentaram-se abaixo do esperado pela literatura. Quando o percentual de sementes danificadas for superior a 10% o lote apresenta comprometimento em sua qualidade fisiológica (KRZYŻANOWSKI; FRANÇA-NETO; COSTA, 2004).

Para o peso de mil sementes, os dados médios obtidos com as sementes utilizadas para o ensaio, foram de 149 g. De acordo com Peske et al. (2012), o peso de mil sementes está diretamente relacionado ao tamanho médio e à quantidade de reservas acumuladas nas sementes.

Na Tabela 3 é apresentado o resumo da análise de variância para as variáveis resposta determinadas no tratamento de sementes e que estão relacionadas com a qualidade fisiológica das sementes de soja.

**Tabela 3 - Fontes de Variação (FV), Graus de Liberdade (GL), Quadrado médio (QM) para as variáveis Primeira Contagem de Germinação (PCG), Plântulas Normais (PN), Plântulas Anormais (PA), Sementes Mortas (SM), Massa de Matéria Seca de Plântula (MSP), Comprimento da Parte Aérea (CPA) e Comprimento da Raiz (CR), Emergência a campo (EC), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Velocidade de Emergência (VE) e Coeficiente de Velocidade de Emergência (CVE), média e Coeficiente de Variação (CV) em função do uso de *Trichoderma harzianum* e Ácidos Húmicos e Fúlvicos no tratamento de sementes de soja. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.**

FV	GL	QM						
		PCG (%)	PN (%)	PA (%)	SM (%)	MSP (mg)	CPA (cm)	CR (cm)
Tratamento	3	2,67	143,58*	123,00*	4,25	28,47*	6,63*	1,06
Resíduo	12	9,67	16,92	11,17	8,08	5,77	0,81	0,82
Média	-	95,5	79,63	15,75	4,63	53,22	10,69	19,49
CV %	-	3,26	5,17	21,22	61,47	4,52	8,43	4,64

FV	GL	QM			
		EC (%)	IVE	VE (dias)	CVE
Tratamento	3	243,42	8,14	0,06	0,53
Resíduo	12	109,46	5,11	0,14	1,56
Média	-	71,13	14,15	5,38	18,68
CV %	-	14,71	15,97	6,86	6,68

\* Significativo para o teste de significância com  $p < 0,05\%$ .

**Fonte: Autoria própria (2019).**

Observa-se que houve diferença significativa para os parâmetros de plântulas normais e anormais, massa de matéria seca de plântula e comprimento de parte aérea, conforme médias apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4 - Dados médios de Plântulas Normais (PN), Plântulas Anormais (PA), Massa de Matéria Seca de Plântula (MSP) e Comprimento da Parte Aérea (CPA) em função do uso de *Trichoderma harzianum* e Ácidos Húmicos e Fúlvicos no tratamento de sementes de soja. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.**

	PN (%)	PA (%)	MSP (mg)	CPA (cm)
Testemunha	74b	21a	53,19b	11,69a
Trichoderma	75b	19a	51,24b	9,33b
AHF	87a	8c	57,00a	11,88a
Trichoderma + AHF	82a	14b	51,45b	9,85b

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (5% de probabilidade).

AHF: Ácidos Húmicos e Fúlvicos

**Fonte: Autoria própria (2019).**

Pode-se observar que as sementes tratadas com os ácidos húmicos e fúlvicos de forma isolada ou quando combinados com o *Trichoderma* apresentaram maior percentual de plântulas normais, em comparação com a testemunha e o *Trichoderma* isolado (Tabela 4). Segundo a Instrução Normativa 45 (IN 45), que regulamenta a produção de sementes dos grandes cultivos no Brasil, a germinação mínima aceitável para comercialização é de 80% para as classes certificadas (C1 e C2) e também das classes fora de certificação (S1 e S2) (ABRASEM, 2013).

Portanto, considerando-se o normatizado e conforme os resultados obtidos é possível inferir que, somente o tratamento com Ácidos Húmicos e Fúlvicos e *Trichoderma harzianum* + Ácidos Húmicos e Fúlvicos, fizeram com que as sementes atingissem o mínimo de germinação aceitável (plântulas normais), com 87 e 82%, respectivamente. Já o tratamento testemunha e com *Trichoderma harzianum* aplicado isolado, não atingiram o valor mínimo de germinação estipulado pela legislação, apresentando, respectivamente, 74 e 75% de plântulas normais, não diferindo estatisticamente entre si.

Um fator importante para justificar a baixa germinação é o fato da produção das sementes terem sido realizada em região de baixa altitude, aproximadamente 400 m. Segundo França-Neto, Henning e Krzyzanowski (1994) para a produção de sementes de alta qualidade deve-se fazer em regiões com altitude superiores a 800 m, com temperaturas amenas e baixas precipitações em período de maturação e colheita.

A qualidade fisiológica das sementes é de extrema importância para o sucesso ou fracasso de uma lavoura, ela é garantida através de padrões mínimos de

germinação e também de propriedades físicas que são exigidas por normas de produção e de comercialização (MARCONDES; MIGLIORANZA; FONSECA, 2005).

