

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

LAIS VIOL SCATAMBULO

**ENSAIO COM INÓCULOS DE *Trichoderma asperellum* E LODO  
ATIVADO EM *Triticum sp.***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2017

LAIS VIOL SCATAMBULO

**ENSAIO COM INÓCULOS DE *Trichoderma asperellum* E LODO  
ATIVADO EM *Triticum sp.***

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental, do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Campo Mourão.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Agenor Alves Bueno.

Co-orientador: Prof. Me. Cristian Coelho Silva

CAMPO MOURÃO

2017



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Ambiental - DAAMB  
Curso de Engenharia Ambiental



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

ENSAIO COM INÓCULOS DE *Trichoderma asperellum* E LODO ATIVADO  
EM *Triticum sp.*

por

LAIS VIOL SCATAMBULO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 01 de agosto de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof. Dr. Paulo Agenor Alves Bueno

---

Prof. Me. Cristian Coelho Silva

---

Prof. Dr. Débora Cristina de Souza

---

Prof. Dr. José Hilário Delconte Ferreira

*O Termo de Aprovação assinado encontra-se na coordenação do curso de Engenharia Ambiental.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, ao merecedor de tudo, Deus, que me concedeu à vida, e com ela o privilégio de poder exercer uma profissão tão linda e digna, além de ter colocado em meu caminho pessoas que acrescentaram tanto no profissional quanto pessoal.

Aos meus pais, Otávio e Sônia, que foram meu alicerce nessa caminhada, agradeço todo o amor e força quando pensei em desistir de tudo, todo o apoio pelos anos longe de casa, vocês não mediram esforços para que eu realizasse esse sonho. Essa conquista é de vocês.

Aos meus familiares, agradeço todo o carinho e compreensão, por muitas vezes não estar presente em reuniões de família e datas tão importantes, quando estava longe ou atarefada.

Ao meu orientador, Paulo, por não ter desistido de mim quando eu mesma havia desistido, e por ter me dado forças e suporte para concluir esse trabalho. Obrigada por me deixar ser um pedaço desse seu objetivo maior, foi uma honra trabalhar com você.

Aos meus amigos de Campo Mourão e Santa Cruz, agradeço por toda força nesses anos de caminhada, por entenderem quando precisei me ausentar, por não deixar nossa amizade se abalar com a distância, e por torcerem tanto pela minha vitória. Eu os amo de todo coração.

Aos colegas de projeto e amigos que me ajudaram em noites e finais de semana na conclusão desse trabalho, o meu muito obrigada. Sem vocês seria um caminho longo e solitário.

A todos os meus professores, obrigada pelos ensinamentos passados, e por me ajudarem a descobrir minha paixão e vocação neste curso.

E por último, mas não menos importante, a minha vó Antônia, que não conseguiu me ver concluindo esta etapa, muito obrigada por todo apoio e força, por ter tanto orgulho de mim e da profissão que escolhi. Dedico todo este trabalho a senhora.

Meus sinceros agradecimentos, tenho um carinho imenso por cada um de vocês.

## RESUMO

SCATAMBULO, Lais Viol. **Ensaio com Inóculos de *Trichoderma asperellum* e Lodo Ativado em *Triticum sp.*** 2017. (41f). Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão – PR, 2017.

A preocupação com a maneira com que a agricultura tradicional vem utilizando os insumos agrícolas para produção em maior escala, tem preocupado a população sobre seus efeitos e com isso promovendo pesquisas no ramo por alternativas que aumentem a produção agrícola sem prejudicar o meio ambiente e a saúde humana. Este trabalho visou avaliar diferentes concentrações de inóculos de *Trichoderma asperellum* e lodo ativado na germinação e desenvolvimento da cultura do trigo, como promotores de crescimento. O experimento foi dividido em duas etapas, (4x4) em condições experimentais, utilizando tratamentos com água destilada e inóculos de *Trichoderma asperellum*; e no cultivo, além destes, concentrações de lodo ativado em sua composição. As variáveis analisadas foram taxa de germinação (TG), índice de velocidade de germinação (IVG) tempo médio de germinação (TMG), fitomassa fresca das partes aéreas, das raízes e das plântulas, e fitomassa seca das partes aéreas, das raízes e das plântulas, altura das plantas e número médio de folhas por planta. Na germinação em condições experimentais e no cultivo observa-se que os experimentos que tinham em sua composição o inóculo tiveram um resultado maior do que o controle, com índices médios de 95% de sucesso. Observou-se uma diferença significativa na variável de massa fresca e seca da parte aérea, indicando um aumento no acúmulo de biomassa da planta, sendo o experimento com inóculo de 1% o que apresentou maior ganho. As concentrações escolhidas de lodo neste trabalho não foram ideais, e juntamente com o inoculante, é possível que tenha impedido ou retardado a germinação da planta. Por todos os resultados obtidos, verificou-se que o inóculo com *Trichoderma asperellum* promoveu o crescimento da cultura do trigo, aumentando a biomassa da parte aérea da planta.

Palavras-chave: Agricultura. Controle biológico. Biofertilizante. *Trichoderma asperellum*.

## ABSTRACT

SCATAMBULO, Lais Viol. **Test with an inoculum of *Trichoderma asperellum* and activated sludge in *Triticum sp.*** 2017. (41f). Completion of course work. Bachelor in Environmental Engineering. Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão - PR, 2017.

The use of agricultural inputs for large scale production by the traditional agriculture is concerning the population about its effects and, consequently, it is fomenting researches in the field for alternatives that increase de agriculture production without harming the environment and the human health. This study aims to evaluate different concentrations of *Trichoderma asperellum* inoculum and activated sludge in the germination and growth of a wheat crop, as growth generators. The experiment was divided into two stages, by adopting a design experiment (4x5) and (4x4). The experiment used distilled water and an *Trichoderma asperellum* inoculum in experimental conditions and, besides these, concentrations of activated sludge in the cultivation. The analyzed variables were germination rate (BT), germination speed index (GSI), average germination time (UTC), fresh biomass of aerial, roots and seedling parts, dry biomass of aerial, root and seedling parts, plant height and number of leaves per plant. In the experimental conditions and cultivation, it was possible to observe that the experiments containing the Inoculum had a better result than the control one, with average rates of 95% of success. It was noted a significant difference in the fresh and dry mass variables of the aerial part, which indicates a raise in the accumulation of plant biomass, such that the experiment with 1% of Inoculum presented the best return. The chosen concentrations of activated sludge were not ideal, and when added with the Inoculum, it is possible that it has stopped or slowed up the plant germination. By all the results, it was possible to conclude that the Inoculum with *Trichoderma asperellum* has promoted a growth of the wheat crop, by increasing the biomass of the aerial part of the plant.

Palavras-chave: Agriculture. Biological Control. Biofertilisers. *Trichoderma asperellum*.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
2.1	Objetivo geral .....	11
2.2	Objetivos específicos .....	11
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
4.1	Obtenção do material vegetal.....	15
4.2	Obtenção do <i>Trichoderma asperellum</i> .....	15
4.3	Ensaio para avaliação da eficiência do biofertilizante .....	15
4.3.1	Método de plantio.....	15
4.3.2	Fase de germinação.....	16
4.3.3	Na fase tardia (cultivo) .....	16
4.4	Análise das variáveis ao longo do desenvolvimento do cultivo de trigo 17	
4.5	Teste estatístico .....	20
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>22</b>
5.1	Taxa de germinação em condições experimentais x Cultivo .....	22
5.2	Índice de velocidade de germinação .....	25
5.3	Tempo médio de germinação .....	25
5.4	Massa fresca e seca da raiz .....	26
5.5	Massa fresca e seca da parte aérea .....	27
5.6	Análise de desenvolvimento do trigo no cultivo .....	29
5.7	Altura média da planta.....	32
5.8	Número médio de folhas por planta.....	34
5.9	Fitomassa fresca e seca das raízes e parte aérea .....	34
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população, juntamente com a expansão econômica em todo o mundo impulsionou uma maior demanda do setor alimentício, e como consequência intensificou o uso de agrotóxicos nesse processo. Esse sistema gerou preocupações no uso destes insumos nos produtos consumidos pela população, e a redução de seu uso minimizaria impactos na saúde e no meio ambiente; pois, além de nocivos, possuem um alto custo de aquisição e aplicação.

Com a Revolução Verde, após o fim da Segunda Guerra Mundial, o uso de insumos químicos aumentou, com a intenção de uma produção a larga escala e custo mais baixo. Porém, seu uso indevido acarretou consequências tanto ao meio ambiente, como poluição do solo, água, flora e fauna; como para a população (SERRA et al., 2016). Em decorrência disso, nos últimos anos, houve um aumento da procura por uma alimentação mais saudável e menos prejudicial a saúde, surgindo o desafio de promover meios para garantir a viabilidade do setor agrícola de uma forma mais limpa.

Assim, novas técnicas ganharam espaço no mercado, e o controle biológico foi uma delas. Em uma breve definição, controle biológico é uma ação utilizando inimigos naturais, que regula uma população de praga, seja de animais ou plantas (PALLINI, 2009). Dessa forma, os fertilizantes biológicos ganharam espaço no mercado. É considerado um produto natural obtido através da fermentação de materiais orgânicos com água por processos aeróbicos ou anaeróbicos (SILVA et al., 2007). Comparado aos agrotóxicos, são de fácil aplicação, e apresentam vantagens como o aumento da quantidade de matéria orgânica no solo e melhor textura, deixando-o propício para o crescimento das plantas.

Dependendo de sua composição, os biofertilizantes podem potencializar e melhorar seu efeito na planta quando adicionados bactérias, leveduras e outros microrganismos, tendo como resultado o combate à problemas enfrentados pelos agricultores de uma maneira menos agressiva ao meio ambiente. Ainda assim, é importante ressaltar que a escolha do agente, o solo de aplicação e a



cultura cultivada são fatores que influenciam diretamente na eficiência do fertilizante (SILVA et al., 2007).

Diversos produtos biológicos são estudados hoje, e um fungo muito utilizado para controle de patógenos de solo e proteção de plantas é do gênero *Trichoderma* (SILVA, 2011). Devido a sua fácil disponibilidade e características favoráveis, esse tipo de fungo vem sendo muito estudado, pois possui uma variabilidade entre as linhagens na atividade de biocontrole de plantas, propriedades fisiológicas e bioquímicas, adaptabilidade ecológica, entre outros (SILVA; MELLO, 2007).

O gênero *Trichoderma* é o agente biológico de doenças de plantas mais estudado atualmente, devido as descobertas de seus benefícios. É muito comum vê-lo empregado para patógenos como mofo, fungos que causam podridão radicular, murchamento de folhas, tombamento, para as mais diversas culturas como milho, trigo, morango, girassol, tomate, feijão, soja, entre outros.

Outra alternativa que vem sendo alvo recente de pesquisas é o uso de lodo ativado na agricultura, proveniente do processo de tratamento de esgoto. O interesse do lodo como fertilizante, se deve ao fato de trazer benefícios como fósforo e nitrogênio ao solo, além de zinco, ferro e manganês. Alguns países já adotam a prática de adição de lodo ativado no solo há alguns anos, e tem estudos para desenvolvimento de prevenções contra possíveis problemas causados pelos contaminantes presentes nesse efluente, como por exemplo metais tóxicos e patógeno (SAITO, 2007).