Para as plântulas anormais o tratamento com Ácidos Húmicos e Fúlvicos apresentou menor porcentagem, 8%, seguido de *Trichoderma harzianum* + Ácidos Húmicos e Fúlvicos com 14%. O tratamento com *Trichoderma harzianum* não diferiu da testemunha, com valores de 19 e 21%, respectivamente.

Os dados de germinação de plântulas normais, possui relação com a porcentagem de plântulas anormais, obtidas no teste, pois de acordo com as RAS (BRASIL, 2009), o resultado do teste de germinação é mostrado em porcentagem de plântulas normais, anormais, sementes duras, sementes mortas e sementes dormentes. Assim nota-se que quando foi maior porcentagem de germinação para plântulas normais no tratamento com Ácidos Húmicos e Fúlvicos, resultou em menor porcentagem de plântulas anormais e vice-versa para a menor porcentagem de germinação da testemunha e maior porcentagem de plântulas anormais.

Para o parâmetro de germinação é possível verificar que *Trichoderma harzianum* aplicado isoladamente não possibilitou aumento na porcentagem de germinação e de plântulas normais, porém não afetou negativamente, já que a mesma apresenta resultados estatisticamente semelhantes à testemunha.

Resultados semelhantes foram encontrados por Resende et al. (2005) onde através da inoculação de *Trichoderma harzianum* para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho, o fungo não interferiu no número de plântulas normais emergidas. Já quando utilizado *Trichoderma* sp. no tratamento de sementes de canola, a mesma apresentou melhores valores de germinação e primeira contagem, quando comparado com a testemunha sem tratamento (MIGLIORINI et al., 2012).

Em trabalho realizado por Vendruscolo, Santos e Alves (2014) com objetivo de avaliar as características de germinação e crescimento inicial do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench) com aplicação de produto a base de ácidos húmicos, os autores verificaram que houve diferença significativa para os parâmetros de germinação, índice de velocidade de emergência, crescimento e massa seca de raiz, mas não teve efeito das doses de substâncias húmicas na germinação e crescimento das plântulas.

Ainda, em trabalho realizado por Mertz, Henning e Zimmer (2009) utilizando bioprotetores no tratamento de sementes de soja, entre eles *Trichoderma* sp., foi observado que os produtos biológicos não ofereceram proteção para as sementes



no solo, causando efeitos negativos diminuindo de forma acentuada a germinação e a emergência das plântulas. No presente estudo, não foram verificadas diferenças significativas par as variáveis relacionadas à emergência.

Para a variável massa de matéria seca de plântulas, o tratamento com Ácidos Húmicos e Fúlvicos apresentou maiores valores, com 57 mg plântula<sup>-1</sup>, seguido dos demais tratamentos que não diferiram estatisticamente da testemunha. A testemunha apresentou 53,19 mg, seguido de *Trichoderma harzianum* + Ácidos Húmicos e Fúlvicos com 51,45 mg e *Trichoderma harzianum* com 51,24 mg.

Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues et al. (2017), que buscaram avaliar o efeito do tratamento de sementes de milho com produto comercial a base de ácido húmico, sobre a germinação e vigor de plântulas. Foi possível afirmar que o ácido húmico promoveu maior crescimento das plântulas e aumento da massa seca da parte aérea do milho, além de ter influência positiva no índice de velocidade de emergência, até a dose 158 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes.

Também para sementes de tomate, a massa de matéria seca de plântulas aumentou com a aplicação de substâncias húmicas (PICCOLO; CELANO; PIETRAMELLARA, 1993).

Porém, Nicchio et al. (2013), buscando avaliar a ação de ácidos húmicos e bioativadores via tratamento de semente de milho (*Zea mays* L.) na germinação e vigor de plântulas, verificaram que os produtos não possibilitaram o aumento do vigor das plântulas, massa de matéria seca total, parte aérea e radicular nas concentrações de 7; 10,5; 14 e 17,5 mL kg<sup>-1</sup> de sementes.

Venegas, Tomazele e Farias (2010) em trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes produtos no tratamento de sementes e desenvolvimento do algodoeiro, entre eles *Trichoderma* sp., observaram não haver diferença significativa no tamanho das plantas com 15 dias, porém, com 30 dias os tratamentos com presença de *Trichoderma* spp. apresentaram plantas maiores e maior massa de matéria seca que a testemunha.

Para comprimento de parte aérea, o tratamento com Ácidos Húmicos e Fúlvicos também apresentou maior valor numérico, não diferindo da testemunha, com 11,88 e 11,69 cm, respectivamente. Esse teste, assim como o de raiz, são considerados testes de vigor, onde é possível inferir que as plântulas mais vigorosas garantem um padrão da população e sobre a ampla variação das condições ambientais durante a germinação e emergência a campo, possibilita o aumento na produtividade

(SCHEEREN et al., 2010).

Em trabalho realizado com substâncias húmicas pulverizadas em mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica, foi possível afirmar que os mesmos proporcionaram o maior comprimento médio de raízes e parte aérea das plântulas (BERNARDES; REIS; RODRIGUES, 2011).

Resultados semelhantes foram encontrados por Borcioni, Mógor e Pinto (2016), quando da aplicação de ácidos fúlvicos em mudas de alface americana (*Lactuca sativa* L.), com o objetivo de avaliar a aplicação em diferentes concentrações (0; 1; 2; 4 e 8 mL L<sup>-1</sup>). Os autores concluíram que o produto promoveu o crescimento das plantas e do sistema radicular, porém somente nos tratamentos de maior concentração.

Entretanto, Filho et al. (2008), encontraram resultados positivos somente para o crescimento de parte aérea. Tais autores, aplicaram *Trichoderma* sp. com objetivo de avaliar a promoção de crescimento de mudas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) e de clones híbridos G-100 (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*). Verificaram que o isolado CEN 262 em mudas de eucalipto, permitiu o aumento do desenvolvimento de parte aérea das mudas desta cultura.

Por outro lado, Guareschi et al. (2012) através da inoculação de *Trichoderma* sp. via tratamento de sementes e após 10 dias da emergência, notaram que houve promoção do crescimento de parte aérea e raízes da cultura do girassol (*Helianthus annuus*) e soja.

Em outro trabalho, sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*), foram tratadas com *Trichoderma harzianum* com o objetivo de avaliar a eficiência dos tratamentos de sementes e comparar com os fungicidas carboxin+thiram, carbendazin+thiram e flutolanil. Os resultados obtidos foram positivos com maior comprimento de parte aérea e massa de matéria seca de plântulas (FARIA; ALBUQUERQUE; NETO, 2003).

Há de ser enfatizado, que a utilização de ácidos húmicos e fúlvicos no tratamento de sementes apresentou efeito positivo para os parâmetros fisiológicos de germinação e desenvolvimento das plântulas de soja, em função da massa de matéria seca e do comprimento de parte aérea, embora este, não tenha diferido da testemunha. Por sua vez, quando aplicados juntamente ao *Trichoderma harzianum*, também influenciaram de forma positiva na germinação das sementes. Contudo, de

forma isolada, o *Trichoderma* não apresentou resultados significativos no tratamento de sementes, embora não tenha afetado negativamente o desenvolvimento das plântulas, já que mostrou resultados estatisticamente semelhantes aos da testemunha. Assim, pode-se inferir que a sua utilização aplicado via tratamento das sementes de soja, não traz efeito negativo sobre o desempenho fisiológico dessas.

#### 4.2 EXPERIMENTO 2 – APLICAÇÃO EM SULCO DE CULTIVO

A condução do trabalho em campo permitiu avaliar as variáveis agronômicas através da aplicação dos tratamentos em sulco de cultivo. Na Tabela 5 está apresentado o resumo da análise de variância para os parâmetros do experimento 2.

**Tabela 5 - Fontes de Variação (FV), Graus de Liberdade (GL), Quadrado médio (QM) para as variáveis Altura de Planta (AP), Tamanho de Raízes (TR), Massa Radicular Verde (MRV), Nodulação (NOD), Número de Grãos por Vagem (NGV), Número de Vagens por Planta (NVP) e Produtividade (PROD), média e Coeficiente de Variação (CV) em função do uso de *Trichoderma harzianum* e Ácidos Húmicos e Fúlvicos no sulco de cultivo de soja. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.**

FV	GL	QM						
		AP (cm)	TR (cm)	MRV (g)	NOD (n°)	NGV (n°)	NVP (n°)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
Tratamento	3	17,30*	21,01	2,50*	46,92	0,11*	143,17*	515400,00*
Bloco	3	8,52	1,79	0,06	17,75	0,02	5,33	19200,00
Resíduo	9	2,89	9,00	0,16	18,86	0,01	10,28	37000,00
Média	-	66,92	40,60	6,07	39,88	2,36	59,50	3570,00
CV %	-	2,54	7,39	6,72	10,89	5,01	5,39	5,39

\* Significativo para o teste de significância com  $p < 0,05\%$

**Fonte: Autoria própria (2019).**

Pelos dados apresentados, verifica-se que houve diferença significativa para as variáveis altura de planta, massa radicular verde, número de grãos por vagem, número de vagens por planta e produtividade. Na Tabela 6, estão apresentados os resultados do teste de comparação de médias para estas variáveis.

**Tabela 6 - Dados médios de Altura de Planta (AP), Massa Radicular Verde (MRV), Número de Grãos por Vagem (NGV), Número de Vagens por Planta (NVP) e Produtividade (PROD) em função do uso de *Trichoderma harzianum* e Ácidos Húmicos e Fúlvicos no sulco de cultivo de soja. PPGSIS - UTFPR Dois Vizinhos, 2019.**

	AP (cm)	MRV (g)	NGV (n°)	NVP (n°)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	64,13b	5,08c	2,13b	53,00c	3180,00c
Trichoderma	66,53a	5,85b	2,43a	58,75b	3525,00b
AHF	68,43a	6,45a	2,35a	58,75b	3525,00b
Trichoderma + AHF	68,58a	6,90a	2,53a	67,50a	4050,00a

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (5% de probabilidade).

AHF: Ácidos Húmicos e Fúlvicos

**Fonte: Autoria própria (2019).**

Para altura de planta, apenas a testemunha diferiu significativamente dos demais tratamentos, apresentando valores inferiores (Tabela 6).