Ao associar as técnicas de fertilizantes biológicos e lodo ativado em um solo com propriedades positivas às plantas pode-se obter resultados promissores.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações do inóculo de *Trichoderma asperellum*, promotor de crescimento e agente de controle biológico, e do lodo ativado no desenvolvimento da cultura do trigo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Verificar o efeito de diferentes concentrações de inóculos de *Trichoderma asperellum* e de lodo ativado no desenvolvimento de *Triticum sp.*

### 2.2 Objetivos específicos

- Comparar diferentes concentrações de inóculos de *Trichoderma asperellum* na germinação de *Triticum sp.* em condições experimentais;
- Comparar diferentes concentrações de inóculos de *Trichoderma asperellum* e lodo ativado na germinação de *Triticum sp.* em condições de cultivo;
- Comparar diferentes concentrações de inóculos de *Trichoderma asperellum* e lodo ativado no crescimento de *Triticum sp.* em condições de cultivo.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O uso de agrotóxicos na agricultura ainda é um problema, tornando o Brasil um dos maiores consumidores desse produto desde 2008. Agrotóxicos são produtos químicos utilizados para combater pragas ou doenças em produtos agrícolas ou pastagens, modificando sua composição para preservá-los dos danos de seres vivos nocivos. São utilizados para potencializar a produção de seus produtos; porém, em quantidade inadequada, podem contaminar o solo, corpos hídricos, alterar ecossistemas e ser prejudicial à saúde humana (BOHNER; ARAÚJO; NISHIJAMA, 2013).

Com a intenção de diminuir o uso destes herbicidas, optam-se pelos fertilizantes biológicos, também conhecidos como adubo biológico ou biofertilizante. É um subproduto natural obtido através da fermentação de materiais orgânicos com água por processos aeróbicos ou anaeróbicos. Dependendo do material utilizado, podem apresentar uma composição complexa, porém com praticamente todos os elementos necessários à nutrição vegetal. Junto a ele podem ser adicionados bactérias, leveduras e outros microrganismos a fim de potencializar e melhorar seu efeito quando aplicado na agricultura, tendo como resultado o combate à problemas enfrentados pelos agricultores de uma maneira menos agressiva ao meio ambiente (SILVA et al., 2007).

Um fungo muito utilizado nesta técnica é *Trichoderma spp.* É um fungo filamentoso, de família *Hypocreaceae*, também conhecido como bolor, frequente em quase todos os tipos de solo, porém mais encontrado em regiões de clima tropical e associado tanto a matéria orgânica morta quanto às raízes das plantas (LUCON; CHAVES; BACILIERI, 2014). Este fungo tem a capacidade de tolerar amplas faixas de temperatura, alta agressividade contra fungos patogênicos, é um antagonista altamente variável, eficiente na produção de enzimas polissacarídeas, proteases e lipases com finalidade industrial, além de sua eficiência na utilização de nutrientes e rápido crescimento (SILVA; MELLO, 2007).

As doenças que acometem as plantas cultivadas diminuem sua produtividade por todo o mundo. Assim, *Trichoderma spp.* como biocontrole age com mecanismos de competição, antibiose, parasitismo e indução da resistência

para atuar de forma preventiva nesses patógenos. Além do biocontrole, pode favorecer o crescimento e produtividade das plantas, dependendo da planta cultivada pelo produtor e as práticas culturais adotadas (LUCON; CHAVES; BACILIERI, 2014).

Este fungo é utilizado para vários fins, podendo ter caráter preventivo, quando age e controla alguns tipos de doenças comuns em plantas; para extrair o fósforo do solo e assim libera-lo para a planta; e também como produtor de hormônios, onde auxiliam as plantas na promoção do crescimento da raiz, trazendo benefícios as mesmas. Há conhecimento que este gênero seja eficiente contra doenças como *Fusarium*, *Phytium*, *Rizocthonia*, entre outros (ZUCCHI, 2010).

Mesmo com o aumento do interesse nestes fungos nos últimos anos devido a sua eficiência como agente de biocontrole de patógenos em diferentes situações, carece um pouco de informações quando aplicado em algumas culturas. O controle biológico é interessante quando outros métodos não são eficientes ou são limitados, fornecendo resultados em um período mais rápido (SANTIN; MATSUMURA, 2008).

Em um experimento utilizou-se *Trichoderma spp.* no crescimento do feijoeiro e no controle de antracnose, e resultaram em aumentos significativos na produção de matéria seca das plantas de feijão quando comparadas ao tratamento de controle, além de observaram uma diminuição na severidade da doença, considerando que isso ocorreu devido à indução da resistência ativada pelo *Trichoderma spp.* (PEDRO et al., 2012). SILVA et al. (2011) realizaram o mesmo experimento, porém analisaram o crescimento do pepineiro, e obtiveram resultados semelhantes, com maior aumento do número de matéria seca e redução significativa dos sintomas da doença.

Quando se pensa na produção do inóculo, há diversas alternativas que podem ser utilizadas para sua fabricação. Atualmente tem-se estudado muito os efeitos dos inóculos de microrganismos nas plantas, onde tem sido eficiente para promoção de crescimento, aumento de biomassa, e como controle biológico.

Além do uso desses biofertilizantes, outro método que vem ganhando espaço nas últimas duas décadas é o lodo ativado, originado do tratamento de esgoto, e possui composição complexa. Esses tratamentos são necessários para evitar a poluição de corpos hídricos, solo, entre outros; e também para

adequar esses efluentes aos padrões da legislação vigente. O interesse do lodo como fertilizante, se deve ao fato de trazer benefícios como fósforo e nitrogênio ao solo, além de zinco, ferro e manganês, aumento do teor de matéria orgânica (SAITO, 2007).

Quando associados, os fertilizantes biológicos e o lodo ativado podem tornar um solo pobre em propício para o desenvolvimento, dependendo da composição de cada uma dessas duas variáveis, levando em consideração a cultura escolhida para o cultivo.

O trigo (*Triticum sp.*) é um cereal e pertence à família *Poaceae*, possuindo várias espécies, sendo a mais comum *Triticum aestivum* L. É uma cultura de inverno, importante na sucessão e rotação de culturas, pois melhora a recuperação e propriedades do solo, auxilia no controle de plantas daninhas, e na manutenção do solo. A temperatura ideal para o seu desenvolvimento é em torno de 20°C (SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015). O trigo é um dos três cereais mais cultivados no mundo, seguido do milho e do arroz (TAKEITI, 2015). Na indústria, é muito utilizado como matéria-prima para a fabricação de produtos panificáveis, como massas, pães, biscoitos etc.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O ensaio agrícola foi realizado no laboratório de Ecologia e Biologia Molecular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Campo Mourão, no período de 12 abril a 14 maio de 2017.

### **4.1 Obtenção do material vegetal**

Para o ensaio foram utilizadas sementes de trigo da variedade FPS Certero, categoria C1, da safra de 2016/2016, cedidas pela loja agropecuária Fundação Pro Sementes, em Campo Mourão – PR, sem nenhum tratamento prévio.

### **4.2 Obtenção do *Trichoderma asperellum***

A cepa de fungo utilizada nos testes pertence ao isolado de *Trichoderma asperellum* (Quality), denominado SF 04 (URM-5911) em concentração previamente informada em rótulo de  $1,0 \times 10^{10}$  UFC/g de um inoculante líquido comercial.

### **4.3 Ensaio para avaliação da eficiência do biofertilizante**

#### **4.3.1 Método de plantio**

Para o estudo, dois experimentos independentes e com diferentes condições foram conduzidos simultaneamente, denominados fase de germinação e fase tardia ou de desenvolvimento. A fase de germinação teve duração de 8 dias e ocorreu em placas de Petri, em condições controladas de temperatura, luz e umidade, em câmara de germinação. Também se observou a germinação em recipientes plásticos em laboratório, onde estes ficaram próximos à janela, porém não houve controle das variáveis. A fase de desenvolvimento teve sequência apenas nos recipientes plásticos por mais 24 dias.

#### 4.3.2 Fase de germinação

Em câmara, as placas de Petri continham 9 sementes cada, divididos em quatro grupos com cinco repetições, e continham uma folha de papel filtro umedecida com água destilada para o controle, e água destilada adicionada de três borrifadas diárias de concentrações de inóculo 0,1%, 0,5% e 1% para cada tratamento, respectivamente (PESSOTTO; PASTORINI, 2007). Foram mantidas por oito dias, com temperatura de 20°C e fotoperíodo de 14 horas (CARISSIMI, 2006).

Nos recipientes as condições eram diferentes, pois não foi medida temperatura, pH, umidade ou luz. O experimento foi realizado em laboratório, e continham 30 sementes cada, divididos em quatro grupos com quatro repetições. O primeiro tratamento conteve apenas substrato e adição de água destilada, sendo denominado controle, e os demais tratamentos diferenciaram-se entre si pela concentração de lodo ativado e inóculo.

Como substrato para cultivo do trigo em laboratório, foi utilizado areia esterilizada em autoclave (121°C, 1 atm), a fim de garantir somente a presença de *Trichoderma asperellum* no meio após a inoculação; e concentrações de lodo ativado sem critério de escolha definido, para aumentar os nutrientes do meio. Colocou o substrato em potes plásticos com capacidade de um litro, utilizando 3/5 de sua altura, em média 545g, e adicionou 20% (109 g), 40% (218 g) e 60% (327 g) de lodo ativado em cada recipiente respectivo. Misturou-se bem, e perfurou-se 10 vezes com 2 a 3 cm de profundidade, e em cada buraco foi adicionado 3 sementes de trigo, totalizando 30 sementes (CARISSIMI, 2006).

Durante os oito dias, realizou-se diariamente a rega com água destilada para todos, e concentrações de inóculo 0,1%, 0,5% e 1% respectivas a cada tratamento.

#### 4.3.3 Na fase tardia (cultivo)

A fase tardia deu-se em sequência da germinação apenas nos recipientes. Após o 8º dia de plantio, todos os tratamentos e o controle receberam doses diárias de adubo NPK 30:10:10, próprio para esta cultura



(CARISSIMI, 2006). A aplicação do inoculante continuou ocorrendo, porém feita a cada quatro dias, até o fim do experimento.

As composições de todos os tratamentos podem ser conferidas a seguir (Tabela 1).

**Tabela 1: Composição dos tratamentos do experimento em cultivo em laboratório, em que teve a presença das concentrações de inóculos e lodo ativado.**

TRATAMENTO	I <sub>0</sub> (SEM INÓCULO)	I <sub>1</sub> (INÓCULO 0,1%)	I <sub>2</sub> (INÓCULO 0,5%)	I <sub>3</sub> (INÓCULO 1%)
L <sub>0</sub> (SEM LODO)	Substrato	Substrato + I <sub>1</sub>	Substrato + I <sub>2</sub>	Substrato + I <sub>3</sub>
L <sub>1</sub> (LODO 20%)	Substrato + 20% lodo	Substrato + 20% lodo + I <sub>1</sub>	Substrato + 20% lodo + I <sub>2</sub>	Substrato + 20% lodo + I <sub>3</sub>
L <sub>2</sub> (LODO 40%)	Substrato + 40% lodo	Substrato + 40% lodo + I <sub>1</sub>	Substrato + 40% lodo + I <sub>2</sub>	Substrato + 40% lodo + I <sub>3</sub>
L <sub>3</sub> (LODO 60%)	Substrato + 60% lodo	Substrato + 60% lodo + I <sub>1</sub>	Substrato + 60% lodo + I <sub>2</sub>	Substrato + 60% lodo + I <sub>3</sub>

Fonte: Autoria própria.

#### 4.4 Análise das variáveis ao longo do desenvolvimento do cultivo de trigo

Para a avaliação do efeito do inóculo sobre o desenvolvimento inicial e tardio da espécie *Triticum sp.* foram utilizadas nove variáveis. Para o desenvolvimento inicial foram utilizadas cinco delas, sendo: taxa de germinação (TG), índice de velocidade de germinação (IVG) tempo médio de germinação (TMG), fitomassa fresca das partes aéreas, das raízes e das plântulas, e fitomassa seca das partes aéreas, das raízes e das plântulas. As demais variáveis foram altura das plantas, número médio de folhas por planta, fitomassa fresca das partes aéreas, das raízes e total de plantas, e fitomassa seca das partes aéreas, das raízes e total de plantas, utilizadas no desenvolvimento tardio da cultura (Quadro 1) (LACERDA et al., 2011).