Segundo Machado et al. (2012) o *Trichoderma* sp. pode ser considerado um bioestimulante de crescimento, aumentando a absorção de nutrientes e a resistência à fatores bióticos não favoráveis ao desenvolvimento da planta. Isto pode permitir o aumento de produtividade e de altura de planta em comparação com a testemunha.

Em experimento realizado por Lima et al. (2012), com a utilização de produtos comerciais a base de *Trichoderma* sp. para avaliar a promoção do crescimento de plantas de abacaxi (*Ananas comosus*), os autores encontraram resultados positivos com relação aos parâmetros de altura de planta e massa seca.

Resultados contrários foram encontrados por Resende et al. (2004) utilizando *Trichoderma harzianum* para avaliar a promoção do crescimento de plantas de milho. O fungo não apresentou resultados significativos para altura de planta, apenas atuou no aumento de acúmulo de matéria seca das raízes.

Substâncias húmicas também auxiliam no desenvolvimento de plantas interferindo indiretamente no metabolismo vegetal (ROCHA; ROSA, 2003). Podem também aumentar a biomassa da parte aérea e o tamanho das raízes das plantas (CARON; GRAÇAS; CASTRO, 2015). Atiyeh et al. (2002) aplicaram ácidos húmicos extraídos de vermicomposto em mudas de tomate e observaram que aplicação na concentração de 200 mg kg<sup>-1</sup> proporcionou maior altura de plântulas. Esse resultado pode estar relacionado à atividade hormonal exercida pelas substâncias húmicas.

Já para massa radicular verde (Tabela 6), o tratamento Ácidos húmicos e fúlvicos e *Trichoderma harzianum* + Ácidos húmicos e fúlvicos apresentaram maiores valores, com 6,45 e 6,90 g, respectivamente, diferindo significativamente do tratamento com *Trichoderma harzianum*, o qual também diferiu da testemunha, que apresentou a menor massa, com 5,08 g.

Plantas mais enraizadas possuem maior capacidade para absorver água e nutrientes que estão disponíveis no solo, garantindo assim, uma rápida alocação de substâncias para os drenos preferenciais da planta, como os grãos. Este processo é importante para evitar o abortamento de embriões em caso de estresse do ambiente (DOURADO NETO et al., 2014).

Segundo Bortolin et al., (2019) o sistema radicular das plantas pode ser influenciado pelos tratamentos contendo *Trichoderma* sp., isso porque a presença do fungo permite aumentar a superfície radicular e conseqüentemente a absorção dos nutrientes pelas plantas. Da mesma forma, as substâncias húmicas apresentam capacidade de estimular o sistema radicular, aumentando a ramificação e o número total de raízes e, conseqüentemente, também a biomassa (KELTING et al., 1997; ZANDONADI et al., 2007).

Em trabalho realizado por Guareschi et al. (2012) através da inoculação de *Trichoderma* sp. em culturas de soja e girassol, os autores afirmaram que as culturas na presença do fungo apresentaram maiores valores de matéria fresca de raízes, quando comparadas com a testemunha.

Para o número de grãos por vagem, os tratamentos diferiram significativamente da testemunha (Tabela 6). Nota-se que aplicação de *Trichoderma harzianum* apresentou valores de 2,43, Ácidos húmicos e fúlvicos 2,35 e *Trichoderma harzianum* + Ácidos húmicos e fúlvicos 2,53 enquanto a testemunha 2,13 grãos por vagem.

Em experimento realizado por Batista Filho et al. (2013) na cultura da soja, com o objetivo de avaliar o efeito de doses do bioestimulante Stimulate®, houve aumento de número de vagens, número de grãos por vagem e também produtividade. Resultados semelhantes foram encontrados por Dourado Neto et al. (2014), em trabalho que teve por objetivo avaliar o desempenho agrônômico das plantas e seu rendimento com o uso de bioestimuladores na cultura do feijão. Os autores verificaram que em diferentes aplicações, ocorreu aumento do número de grãos por planta e na produtividade.

Para a variável número de vagens por planta (Tabela 6), o tratamento *Trichoderma harzianum* + Ácidos húmicos e fúlvicos diferiu significativamente dos demais, apresentando 67,50 vagens por planta, enquanto a testemunha apresentou o menor número de vagens (53). O condicionador de solo e o *Trichoderma* quando aplicados de forma isolada não diferiram entre si.

Zandoná et al. (2019), realizaram trabalho com o objetivo de avaliar a interferência de insumos químicos e biológicos em tratamentos de sementes, no desenvolvimento e produção de soja. Para o número total de vagens, o tratamento contendo *Trichoderma* sp. e tratamentos conjugados com o produto biológico, aumentou em 77% o número de vagens, em comparação com a testemunha, aumentando também em 14% a produtividade.

Na mesma linha, Catuchi et al. (2016), conduziram trabalho em que tiveram como objetivo avaliar o desempenho da cultura da soja com relação à aplicação de ácidos fúlvicos e húmicos no sulco de semeadura e via foliar juntamente com herbicidas. Concluíram, os autores, que o ácido húmico em aplicação no sulco de semeadura e via foliar na dose de 380 g ha<sup>-1</sup> no estágio V4 da cultura da soja, promoveu aumento do crescimento vegetativo das plantas e aumentou do número de vagens por planta, repercutindo no aumento de produtividade de grãos.

Por sua vez na presente investigação científica, os dados referentes à produtividade, mostraram que o tratamento *Trichoderma harzianum* + ácidos húmicos e fúlvicos resultaram em maior produtividade quando comparado aos demais tratamentos (4.050 kg ha<sup>-1</sup>), diferindo estatisticamente dos demais. Já os tratamentos com ácidos húmicos e fúlvicos e o fungo *Trichoderma harzianum* não diferiram estatisticamente entre si, com 3.525 kg ha<sup>-1</sup> e a testemunha obteve menor produtividade com 3.180 kg ha<sup>-1</sup>.

Substâncias húmicas auxiliam na absorção de nutrientes devido ao aumento da permeabilidade da membrana celular, apresentam efeito hormonal e também reduzem os danos causados por estresse do ambiente (ASISK; KATKAT, 2013).

Em trabalho realizado por Batista et al. (2018), com aplicação de ácidos húmicos e fúlvicos na cultura do milho a fim de avaliar os componentes morfológicos e a produtividade, os autores concluíram que os compostos orgânicos não interferiram nas características morfológicas, rendimento e produtividade das plantas.

De acordo com afirmação de Harman (2000), o fungo *Trichoderma* spp. pode influenciar positivamente na produtividade das plantas, por produzirem metabólitos

secundários que podem ser considerados como antibióticos e enzimas líticas. Estes compostos são capazes de inibir e também eliminar os propágulos de fungos fitopatogênicos que são encontrados no solo e que podem atacar ou infestar as plantas do cultivo de interesse.

Além disso, a promoção do crescimento de plantas através da aplicação do fungo *Trichoderma* sp. pode estar relacionada a sua atuação no controle de microorganismos considerados prejudiciais e que estão no solo naturalmente (MACHADO et al., 2012). Ou ainda, afetarem a produção de hormônios e nos fatores de crescimento que favorecem a quantidade de nutrientes disponíveis e também no processo de absorção dos nutrientes (LUCON, 2009).

Em trabalho realizado por Chagas Júnior et al. (2014) com a cultura do feijão-caupi (*Vigna unguicula* L.) onde foram inoculados *Trichoderma* spp. na semente e no solo houve maior produtividade, acúmulo de biomassa e nodulação das plantas.

Desta maneira é possível inferir ainda que quando os produtos *Trichoderma harzianum* e ácidos húmicos e fúlvicos são aplicados em conjunto no sulco de cultivo de soja, os mesmos apresentam melhores resultados para as variáveis número de vagens por planta e produtividade em comparação quando aplicados isoladamente.

## 5 CONCLUSÕES

É possível a utilização de *Trichoderma harzianum* e ácidos húmicos e fúlvicos no tratamento de sementes de soja, sem efeitos negativos para os atributos de qualidade fisiológica;

A aplicação via sulco de semeadura de *Trichoderma harzianum* e ácidos húmicos e fúlvicos em soja foi positiva para tamanho de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade, não afetando os demais componentes de rendimento avaliados.

*Trichoderma harzianum* + ácidos húmicos e fúlvicos apresentam sinergismo e podem ser aplicados conjuntamente no tratamento de sementes e sulco de cultivo de soja.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na presente investigação científica, apesar de sólidos, não esgotam o assunto a que se propôs estudar. Contudo, pode-se claramente afirmar que se pode fazer a indicação do uso de *Trichoderma harzianum* e ácidos húmicos e fúlvicos no tratamento de sementes e sulco de cultivo de soja.

Em despeito disto, se torna necessário testar diferentes concentrações dos produtos usados em outras condições edafoclimáticas, para melhor quantificar os desempenhos fisiológicos e agronômicos.

## REFERÊNCIAS

ABRASEM, Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Instrução Normativa nº 45**, de 17 de setembro de 2013.

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. San Diego: Academic Press, p. 635, 1997.

ASISK, B. B.; KATKAT, A. V. Determination of effects on soil and liquid humic substances to plant growth and aim micronutrient availability. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, [S.l.], v. 11, n.2, p. 1182-1186, 2013.

ATIYEH, R. M.; LEE, S.; EDWARDS, C. A.; ARANCON, N. Q.; METZGEN, J. D. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. **Bioresource technology**, [S.l.], v. 84, n. 1, p.7-14, 2002.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos húmicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, suplemento, p. 856-881, 2014.

BATISTA FILHO, C. G.; DE MARCO, K.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; INOUE, M. H.; SILVA, E. S. Efeito do Stimulate nas características agronômicas da soja. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 2, n. 1, p. 76-86, 2013.

BATISTA, V. V.; ADAMI, P. F.; FERREIRA, M. L.; GIACOMEL, C. L.; SILVA, J. S.; OLIGINI, K. F.; Ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio na produtividade da cultura do milho. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, [S.l.], v. 12, n.3, p. 257-267, 2018.

BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODON, A. C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 249-260, 2004.