**Quadro 1: Sumário adaptado de Lacerda et al. (2011), das variáveis para a avaliação dos diferentes tratados sobre o desenvolvimento inicial e tardio da espécie *Triticum sp.***

		Variáveis	Procedimentos
		<b>Estágio do desenvolvimento</b>	<b>Inicial</b>
Índice de velocidade de germinação (IVG)	Foram efetuadas contagens diárias das plântulas emergidas durante os oito dias.		
Tempo médio de germinação (TMG)	Contagem de sementes germinadas diariamente, durante os oito dias do teste de germinação.		
Fitomassa fresca das partes aéreas, das raízes e total das plântulas	Logo após os oito dias de sementeira, as massas das partes aéreas e das raízes das plântulas foram determinadas por meio de balança analítica digital e os dados foram anotados.		
Fitomassa seca das partes aéreas, das raízes e total das plântulas	Após a determinação da fitomassa fresca, as partes das plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 65°C,. Após três dias, foram determinadas as fitomassas secas das partes vegetais.		
<b>Tardio</b>	Altura da planta*		Foram determinadas a cada 4 dias, e depois de visualizado uma estabilização, foi medido a cada semana.
	Número médio de folhas por planta		Foi determinado a cada 4 dias, por meio de contagem simples das folhas de cada planta das unidades experimentais.
	Fitomassa fresca das partes aéreas, das raízes e total das plantas		Logo após o fim do experimento, as massas das partes aéreas e das raízes das plântulas foram determinadas por meio de balança analítica digital e os dados foram anotados.
	Fitomassa seca das partes aéreas, das raízes e total das plantas		Após a determinação da fitomassa fresca, as partes das plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 65°C, Após três dias, foram determinadas as fitomassas secas das partes vegetais.

Fonte: Lacerda et al. (2011).

Realizou-se a contagem diária de sementes germinadas e plântulas emergidas em cada unidade experimental.

Ao fim do oitavo dia, foi possível contabilizar a Taxa de Germinação (TG), através da contagem do número de plântulas normais de cada unidade. Para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), foram feitas contagens diárias das plântulas emergidas durante os oito dias. No Tempo Médio de Germinação (TMG), levou-se em consideração a contagem de sementes germinadas diariamente durante o experimento (LACERDA et al., 2011).

O índice de velocidade de germinação (IVG) pôde ser calculado seguindo a fórmula proposta por Maguire (1962) (1), e, segundo o autor, quanto maior for o índice, maior será sua velocidade de germinação.

$$IVG = \frac{G1}{T1} + \frac{G2}{T2} + \dots + \frac{Gi}{Ti} \quad (1)$$

Onde:

IVG = Índice de Velocidade de Germinação;

G1, G2, Gi = número de plântulas na primeira, na segunda e na última contagem;

T1, T2, Ti = número de dias da primeira, da segunda e da última contagem.

Para o cálculo do tempo médio de germinação (TMG), utilizou-se a fórmula proposta por Labouriau (1983) (2), onde os resultados são expressos em dias.

$$TMG = \frac{\sum Ni \cdot Ti}{\sum Ni} \quad (2)$$

Onde:

TMG = Tempo Médio de Germinação (dias);

Ni = número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem;

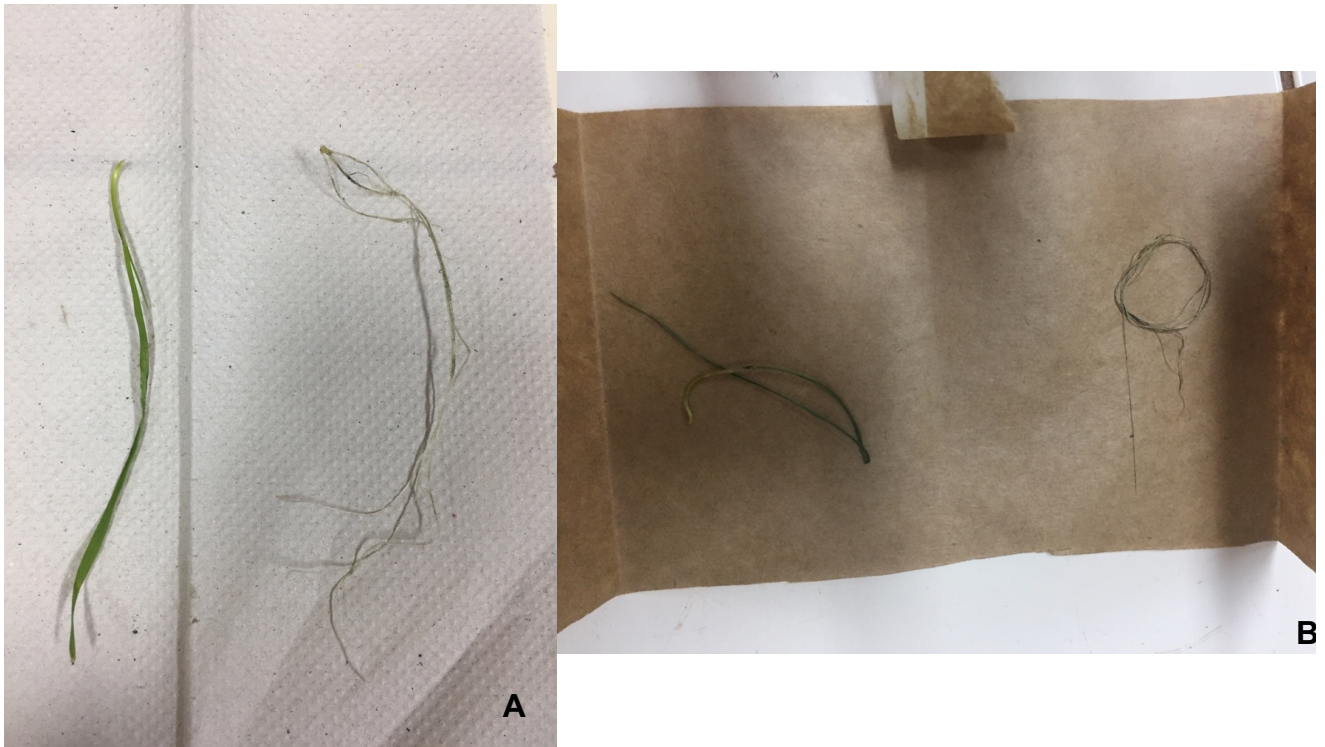
Ti = tempo decorrido entre o início da germinação e a última contagem.

Após o fim do experimento de germinação nas placas, as massas das partes aéreas e das raízes, tanto seca quanto úmida, de todas as plântulas, foram determinadas por meio de balança analítica de precisão. Para a massa úmida, foi pesada retirando-se a semente logo após o fim do experimento. Para a massa seca, acondicionou-se as raízes e parte aérea em sacos de papel Kraft, e deixados em estufa a 65°C por 72 horas (Figura 1)(LACERDA et al., 2011).

Para a fase tardia, seguiu-se observando a taxa de germinação da cultura até não haver mais mudança, além das variáveis para este estágio do experimento. Na altura da parte aérea das plantas, foi utilizada uma régua de 30 cm de comprimento, colocada rente ao solo, e medida a cada quatro dias. A contagem do número de folhas por planta deu-se a cada vez que a altura era medida, ou seja, também a cada quatro dias.

Como a segunda fase do experimento não saiu como planejada, não foi possível medir a fitomassa úmida e seca das plantas.

**Figura 1: Massa fresca da raiz e parte aérea quando úmida e depois de seca em estufa por 72 horas a 65°C.**



Massa fresca da parte aérea e raiz (A); Massa seca da parte aérea e raiz após estufa por 72 horas (B).

#### 4.5 Teste estatístico

Os testes foram aplicados apenas nas variáveis de fitomassa fresca e seca da raiz e parte aérea das plantas na germinação em condições experimentais.

O teste ANOVA de um critério indica se há ou não diferença significativa entre os dados observados nas amostras quando  $p < 0,05$ , com probabilidade 5%. Quando paramétrico, o teste de *Tukey* foi aplicado para comparar cada uma das amostras entre si, e quando desiguais, aplicou-se o teste de *Kruskall-Wallis*. O teste de estatística descritiva consiste em sumarizar os dados coletados – da amostra ou população –, ordenando-os e classificando-os, para torná-los de fácil entendimento, conforme o tipo de variável que está em estudo (AYRES et al.,

2007). Este último foi aplicado para averiguar se tal significância foi positiva ou negativa com relação ao ganho de massa das raízes e parte aérea da planta.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

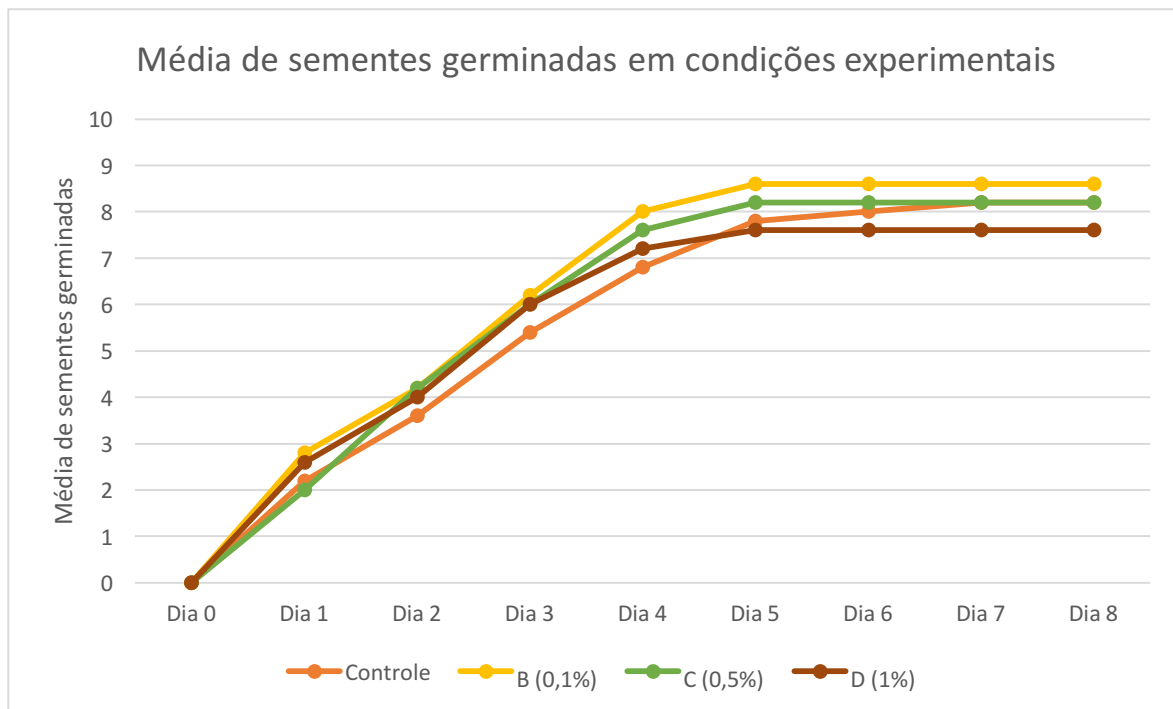
### 5.1 Taxa de germinação em condições experimentais x Cultivo

Em estufa, todos os tratamentos e o controle iniciaram suas germinações a partir do segundo dia, e foram se desenvolvendo praticamente iguais ao longo do experimento. Nota-se também, logo no segundo dia, que a velocidade de germinação no controle foi um pouco mais lenta, e teve todas as sementes germinadas no sexto dia. Os experimentos com inóculos tiveram uma mesma velocidade de germinação, porém, nota-se uma diferença entre as concentrações de 0,1% e 1%, que tiveram um maior e menor desenvolvimento respectivamente (

Gráfico 1). Ainda assim, a porcentagem de sementes germinadas para todos foi praticamente igual, chegando a uma média de 90% ( Tabela 2) (Figura 2).