BERNARDES, F. M.; REIS, J. M. R.; RODRIGUES, J. F. Efeitos da aplicação de substância húmica em mudas de tomateiro. **Global Science and Technology**, [S.l.], v. 4, n.3, p. 92-99, 2011.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds Physiology of Development and Germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.1-18, 2000.
- BHERING, L. L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [S.l.], v.17, n.1, p.187-190, 2017.
- BORCIONI, E.; MÓGOR, A. F.; PINTO, F. Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n.3, p. 509-515, 2016.
- BORTOLIN, G. S.; WIETHAN, M. M. S.; VEY, R. T.; OLIVEIRA, J. C. P.; KÖPP, M. M.; SILVA, A. C. F. *Trichoderma* na promoção do desenvolvimento de plantas de *Paspalum regnellii* Mez. **Revista de Ciências Agrárias**. [S.l.], v. 42, n.1, p. 135-145, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Orgânicos**. 2016. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos>>. Acesso em 25 jul. 2019.
- CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. C. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2015.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CATUCHI, T. A.; PERES, V. J. S.; BRESSAN, F. V.; ARANDA, E. A.; SILVA, A. P. L. Desempenho produtivo da cultura da soja em razão da aplicação ácido húmico e fúlvico na semeadura e via foliar. **Colloquium Agrariae**, [S.l.], v. 12, n. Especial, p. 36-42, 2016.
- CHAGAS JÚNIOR, A. F.; OLIVEIRA, A. G.; SANTOS, G. R.; REIS, A. F. B.; CHAGAS, L. F. B. Promoção de Crescimento em Feijão-caupí Inoculado com Rizóbio e *Trichoderma* spp., no Cerrado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 190-199, jul-set, 2014.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Fechamento da safra 2018/19 aponta produção recorde de grãos de 242,1 milhões de t.** Brasília: Conab, 2019.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **A produtividade da soja: análises e perspectivas.** Brasília: Conab, 2016.

CONCEIÇÃO, P. M.; VIEIRA, H. D.; CANELLAS, L. P.; JÚNIOR, B. M.; OLIVARES, F. L. Recobrimento de sementes de milho com ácidos húmicos e bactérias diazotróficas endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.4, p.545-548, 2008.

COPPO, J. C.; MIORANZA, T. M.; COLTRO-RONCATO, S.; STARGALIN, J. R.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Sanidade e germinação de sementes de soja tratadas com extratos de plantas e fungos. **Revista de Ciências Agroambientais**, [S.l.], v. 15, n.2, p. 92-99, 2017.

COSTA, N. P.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MESQUITA, C. M.; TAVARES, L. C. V. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**. [S.l.], v. 18, n. 2, p. 232-237, 1996.

CUNHA, R. P.; VERGARA, R.; RODRIGUES, D. B.; SOARES, V. N.; BRUNES, A. P.; SCHUCH, O. B. Potencial de armazenamento de sementes de soja quimicamente tratadas. **Revista Científica Rural**. Bagé, v. 21, n. 1, p. 72-81, 2019.

DAROLT, M.R.; SKORA NETO, F. Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. **Revista plantio direto**, [S.l.], n. 70, jul. /ago. 2002. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora: p. 28-30. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/agroecologia/publicacoes/plantorganico2002.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/agroecologia/publicacoes/plantorganico2002.pdf)>. Acesso em: 25 jul. 2019.

DESER, Departamento de Estudos Socioeconômicos Rurais. **A cadeia produtiva da soja orgânica.** 2008. Disponível em: <[http://www.deser.org.br/publicacoes/15\\_Estudo%20Explorat%F3rio%20da%0Soja%20Org%E2nica.pdf](http://www.deser.org.br/publicacoes/15_Estudo%20Explorat%F3rio%20da%0Soja%20Org%E2nica.pdf)>. Acesso em: 23 mai. 2019.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 371-379, 2014.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja orgânica**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/soja-organica>>. Acesso em: 23 mai. 2019.

FARIA, A. Y. K.; ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; NETO, D. C. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químico e biológico. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.l.], v. 25, n.1, p. 121-127, 2003.

FILHO, M. R. C.; MELLO, S. C. M.; SANTOS, R. P.; MENÊZES, J. E. Avaliação de isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético *in vitro* e colonização endofítica de mudas de eucalipto. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, **226**. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008.

FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C. Seed production and technology for the tropics. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tropical soybean: improvement and production**. Roma: FAO, p. 217-240, 1994

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I. Características fisiológicas da semente: vigor, viabilidade, germinação, dano mecânico, tetrazólio, deterioração por umidade tetrazólio, dano por percevejo tetrazólio e sementes verdes. In: LORINI, I. (Ed.). **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil - safra 2016/17**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. p.73-96. (Embrapa Soja. Documentos, Referências 403)

FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

GAONKAR, V.; ROSENTRATER, K. A.; Soybean. IN: PAN, Z.; ZHANG, R.; ZICARI, S. **Integrated processing technologies for food and agricultural by-products**. EUA: Academic Press, 2019, p. 73-104.

GHAZANFAR, M. U.; RAZA, M.; RAZA, W.; QAMAR, M. I. Trichoderma as potential biocontrol agent, its exploitation in agriculture: a review. **Plant Protection**. [S.l.], v. 2, n. 3, p. 109-135, 2018.

GORGEN, C. A.; SILVEIRA NETO, A. N.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V. A.; LOBO JUNIOR, M. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n.12, p. 1583-1590, 2009.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; MACAGNAN, D.; TRAMONTINI, A.; GAZOLLA, P. R. Emprego de *Trichoderma* spp. no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e na promoção de crescimento vegetativo nas culturas de girassol e soja. **Global Science and technology**, Rio Verde, v. 5, n. 2, p.1-8, 2012.

GUIMARÃES, G. R.; PEREIRA, F. T.; MELLO, S. C. M.; CARVALHO, D. D. C. *Trichoderma harzianum* no tratamento de sementes de *Cladosporium herbarum*, *Sclerotinia sclerotiorum* e no aumento do crescimento do feijoeiro no Brasil. **Carderno de Pesquisa**. Santa Cruz do Sul, v. 30, n. 2, p. 28-37, 2018.

HAGN, A.; PRITSCH, K.; SCHLOTTER, M.; MUNCH, J.C. Fungal diversity in agricultural soil under different farming management systems, with special reference to biocontrol strains of *Trichoderma* spp. **Biology and Fertility of Soils**, [S.l.], v. 38, n. 1, p. 236-244, 2003.

HARMAN, G. E. *Trichoderma* species - opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Review Microbiology**, Londres, v. 2, p. 43-56, 2004.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes**: noções gerais. 2 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005.

HENNING, A. A.; CATTELAN, A. J.; KRZYZANOWSKY, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; COSTA, N. P. **Tratamento e inoculação de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA, 1994, 6 p.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

HIRAKURI, M. H.; LORINI, I. Conjuntura econômica da soja e metodologia de avaliação da qualidade. In: LORINI, I. (Ed.). **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil - safra 2016/17**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. p.73-96. (Embrapa Soja. Documentos, Referências 403).

INAGAKI, M. N.; JUNQUEIRA, C. P.; BELLON, P. P. Desafios da produção de soja orgânica como determinante à implantação de seu cultivo para fins comerciais na região oeste do Paraná. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 682-699, 2018.

KELTING, M.; HARRIS, R.; FANELLI, J.; APPLETON, B.; NIEMIERA, A. Humate-based biostimulants do not consistently increase growth of container-grown Turkish

Hazelnut. **Journal of Environmental Horticulture**, [S.l.], v. 15, n. 4, p. 197- 199, 1997.

KIM, C. S.; PARK, M. S.; KIM, S. C.; MAEKAWA, N.; YU, S. H. Identification of *Trichoderma*, a competitor of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*), and competition between *Lentinula edodes* and *Trichoderma* species in Korea. **The Plant Pathology Journal**, [S.l.], v. 28, n.1, p. 137-148, 2012.

KLAHOLD, C. A. **Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) a ação de bioestimulante**. 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2005.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Teste do hipoclorito de sódio para sementes de soja. Londrina: **Embrapa soja** (Circular técnica 37), 2004.

LIMA, F. S. O.; NOGUEIRA, S. R.; HOLDEFEL, K. K. B.; ARAUJO, J. D.; MURASHI, C. T. Promoção de crescimento e desenvolvimento inicial de mudas de abacaxi por *Trichoderma* sp. **Revista Integralização Universitária**, [S.l.], v. 5, n. 7, p. 57-63, 2012.

LUCON, C. M. M. - **Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma spp.*** Informações Tecnológicas. 2009. Disponível em: < [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/trichoderma/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm) >. Acesso em 23 de nov. 2019.

LUJAN, E. E. B. **Influencia de los ácidos húmicos y fúlvicos en el crecimiento y desarrollo en betarraga (*Beta vulgaris* L.) em condiciones de invernadero**. 2015. 83 f. Tesis (Ingeniero Agrónomo) - Facultad de ciências agrarias – Escuela profesional de ingeniería agrônoma, Trujillo, Perú, 2015.

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**. [S.l.], v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MARCONDES, M. C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I. C. B. Danos mecânicos e qualidade fisiológica de sementes de soja colhida pelo sistema convencional e axial. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 125-129, 2005.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MARIANI, C. M.; HENKES, J. A. Agricultura orgânica x agricultura convencional, soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. **Revista Gestão Sustentável Ambiental**, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 315-338, 2015.

MARTIN-CORDER, M. P. P.; MELO, I. S. de. Influência de *Trichoderma viride* e *T. koningii* na emergência de plântulas e no vigor de mudas de berinjela. **Revista Brasileira de Biologia**, v.57, n.1, p.39-45, 1997.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 107 p.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 13-18, 2009.

MIGLIORINI, P.; KULCZYNSKI, S. M.; SILVA, T. A.; BELLÉ, C.; KOCH, F. Efeito do tratamento químico e biológico na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de canola. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 788-801, 2012.

MONTALVÃO, S. C. L. **Potencial de *Trichoderma* spp. no biocontrole de doenças do tomateiro**. 2012. 124 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MULLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. In: **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina, PR: Mecnas, 2009. 314 p. ISBN 9788589687089. 1981.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 1-21, 1999.

NICCHIO, B.; BOER, C. A.; SIQUEIRA, T. P.; VASCONCELOS, A. C.; RESENDE, W. S.; LANA, R. M. Q. Ácido húmico e bioativador no tratamento de sementes de milho. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 2, n. 2, p. 61-73, 2013.