Um experimento de campo em Passo Fundo (RS), obteve resultados diferentes, mostrando que *T. harzianum* aumentou significativamente a emergência e o rendimento de grãos da cultura de milho, indicando que a aplicação do inóculo nesta etapa pode aumentar a emergência de plântulas (LUZ, 2001). Ao verificar a influência do *Trichoderma spp.* no tratamento de sementes de arroz cultivar IRGA 424 Ri, notaram resultados de emergência positivos, maiores para os tratamentos do que para o controle, diferindo dos resultados encontrados neste trabalho (CADORE et al., 2016). König et al. (2011) verificaram um aumento na taxa de germinação das sementes de feijão com isolados de *Trichoderma sp.* Jungles et al. (2016) notaram um aumento da emergência de plântulas de canafístula que foram tratadas com *Trichoderma spp.*

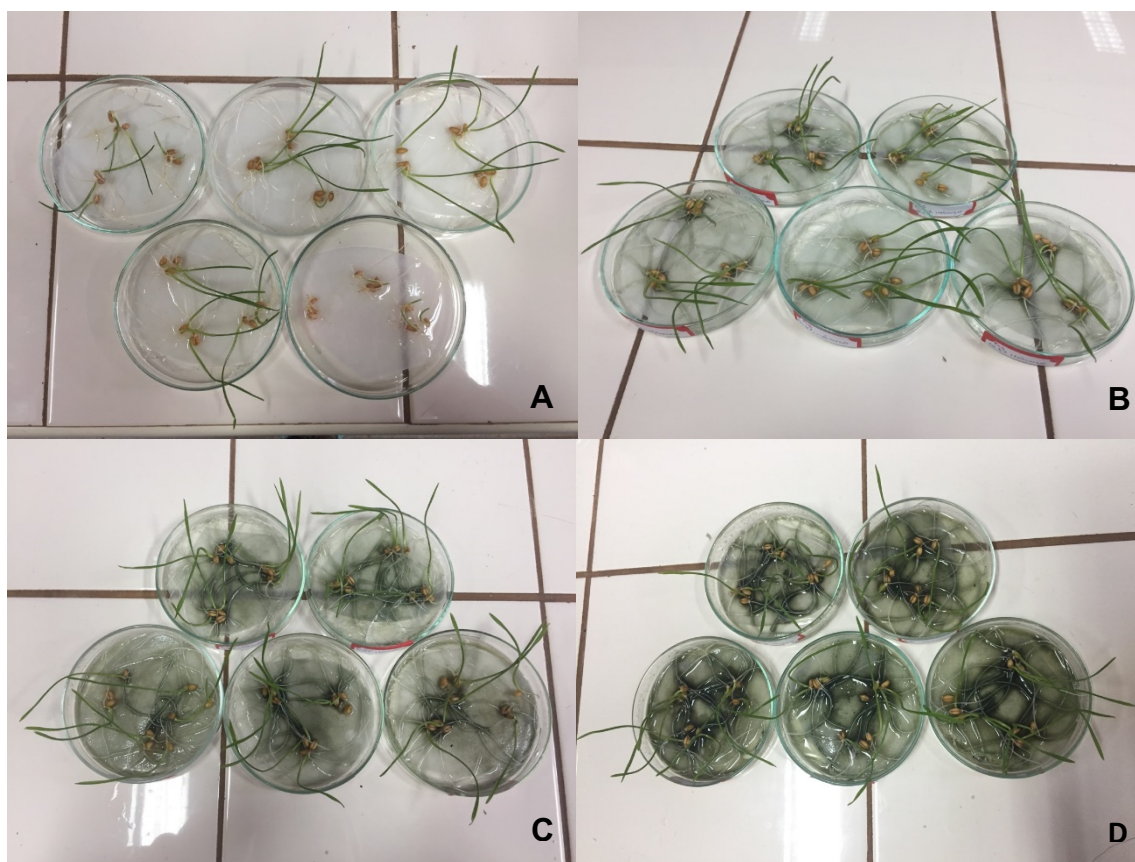
**Gráfico 1: Média de sementes germinadas em condições experimentais.**



**Inóculo 0,1% (B); Inóculo 0,5% (C); Inóculo 1% (D).**

**Fonte: Autoria própria.**

**Figura 2 - Fim da fase de germinação em condições experimentais.**



**Controle (A); Inóculo 0,1% (B); Inóculo 0,5% (C); Inóculo 1% (D).**

**Fonte: Autoria própria.**

Os tratamentos do cultivo que tinham em sua composição o lodo ativado não obtiveram nenhuma germinação.

A velocidade de germinação no cultivo teve um comportamento semelhante, pois também germinaram todas até o 5º dia; porém a concentração de inóculo 0,5% obteve o menor desempenho de todos os experimentos. A concentração de 0,1% e 1% obtiveram a maior porcentagem de sementes germinadas, chegando a 97%; enquanto que para a concentração de 0,5% teve apenas 57%, e algum fator provavelmente interferiu nesse resultado (Tabela 2)

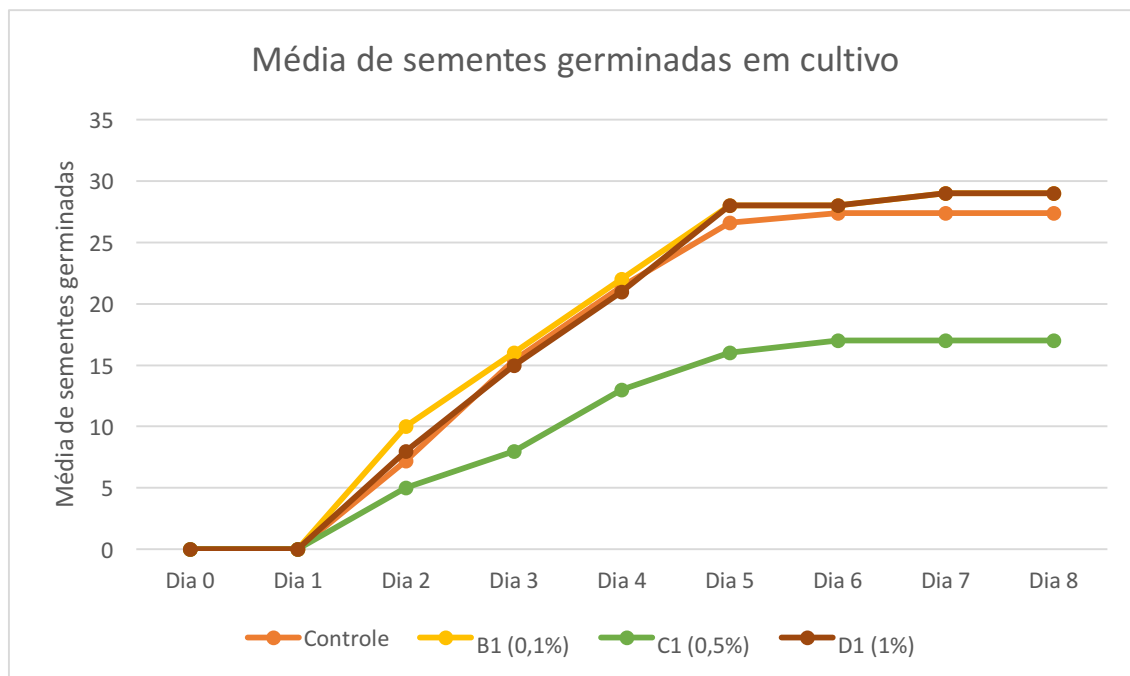
Gráfico 2).

**Tabela 2: Porcentagem de germinação em condições experimentais e em cultivo.**

	Controle	Inóculo 0,1%	Inóculo 0,5%	Inóculo 1%
% Germinação experimental	91	96	91	84
% Germinação cultivo	91	97	57	97

Fonte: Autoria própria.

**Gráfico 2: Média de sementes germinadas em cultivo sem presença de lodo ativado, em laboratório.**



**Inóculo 0,1% (B1); Inóculo 0,5% (C1); Inóculo 1% (D1).**

Fonte: Autoria própria.



## 5.2 Índice de velocidade de germinação

Para esta variável, substituiu-se a média dos valores coletados ao longo dos dias na equação (2), descrita na metodologia. O resultado obtido indica que a maior concentração em condições experimentais foi a de 0,1%, seguido da concentração 1%, 0,5% e por fim o controle. Para o cultivo, pela fórmula os maiores valores se encontram nas concentrações 0,1% e 1%. A concentração 0,5% teve o menor valor encontrado (Tabela 3), e pode ter sido por um erro de manipulação lugar em que foi disposto em laboratório ou até por um fator indeterminado, influenciando no resultado.

Este teste resulta que quanto maior for sua velocidade de germinação, melhores e mais vigorosas as plantas serão, tendo elas maior potencial para poder germinar e gerar plântulas normais, resistindo às condições ambientais diversas (Krzyzanowski; Neto, 2001). Sendo assim, é maior a probabilidade de que o tratamento com concentração 0,1% em condições experimentais, e concentração 0,1% e 1% no cultivo gerem plântulas mais vigorosas.

**Tabela 3: Valores de índice de velocidade de germinação em condições experimentais e em cultivo.**

	Controle	Inóculo 0,1%	Inóculo 0,5%	Inóculo 1%
<b>IVG experimental</b>	4,03	4,87	4,17	4,62
<b>IVG cultivo</b>	8,87	9,84	5,52	9,38

Fonte: Aatoria própria.

## 5.3 Tempo médio de germinação

O tempo médio de germinação em condições experimentais variou de 4 a 5 dias, em média; e para o cultivo de 5 a 6 dias, e essa diferença se deu pela velocidade com que a germinação ocorreu, tendo como exemplo a concentração 0,5% a menor de todos os tratamentos e controle no cultivo, além de ter uma quantia de semente germinadas inferior aos demais.