OLIVEIRA, J.; CHALLIOL, M. A. Garantia da qualidade orgânica da Soja Orgânica. In: MAZARO, S. M.; CHALLIOL, M. A.; ALBAN, A. A.; ZORZZI, I. C. **Sistema de Produção: Soja orgânica**. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, 2017.



PATEKOSKI, K. S.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. Patogenicidade de *Pythium aphanidermatum* a alface cultivada em hidroponia e seu biocontrole com *Trichoderma*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 45, n. 8, p. 805-810, 2010.

PENHA, L. A. O.; FONSECA, I. C. B.; MANDARINO, J. M.; BENASSI, V. T. A soja como alimento: valor nutricional, benefícios para a saúde e cultivo orgânico. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 91-102, 2007.

PEREIRA, P. C.; MELO, B. de; FREITAS, R.S. de; TOMAZ, M.A.; FREITAS, C. de J.P. Mudanças de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de matéria orgânica adicionada ao substrato. **Revista Verde**, Mossoró-RN, v.5, n.3, p.152-159, 2010.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B.; Produção de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3 ed. Pelotas: Ed. Universitária, p. 13-100, 2012.

PETTIT, R. E. **Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: their importance in soil fertility and plant health**. CTI Research, 2004, 15p. Disponível em: <<https://static1.squarespace.com/static/55c8cff5e4b0af53827c3795/t/56084ddbe4b0da24d92b6e73/1443384795781/Texas+A%26M+Study.pdf>>. Acesso: 19 jun. 2019.

PICCOLO, A.; CELANO, G.; PIETRAMELLARA, G. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*). **Biology and Fertility of Soils**, [S.l.], v. 16, n.1, p. 11-15, 1993.

REIS, M. R.; LEÃO, E. U.; SANTOS, G. R.; SARMENTO-BRUM, R. B. C.; GONÇALVES, C. G.; CARDON, C. H.; SILVA, D. B. Impacto de herbicidas em isolados de *Trichoderma* spp. **Planta Daninha**. Viçosa, v.31, n.2, p.419-426, 2013.

RESENDE, M. L.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; PINHO, R. G. V.; VIEIRA, A. R. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 793-798, 2004.

RESENDE, M. L.; PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M. Qualidade de sementes de milho (*Zea mays*) tratadas com fungicida e inoculadas com *Trichoderma harzianum*. **Revista Ciência Agronômica**, [S.l.], v. 36, n.1, p. 60-66, 2005.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H. **Substâncias húmicas aquáticas**: interações com espécies metálicas. São Paulo, UNESP. P. 120, 2003

RODRIGUES, L. A.; ALVES, C. Z.; REGO, C. H. Q.; SILVA, T. R. B.; SILVA, J. B. Humic acid on germination and rigor of corn seeds. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 1, p. 149-154, 2017.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIACOMO, S. R.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre a palhada de braquiária e sorgo. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p.622-630, 2011.

SANTOS, C. A. A toxicidade dos agrotóxicos usados na lavoura de soja na cidade de Catalão – GO e seus impactos no ambiente – um estudo de caso. **Revista Acadêmica do Instituto de Ciências Jurídicas**, [S.], v. 1, n. 1, p. 58-76, 2014.

SANTOS, K. R. A. **Análise da tolerância ao alumínio em *Trichoderma harzianum***. 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A.. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.], v. 32, n. 3, p. 35-41, 2010

SEDIYAMA, T. Tecnologias de produção e usos da soja. In: SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; BARROS, H. B. **Origem, evolução e importância econômica**. Londrina: Mecenaz, 2009.

TERRAZZAN, P.; VALARINI, P. J. Situação do mercado de produtos orgânicos e as formas de comercialização no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.39, n.11, nov. 2009.

VENDRUSCOLO, E. P.; SANTOS, O. F.; ALVES, C. Z. Substâncias húmicas na qualidade fisiológica de sementes de sorgo. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 3, n. 2, p. 169-177, 2014.

VENEGAS, F.; TOMAZELE, R.; FARIAS, L. N. Efeito de diferentes produtos para o tratamento de sementes no desenvolvimento inicial do algodoeiro (*Gossypium hirsotum*). **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Campo Grande, v. 14, n. 1, p. 41-50, 2010.

VERMA, M., BRAR S. K, TYAGI, R. D, SURAMPALLI, R. Y, VALÉRO, J. R. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp., Panoply of biological control. **Biochemical Engineering Journal**, Kansas City, v. 37, n. 1, p. 1-20, 2007.

WAGHUNDE, R. R.; SHELAKE, R. M.; SABALPARA, A. N. *Trichoderma*: A significant fungus for agriculture and environment. **African Journal of Agricultural Research**, [S.I.], v. 11, n. 22, p. 1952-1965, 2016.

ZANDONÁ, R. R.; PAZDIORA, P. C.; PAZINI, J. B.; SEIDEL, E. J.; ETHUR, L. Z. Chemical and biological seed treatment and their effect on soybean development and yield. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n.2, p. 559-565, 2019.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, p. 14-20, 2014.

ZANDONADI, D. B.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H<sup>+</sup> pumps activation. **Planta**, Berlin, v. 225, n.1, p. 1583-1595, 2007.