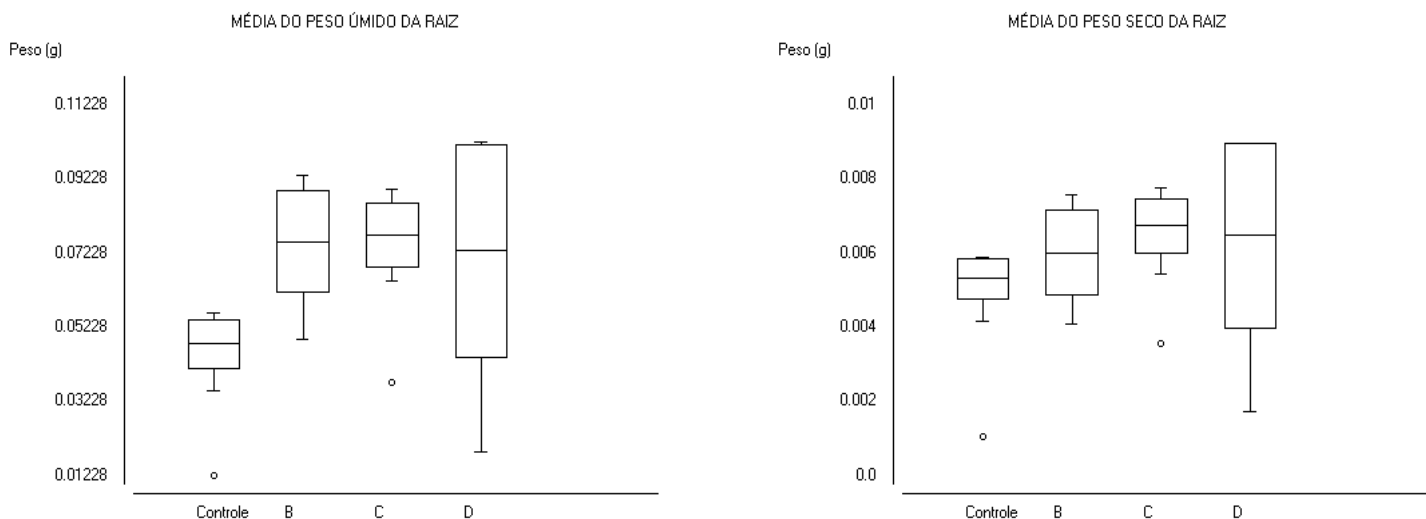
#### 5.4 Massa fresca e seca da raiz

Há uma diferença estatística entre os tratamentos (Tukey,  $p < 0,035$ ), em que o controle se difere dos demais, apontando que o inóculo em qualquer concentração tem diferença significativa para a raiz fresca. Estes resultados são reforçados pelos gráficos, mostrando que para raízes úmidas, o inóculo aumenta o metabolismo da planta e conseqüentemente a retenção de água na raiz (Gráfico 3) (Figura 2), sendo favorável para alguns processos fisiológicos da planta. Mudas de cedro tratadas com *Trichoderma spp.* apresentaram maior crescimento radicular, reforçando os resultados obtidos (JUNGLES et al., 2016). Stefanello e Bonett (2013) observaram nas sementes de milho tratadas com *Trichoderma spp.* um comprimento maior das raízes. Fortes et al. (2007) observaram em seu experimento que isolados de *Trichoderma spp.* aplicados ao substrato aumentaram a porcentagem de enraizamento e sobrevivência de micro estacas de *Eucalyptus sp.* Guareschi et al. (2012) notaram uma promoção no crescimento radicular no cultivo de girassol, demonstrando a capacidade de promoção radicular pelo *Trichoderma spp.*

Quando observados os resultados para a massa seca da raiz (MSR), o teste ANOVA, o  $p > 0,05$  ( $p = 0,1662$ ), mostraram que não houveram diferenças estatísticas significativas. Ou seja, quando há inóculo na raiz úmida, ela possui um rendimento maior, aumentando a retenção de água na raiz. Mas, quando seco, esse rendimento se torna parecido para todas, não tendo acúmulo de biomassa.

Observou a ocorrência de acúmulo de matéria seca da raiz no tratamento com *Trichoderma spp.* em sementes de melão, diferindo assim dos demais, contrariando os resultados encontrados neste trabalho (Cruz, 2010). Outros resultados positivos vieram a respeito do aumento da produção de matéria seca das raízes do pinhão manso inoculado com *Trichoderma spp.* (Martins, 2010). Resende et al. (2004) verificaram um acúmulo de matéria seca nas raízes de plantas de milho cujas sementes foram inoculadas com *Trichoderma spp.* Guareschi et al. (2012) observaram que dois tratamentos com aplicação de *Trichoderma spp.* apresentaram, em média, valores de 22,40% e 23,04% a mais de matéria seca de raízes do que o controle.

**Gráfico 3: Média aritmética dos pesos frescos e secos da raiz na germinação em condições experimentais.**



**Inóculo 0,1% (B1); Inóculo 0,5% (C1); Inóculo 1% (D1).**  
**Fonte: Autoria própria.**

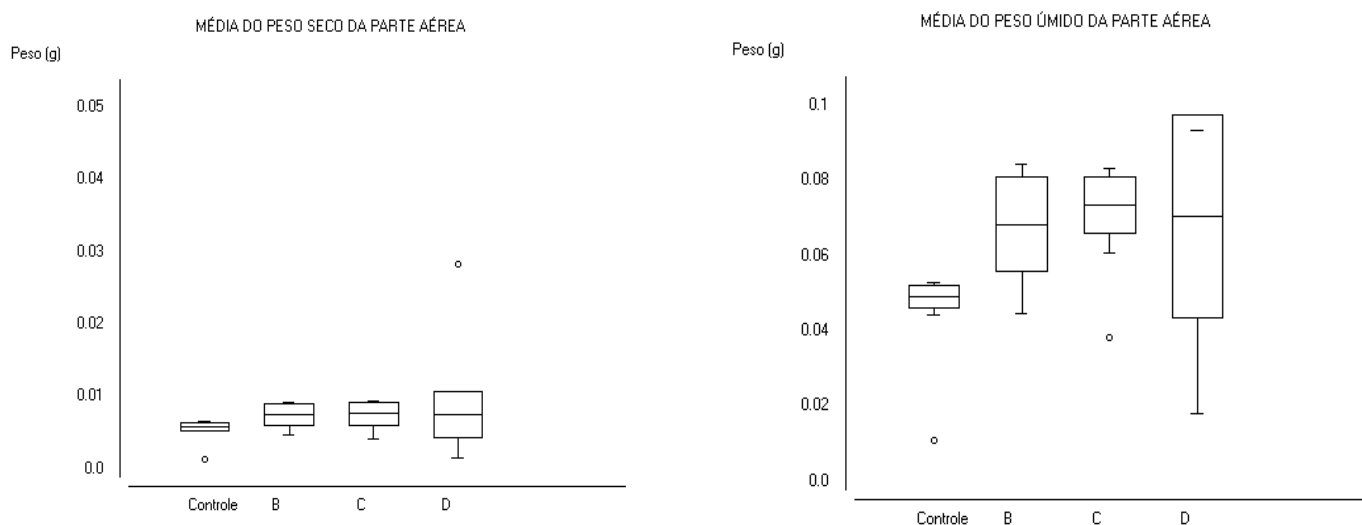
### 5.5 Massa fresca e seca da parte aérea

Há uma diferença estatística entre os tratamentos (Tukey,  $p < 0,0107$ ), onde o controle tem uma média inferior aos demais, o que indica que o inóculo em qualquer concentração faz diferença para a massa fresca da parte aérea (Gráfico 4). Experimentos com plantas de milho provenientes de sementes inoculadas com *Trichoderma spp.* reforçam esse resultado, pois tiveram uma produção da parte aérea das plantas superiores ao controle, indicando que os fungos desse gênero também podem ser utilizados como promotores de crescimento (STEFANELLO; BONETT, 2013). Filho et al. (2008) observaram que o isolado CEN 262 de *Trichoderma spp.* proporcionou maior índice de desenvolvimento de partes aéreas úmidas de mudas de eucalipto, gerando plantas mais robustas, e com um aumento médio na altura de 43% em relação a testemunha. Tavares (2009) também constatou um incremento na biomassa fresca total das plantas de mamoeiro plantadas em solo com *T. harzianum* isolado T70 e *T. virens* isolado T68, com um aumento de 110% e 59%,

respectivamente, quando comparado com a testemunha. Em um experimento realizado por Rodrigues (2010), notou-se diferença significativa na massa seca da parte aérea do feijoeiro para interações com doses de NPK e isolados de *Trichoderma spp.*, sendo os isolados o UFSMT15.1 e UFSMT16.

Para a massa seca da parte aérea também houveram diferenças entre os tratamentos (Tukey,  $p > 0,001$ ), e quando comparados, mostrou que a única diferença significativa ocorreu entre o controle e o tratamento com inóculo 1%, indicando o acúmulo de biomassa da planta. Em ambos os experimentos com feijão-caupi, safra 2011 e 2012, Junior et al. (2014) notaram que a matéria seca da parte aérea foi significativamente superior para os tratamentos inoculados com *Trichoderma*. Wagatsuma et al. (2012) obtiveram resultados semelhantes com o milho, onde houve um acúmulo maior nos tratamentos que continham *T. harzianum*. Cepeda e Ávila (2013) observaram que o peso seco da parte aérea das plantas de ervilha teve um aumento significativo comparado ao controle, quando submetidas a tratamentos com *Trichoderma spp.* Moreira (2014) obteve um aumento da massa seca do feijoeiro comum em tratamentos inoculados com *Trichoderma spp.*, sendo o isolado *T. harzianum* o que apresentou maior média quando comparado ao controle.

**Gráfico 4: Média aritmética do peso fresco e seco da parte aérea na germinação em condições experimentais.**



**Inóculo 0,1% (B1); Inóculo 0,5% (C1); Inóculo 1% (D1).**

**Fonte: Autoria própria.**

## 5.6 Análise de desenvolvimento do trigo no cultivo

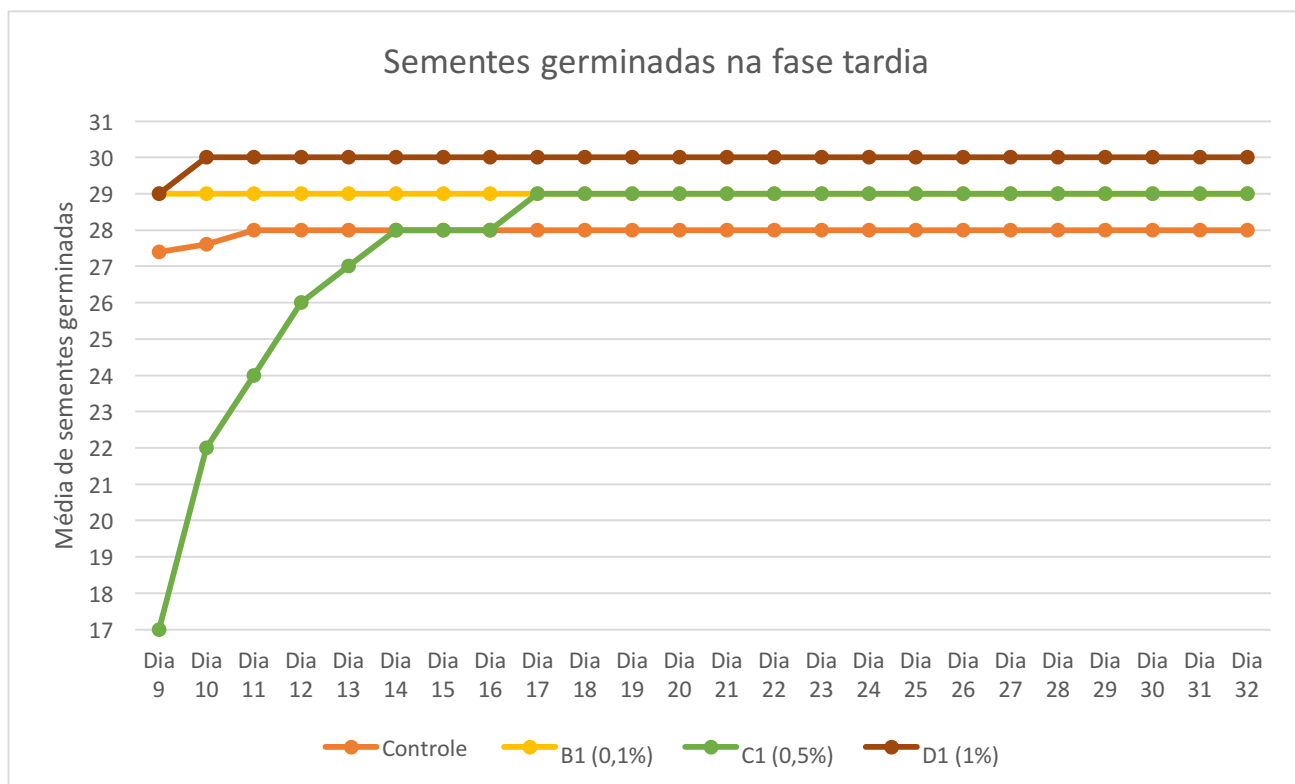
Alguns dos tratamentos que continham em sua composição lodo ativado começaram a germinar somente a partir do 16º dia, tendo uma média de 9 a 10 sementes germinadas em cada. Portanto, foram desconsiderados das análises. Acredita-se que para este trabalho foram consideradas altas concentrações de lodo, fazendo assim com que sua grande oferta de nutrientes inibisse a germinação da planta, ou então que tenha retardado muito sua emergência. Para determinação da melhor quantidade de lodo a ser utilizado, o ideal é fazer uma análise do solo para obter informações quanto as propriedades do mesmo, e a partir daí determinar a quantidade de lodo ativado (CONSELHO..., 2006). Lobo, Filho e Kummer (2014), aplicaram lodo na cultura de girassol e observaram um aumento no rendimento de grãos, e, no trigo, aumentou o número de plantas e rendimento da matéria seca. Para Prado e Cunha (2011), o uso de lodo de esgoto para a cultura do feijoeiro mostrou que para as plantas apresentou maior quantidade de nitrogênio proporcional às quantidades de lodo aplicado. Silva (2012) observaram que o desenvolvimento das plantas nos 20 primeiros dias foi bom, apesar de ocorrerem interferências climáticas. Bremm et al. (2012) observaram que todos os tratamentos que utilizaram lodo de esgoto apresentaram maior produtividade comparado a testemunha, indicando que a utilização deste pode manter uma produção satisfatória de milho sem a adição de outros insumos.

Observa-se que o tratamento com 0,5% de inoculante precisou de 7 dias a mais que os outros para conseguir se equiparar, chegando na média esperada (

**Gráfico 5).** Ao fim dos 24 dias de desenvolvimento, é possível notar que o controle foi o menos eficiente dentre todos os tratamentos, e isso mostra como os tratamentos com diferentes concentrações de inóculo foram eficientes no desenvolvimento do trigo. Diferentemente da fase de germinação, a concentração de 1% para esta etapa foi importante, tendo esse um sucesso de 100% de germinação, o que indica que a maior concentração de matéria orgânica nessa fase é fundamental, já que a planta não obtém mais nutrientes

apenas da semente, e sim capta-os da raiz. Cepeda e Ávila (2013) também observaram que a aplicação do *Trichoderma sp.* comercial melhora todas as variáveis fisiológicas do desenvolvimento de ervilhas, como germinação, área foliar, peso seco e fresco da raiz e parte aérea, dentre outros

**Gráfico 5: Sementes germinadas de trigo na fase tardia em cultivo em laboratório.**



**Inóculo 0,1% (B1); Inóculo 0,5% (C1); Inóculo 1% (D1).**

**Fonte: Autoria própria.**

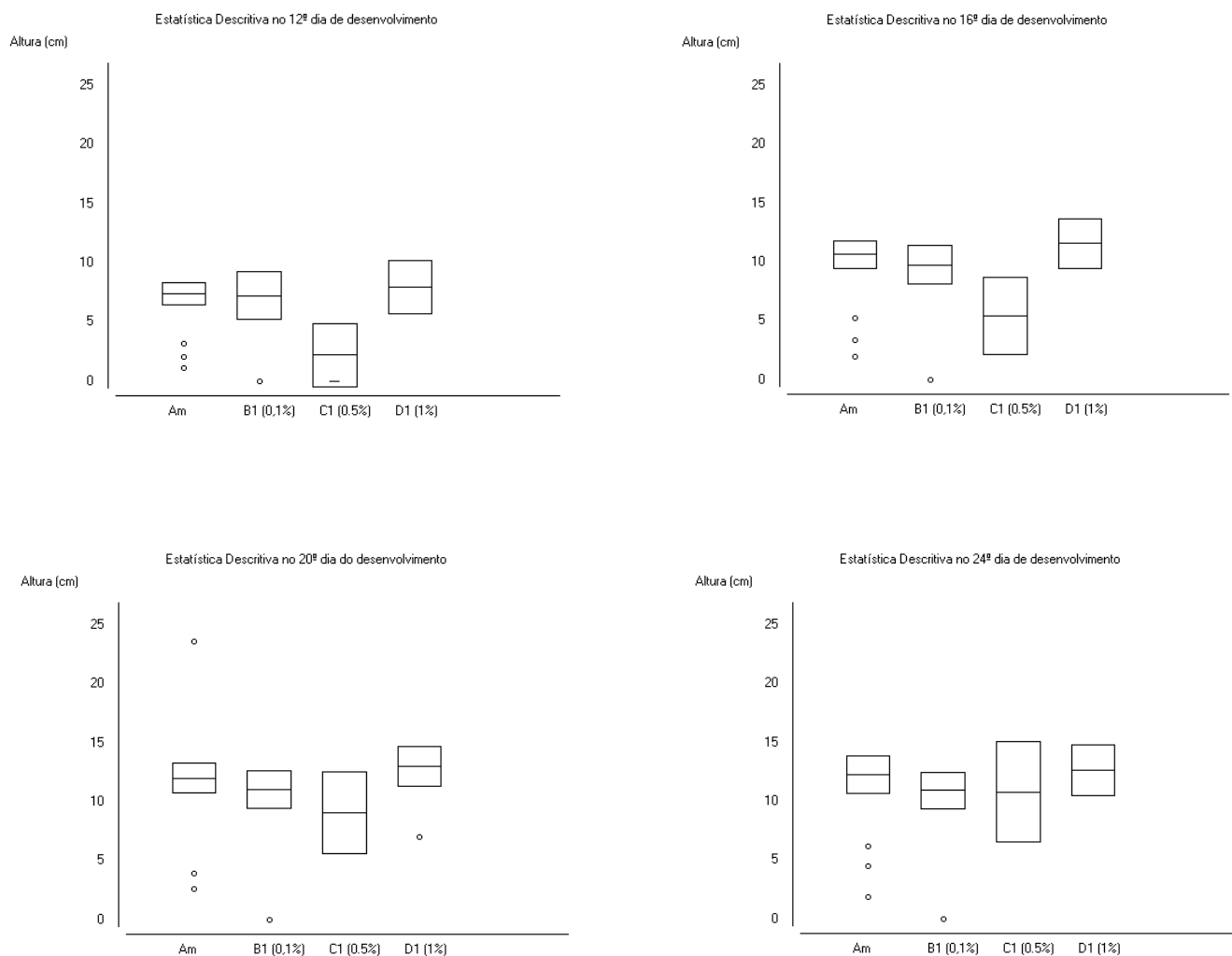
No 12º dia de plantio, observa-se que os tratamentos com 0,1% e 1% de inóculo, juntamente com o controle, seguem parecidos, com uma média de altura bem próximos, havendo diferenças estatísticas apenas com relação ao tratamento 0,5%. Este começou com um desenvolvimento muito inferior, com uma média de apenas 2,1 cm, sendo negativo com relação aos demais (Gráfico 6) (Figura 3).

No 16º dia, o tratamento 1% já começa a apresentar vantagens frente ao controle e o tratamento 0,1%, apesar destes continuarem se desenvolvendo em uma média boa. O tratamento 0,5% continua sendo bem inferior, indicando que a concentração 0,5% ainda não apresentou ser benéfica a planta.

No 20º dia os tratamentos começaram a se equiparar, e apesar de serem estatisticamente diferentes, suas médias estão mais próximas se comparados ao 12º dia. O tratamento 0,5% continua sendo inferior aos demais, porém sua média já chega próxima ao tratamento 0,1%.

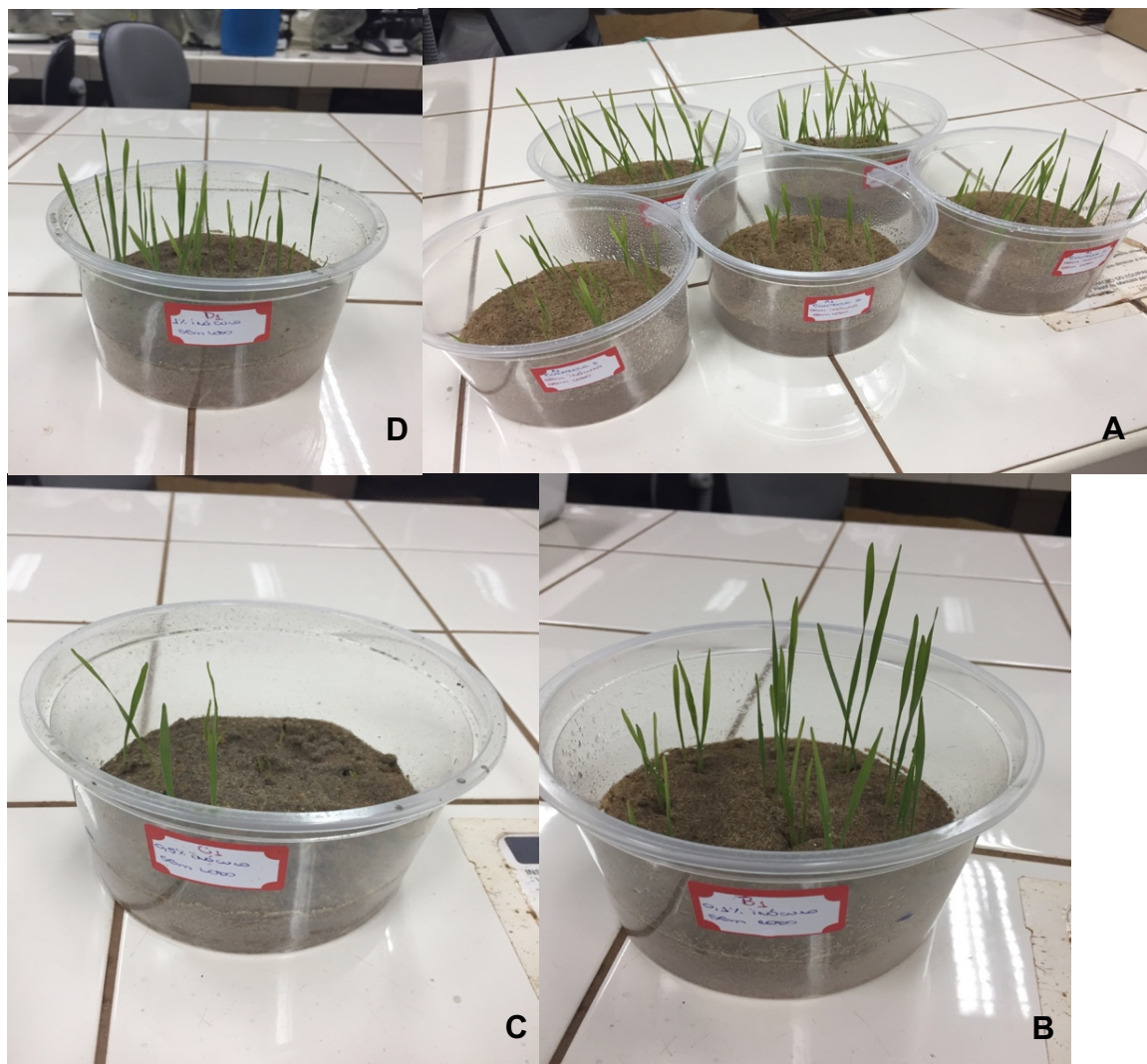
No 24º dia os tratamentos já deram indícios de estabilização, pois mantiveram praticamente a mesma média do dia anterior de medição. O tratamento 0,5% chegou ao patamar da concentração 0,1%, indicando que apesar do retardo e da demora no desenvolvimento, conseguiu se equiparar aos outros tratamentos. O controle teve um desenvolvimento maior do que estes dois, porém o mais indicado nessa fase de desenvolvimento foi a concentração de 1%.

**Gráfico 6 – Média das alturas ao longo da fase tardia do trigo no cultivo em laboratório.**



Controle (A); Inóculo 0,1% (B1); Inóculo 0,5% (C1); Inóculo 1% (D1).  
 Fonte: Autoria própria.

Figura 3 - Desenvolvimento do trigo no dia 12 da fase tardia em laboratório.



Controle (A); Inóculo 0,1% (B); Inóculo 0,5% (C); Inóculo 1% (D).  
 Fonte: Autoria própria.

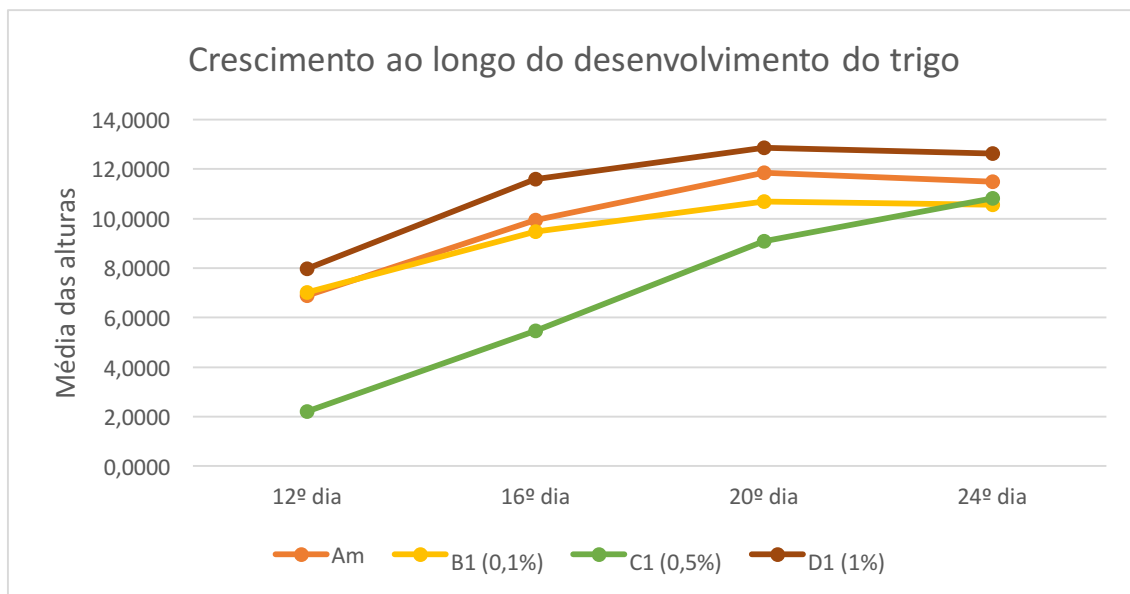
### 5.7 Altura média da planta

Observando apenas as médias, ao longo dos dias de medições, é possível perceber como o tratamento 0,5% começou em grande desvantagem comparado aos demais; sendo que os três outros se mantiveram em uma faixa praticamente igual ao longo de todo desenvolvimento. No fim do experimento, o tratamento 0,5% apesar de ter se desenvolvido mais lentamente, conseguiu atingir um nível maior do que o tratamento 0,1%, que tinha mostrado um bom desempenho durante os dias anteriores (Gráfico 7). Resende et al. (2004)



também veem ganhos significativos em sementes de milho inoculadas com *Trichoderma harzianum*, onde resultaram em plantas mais desenvolvidas do que o controle.

**Gráfico 7 – Média das alturas ao longo da fase tardia do trigo em laboratório.**



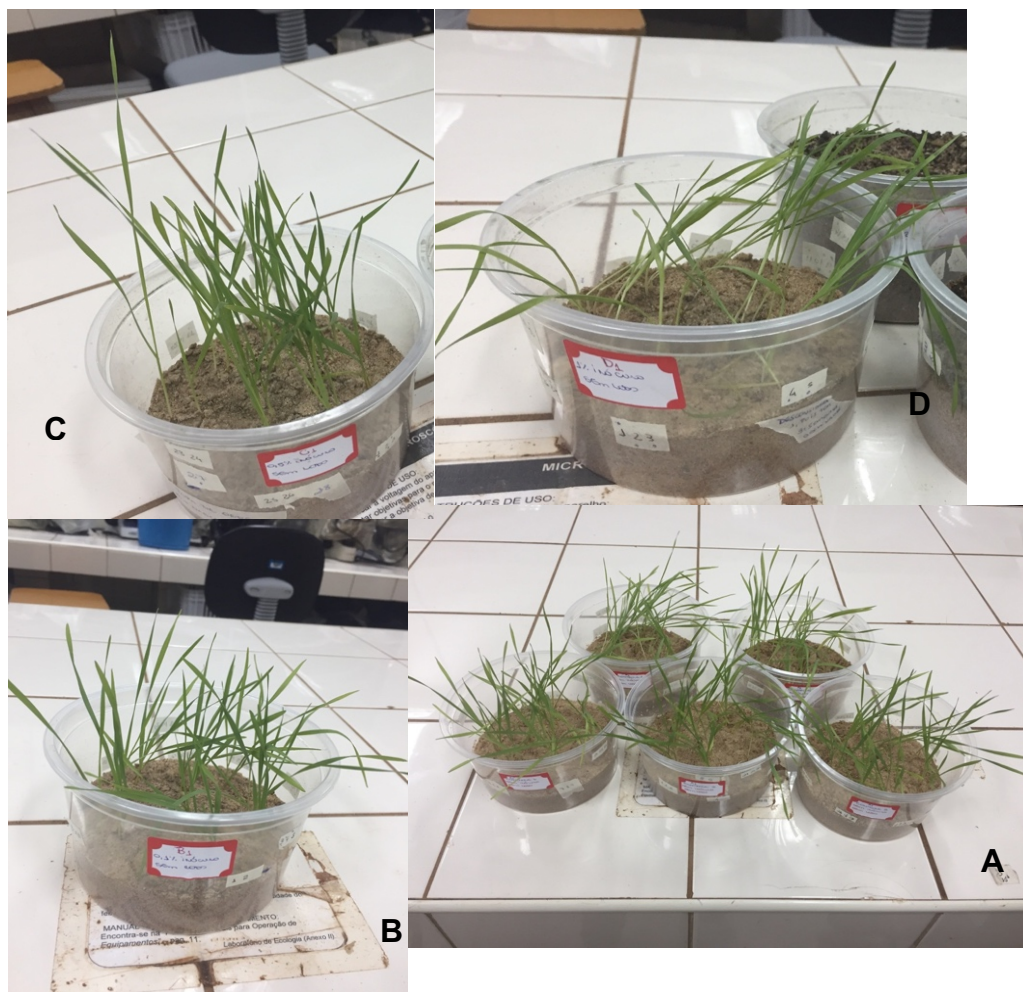
**Controle (Am); Inóculo 0,1% (B1); Inóculo 0,5% (C1); Inóculo 1% (D1).**

**Fonte: Autoria própria.**

Foi possível notar que a partir do 20º dia as plantas não estão saudáveis, com indícios de que estão ficando fracas, provavelmente devido a fatores como umidade do solo, pH, temperatura e local em que foram expostas em laboratório. Pode ter ocorrido neste trabalho duas formas de competição conhecidas: intraespecífica, que ocorre quando as plantas competem entre si; e interespecíficas, quando começam a competir por recursos para sua sobrevivência, como luz, água ou nutrientes (ZANINE; SANTOS, 2004). Os efeitos dessa competição começaram a ser observados a partir do 20º dia, onde já se observava tombamento das plantas e menos vigor (Figura 4), trazendo prejuízos a planta, pois comprometeu o desenvolvimento da cultura (ZANINE; SANTOS, 2004).

Após esse dia, não foi mais possível realizar medições de altura, tornando difícil dar continuidade ao trabalho.

Figura 4 - Desenvolvimento do trigo no dia 20 da fase tardia em laboratório.



Controle (A); Inóculo 0,1% (B); Inóculo 0,5% (C); Inóculo 1% (D).  
Fonte: Autoria própria.

### 5.8 Número médio de folhas por planta

Como o estágio de desenvolvimento do trigo ainda estava no início, foi possível perceber apenas o aparecimento da segunda folha nas plantas. Começaram a surgir aproximadamente no 20º dia do experimento, para todos os tratamentos, inclusive o controle.

### 5.9 Fitomassa fresca e seca das raízes e parte aérea

Como no fim do experimento as plantas não estavam saudáveis como o esperado, não foi possível realizar esta etapa do trabalho, portanto não há dados para comparar com a fase de germinação.

## 6 CONCLUSÃO

A adição de inoculante não interferiu na quantidade de sementes germinadas tanto em condições experimentais quanto em cultivo, pois houve um sucesso médio de 90% e 85% respectivamente, ou 162 de 190 e 433 de 510 no total.

Na germinação, os tratamentos com inóculos de *Trichoderma asperellum* apresentaram um maior acúmulo de água nas raízes, sendo favorável para alguns processos fisiológicos da planta.

Também há diferenças estatísticas na parte aérea fresca da planta, indicando que o inóculo promove o acúmulo de biomassa. Esses resultados são comprovados quando analisados os pesos secos da parte aérea, sendo o tratamento com 1% de inóculo o maior resultado obtido.

Os experimentos que continham em sua composição lodo ativado não germinaram como esperado, possivelmente por interferência da grande quantidade de água acumulada no substrato, pH, temperatura e local onde foram dispostos os recipientes dentro do laboratório.

Para futuros trabalhos, sugere-se que utilizem menores concentrações de lodo ativado, e menos sementes por pote, a fim de evitar comprometer seu desenvolvimento e produção de culturas.

## REFERÊNCIAS

AYRES, Manuel; AYRES, Manuel Jr.; AYRES, Daniel L.; SANTOS, Alex S. S. **Análise de variância**. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém-PA. 2007.

BOHNER, Tanny Oliveira Lima; ARAÚJO, Luiz Ernani Bonesso; NISHIJIMA, Toshio. **O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais**. Santa Maria, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8280/4993#.Vz-mLmN1WOM>>. Acesso em: 19 maio 2016

BORGHETTI, Ivo Alberto; SOCCOL, Carlos Ricardo; COSTA, Jorge Alberto Vieira; CARVALHO, Júlio Cesar de. **Avaliação do crescimento da microalga *Chlorella minutissima* em meio de cultura com diferentes concentrações de manipueira**. 2009. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Processos Biotecnológicos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <[http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/20227/Dissertacao IVO BORGHETTI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/20227/Dissertacao%20IVO%20BORGHETTI.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 14 maio 2016.

BREMM, Roseli Regina Rambo; DAMASCENO, Simone Gomes; SECCO, Deonir; BOAS, Márcio Antônio Vilas; TORRES, Douglas Guedes B.; MEES, Juliana Bortoli Rodrigues; KUMMER, Larissa. **Potencial de uso de lodo de esgoto na cultura do milho em latossolo argiloso no oeste do Paraná**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais. Cascavel – PR, n. 23, p. 17-24, 2012.

CADORE, Luana da Silva; SILVA, Nayra Grazielle da; VEY, Rosana Taschetto; SILVA, Antonio Carlos Ferreira da. Inoculação de sementes com *Trichoderma harzianum* e *Azospirillum brasiliense* no desenvolvimento inicial de arroz. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia – Go, v.13, n.24, p.1725-1731, 2016.

CARISSIMI, Mariana. **Estudo da atividade antifúngica de Bacillus E164 contra *Bipolaris Sorokiniana***. 2006. Dissertação de mestrado. Porto Alegre. 2006.

CEPEDA, David Fernando Camargo; ÁVILA, Edwin Ricardo. Efectos del *Trichoderma sp.* sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). **Ciencia y Agricultura**. Vol. 11, n. 1, p. 91-100 ISSN 0122-8420. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006**.

CRUZ, Josiane Leila Gomes da. **Efeito de *Trichoderma spp.* no potencial fisiológico de sementes e mudas de melão**. 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

DELARMELINA, William Macedo; CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler; FARIA, Júlio César Tannure; GONÇALVES, Elzimar de Oliveira. **Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgate* (Cav.) Pers.** 2013. Disponível em: <<http://revista.ufrr.br/index.php/agroambiente/article/view/888/1148>>. Acesso em: 20 maio 2016.

FERREIRA, Waldemar de Almeida; BOTELHO, Sonia Maria; CARDOSO, Eloísa Maria Ramos; POLTRONIERI, Marli Costa. **Manipueira: Um adubo orgânico em potencial.** Belém, 2001. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63519/1/Oriental-Doc107.PDF>>. Acesso em: 18 maio 2016

FILHO, Magno Rodrigues Carvalho; MELLO, Sueli Corrêa Marques de; SANTOS, Renato Popov dos; MENÊZES, José Eustáquio. **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, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008.

FORTES, Fabiano de Oliveira; SILVA, Antônio Carlos Ferreira da; ALMANÇA, Markus André Kurtz; TEDESCO, Solange Bosio. Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 221-228, 2007.

GUARESCHI, Roni Fernandes; PERIN, Adriano; MACAGNAN, Dirceu; TRAMONTINI, Alexandre; GAZOLLA, Paulo Roberto. Emprego de *Trichoderma* spp. no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e na promoção de crescimento vegetative nas culturas de girasol e soja. **Global Science and Technology (ISSN 1984-3801)**. Rio Verde – GO, v. 05, n. 02, p. 1-8. 2012.

JUNGES, Emanuele; MUNIZ, Marlove Fátima; MEZZOMO, Ricardo; BASTOS, Bruna; MACHADO, Rodrigo Tascheto. *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. **Floresta e Ambiente**. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.107614>>.

JÚNIOR, Aloisio Freitas Chagas; OLIVEIRA, Ariádila Gonçalves de; SANTOS, Gil Rodrigues dos; REIS, André Froes de Borjas; CHAGAS, Lillian França Borges. Promoção de crescimento em feijão-caupi inoculado com rizóbio e *Trichoderma* spp. no cerrado. **Revista Caatinga**, vol. 27, n. 3, p. 190-199. 2014.

JÚNIOR, Murilo Lobo; GERALDINE, Alaerson Maia; CARVALHO, Daniel Diego Costa. **Controle biológico de patógenos habitantes do solo com *Trichoderma* spp., na cultura do feijoeiro comum.** 2009. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/697319/1/circ85.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2016.

KÖNIG, Falko; AGUIAR, Anderson Rossi de; MACHADO, Daniele Franco Martins; KUHN, Andrieli; FRESCURA, Viviane; TEDESCO, Marília; TEDESCO, Solange Bosio. **Germinação de sementes de feijão por diferentes isolados *Trichoderma sp.*** In: Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão, 15, 2011, Santa Maria – RS. UFSM, 2011. p. 1-7.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; NETO, J. B. França. **Vigor de sementes.** Informativo ABRAPES. Londrina – PR, v. 11, n. 3, p. 81-84. 2001.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes.** Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LACERDA, Priscilla Mendonça de; RODRIGUES, Ronaldo Ferreira; JÚNIOR, Hermínio Arias Nalini; MALAFAIA, Guilherme; RODRIGUES, Aline Sueli de Lima. **Influência da irrigação com águas residuárias no desenvolvimento de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*).** *Rev. Acad. Cienc. Agríc. Ambient.* v.9. p. 159-168, Curitiba-PR, 2011.

LOBO, Thomas F.; FILHO, Helio Grassi; KUMMER, Ana C. B. Aplicações sucessivas de lodo de esgoto no girassol e efeito residual no trigo e triticale. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande – PB, v. 18, n. 9, p. 881-886, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p881-886>>.

LUCON, Cleusa Maria Mantovanello; CHAVES, Alexandre Levi Rodrigues; BACIRELI, Simone. (São Paulo). ***Trichoderma: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura.*** 2014. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/docs/trichoderma.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2016.

LUZ, Wilmar C. Efeito de bioprotetores em patógenos de sementes e na emergência e rendimento de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira.** Passo Fundo, RS. v. 26. p. 16-20. 2001.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor.** *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb. 1962. 176-177p.

MARTINS, Carolina Yamamoto Santos. **Promoção de crescimento e colonização radicular por *Trichoderma spp.* em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e mamoneira (*Ricinus communis* L.)** 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo Baiano, Cruz das Almas, 2010.

MENNA, Sergio Renato Ortiz. **Modelagem de um biorreator do tipo airlift para cultivo de microrganismos.** 2016. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35178/000792996.pdf?sequence=1>>.

MOREIRA, Suyá Samara. **Aspectos do desenvolvimento em feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculados com *Trichoderma* spp.** 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

PALLINI, Angelo. **Controle biológico de pragas e seu uso em cultivos protegidos.** Espaço do Produtor. Viçosa – MG. 2009.

PEDRO, Erica Aparecida de Souza; HAKAKAVA, Ricardo; LUCON, Cleusa Maria Mantovanello; GUZZO, Sylvia Dias. **Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp.** Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v47n11/47n11a05.pdf>. Acesso em: 20 maio 2016

PESSOTTO, Graciela Pazuch; PASTORINI, Lindamir Hernandez. **Análise da germinação de alface (*Lactuca sativa* L.) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob a influência alelopática do funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.).** Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre – RS, v. 5, supl. 2, p. 990-992. 2007.

PRADO, Adriely Ketilin; CUNHA, Magda Elisa Turini. **Efeito da Aplicação de Lodo de Esgoto e Curtume nas Características Físico-Químicas do Solo e na Absorção de Nitrogênio por Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)** UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina – PR, v. 10, n.1, p. 37-41, Nov 2011.

RESENDE, Maria de Lourdes; OLIVEIRA, João Almir de; GUIMARÃES, Renato Mendes; PINHO, Renzo Garcia Von.; VIEIRA, Antônio Rodrigues. **Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento.** Ciência e Agrotecnologia, v.28, n.4, p.793-798, 2004.

RODRIGUES, Johnathan. ***Trichoderma* spp. associado a níveis de adubação npk no patossistema *Sclerotinia sclerotiorum* – feijoeiro.** 2010. 84 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS. 2010.

SAITO, Maria Lúcia. (Jaguariúna). **O Uso do Lodo de Esgoto na Agricultura: precauções com os contaminantes orgânicos.** 2007. Disponível em: [http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos\\_64.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_64.pdf). Acesso em: 16 maio 2016.

SANTIN, Rita de Cássia Madail; MATSUMURA, Aida Terezinha Santos. **Potencial do uso dos fungos *Trichoderma* spp. e *Paecilomyces lilacinus* no biocontrole de *Meloidogyne incognita* em *Phaseolus vulgaris*.** 2008. 82 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/15383/000677405.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 maio 2016.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; ZARONI, Maria José; CLEMENTE, Eliane de Paula (Rio de Janeiro). **Latossolos vermelhos**. 2016. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html)>. Acesso em: 16 maio 2016.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; ZARONI, Maria José; CLEMENTE, Eliane de Paula (Rio de Janeiro). **Nitossolos**. 2016. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html)>. Acesso em: 16 maio 2016.

SCHEEREN, Pedro Luiz; CASTRO, Ricardo Lima de; CAIERÃO, Eduardo. **Trigo: do plantio a colheita**. Viçosa, MG. Editora UFV. 260 f. 2015.

SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Regras para análise de sementes**. 2009. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/2946\\_regras\\_analise\\_\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise__sementes.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2016.

SERRA, Letícia Silva; MENDES, Marcela Ruy Félix; SOARES, Maria Vitória de Araújo; MONTEIRO, Isabella Pearce. Revolução Verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos. **Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**, número 4, volume 1, jan/julho 2016. Periodicidade semestral. Disponível em: <[www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds](http://www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds)>.

SILVA, Rafael Luiz da. **Utilização do lodo de esgoto como fertilizante na cultura do trigo**. 2012. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA). Assis. 2012.

SILVA, Alineaurea Florentino; PINTO, José Maria; FRANÇA, Carla Regine Reges Silva; FERNANDES, Sabrina Cordeiro; GOMES, Tâmara Cláudia de Araújo; SILVA, Maria Sonia Lopes da; MATOS, Ana Nery Barbosa. **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. Petrolina: Embrapa, 2007. 4 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/153383/1/COT130.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

SILVA, João Batista Tavares da; MELLO, Sueli Correa Marquese de. **Utilização de *Trichoderma* no controle de fungos fitopatógenos**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília – DF. 2007.

SILVA, Júlio César de Oliveira; GONÇALVES, Luciano Donizete; BARBOSA, Maria Cristina da Silva; BARBOSA, Anne Caroline; MALUF, Guilherme E.G.M; LAGE, Gabriel Avelar. **Biocontrole de doenças de plantas: Uso de *Trichoderma spp.* na agricultura**. 2011. Disponível em: <[http://www.cefetbambui.edu.br/portal/files/jc4\\_ifmg\\_bambui\\_11.pdf](http://www.cefetbambui.edu.br/portal/files/jc4_ifmg_bambui_11.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2016.



SILVA, Verônica Nogueira de; GUZZO, Sílvia Dias; LUCON, Cleusa Maria Mantovanello; HAKAKAVA, Ricardo. **Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma spp.* em pepineiro.** Brasília, 2011. Disponível em:

<<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/10527/6717>>. Acesso em: 19 maio 2016.

SOUZA, Ana Valéria de. (Petrolina). **Cambissolos.** Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma\\_caatinga/arvore/CONT000g798rt3o02wx5ok0wtedt3n5ubswf.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3o02wx5ok0wtedt3n5ubswf.html)>. Acesso em: 15 maio 2016.

STEFANELLO, Luciano; BONETT, Lucimar Pereira. **Avaliação do desenvolvimento de milho com *Trichoderma spp.*** Revista Cultivando o Saber. Cascavel – PR, v. 6, n. 1, p. 121-127. 2013.

TAKEITI, Cristina Yoshie. **Trigo.** Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2015. Disponível em:

<[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.html)>.

TAVARES, G. M. **Podridão do pé do mamoeiro: infestação de solos de cultivo, controle alternativo com indutores de resistência e *Trichoderma* e avaliação dos mecanismos de defesa envolvidos.** 2009. 121f. Tese. (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

TEIXEIRA, J. B. Biorreatores. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento,** v.4, n. 24, p.36-41, 2002.

WAGATSUMA, Eder; SANTOS, Juciléia Irian dos; ROGÉRIO, Flávia; SILVA, Tiago Roque Benetoli da. **Influência de *Azospirillum brasilense* e *Trichoderma harzianum* na cultura do milho.** Revista Cultivando o Saber. Cascavel – PR, v. 5, n. 3, p. 132-141. 2012.

ZANINE, Anderson de Moura; SANTOS, Edson Mauro. **Competição entre espécies de plantas – uma revisão.** Revista da FZVA. Uruguaiana – RS, v. 11, n. 1, p. 10-30. 2004.

ZEPKA, Ana Paula dos Santos. **Germination, vigor of seeds and growth of plants of wheat (*Triticum aestivum* L.) submitted the different doses of pendimethalin.** 2007. 62 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.