

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

Rosana Taschetto Vey

**TRICHODERMA E SILICATO DE POTÁSSIO NO  
DESENVOLVIMENTO E NA SEVERIDADE DA FERRUGEM DA  
FOLHA NO TRIGO**

Santa Maria, RS, Brasil.  
2017

**Rosana Taschetto Vey**

**TRICHODERMA E SILICATO DE POTÁSSIO NO DESENVOLVIMENTO E NA  
SEVERIDADE DA FERRUGEM DA FOLHA NO TRIGO**

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

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Ferreira da Silva

Santa Maria, RS  
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Vey, Rosana Taschetto

TRICHODERMA E SILICATO DE POTÁSSIO NO DESENVOLVIMENTO  
E NA SEVERIDADE DA FERRUGEM DA FOLHA NO TRIGO / Rosana  
Taschetto Vey.- 2017.

55 f.; 30 cm

Orientador: Antonio Carlos Ferreira da Silva

Coorientadora: Renata Silva Canuto de Pinho

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em  
Agrobiologia, RS, 2017

1. Trichodermil 2. Ecotrich 3. Puccinia triticina I.  
Carlos Ferreira da Silva, Antonio II. Silva Canuto de  
Pinho, Renata III. Título.

**TRICHODERMA E SILICATO DE POTÁSSIO NO DESENVOLVIMENTO E NA SEVERIDADE DA FERRUGEM DA FOLHA NO TRIGO**

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

**Aprovado em 4 de Agosto de 2017**



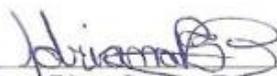
---

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



---

**Luciana Zago Ethur, Dr<sup>a</sup>.**  
(UNIPAMPA)



---

**Adriana Pires Soares Bresolin, Dr<sup>a</sup>.**  
(UNIPAMPA)

Santa Maria, RS  
2017

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado a oportunidade de haver cursado na presente pós-graduação e por ter iluminado meu caminho para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha amada mãe Leonida A. Taschetto Vey, por estar ao meu lado em todos os momentos, por muitas vezes me animar quando pensava em desistir e por me consolar em momentos difíceis.

Ao meu pai Enio (*In memorian*) que, mesmo não estando mais ao meu lado, sempre senti sua presença e isso me deu força e motivação para realização deste trabalho.

Às minhas irmãs Juliana e Luciana, pelo carinho e companheirismo em todas as horas, tentando me ajudar de todas as formas durante o período do mestrado.

Ao meu orientador Antonio Carlos Ferreira da Silva, por ter me recebido na UFSM e pela orientação durante estes dois anos. Agradeço suas palavras nos momentos de dificuldade e estímulo para a conclusão deste trabalho.

À COOPERAGRO de São Pedro do Sul, mais precisamente o Sr. do Fernando Pilar Cezar, por permitir que eu realizasse o mestrado conciliada ao trabalho, agradeço por ter disponibilizado este tempo para que eu pudesse me dedicar também a pós-graduação.

À minha querida amiga e colega Luana da Silva Cadore, pela ajuda nos experimentos e pelas palavras de motivação. Sou grata por todo carinho e amizade que tem demonstrado.

Aos colegas do programa de pós-graduação em Agrobiologia, Maria Medianeira Wiethan e Gabriel S. Bortolin pela ajuda nos experimentos.

Às empresas EMBRAPA Trigo, Sol Fertilizantes, Koppert do Brasil Ltda e Ballagro Agro Tecnologia Ltda, pelo fornecimento de sementes e produtos para realização dos experimentos.

À UFSM pela oportunidade do ingresso no programa de pós-graduação em Agrobiologia e pelo acesso aos laboratórios e casa de vegetação para realização dos experimentos.

À professora Renata S. Canuto de Pinho (UNIPAMPA) e Professora Solange Bosio Tedesco (UFSM) pela co-orientação.

Às professoras da UNIPAMPA Luciana Zago Ethur e Adriana Pires Soares Bresolin pela disponibilidade em contribuir com a avaliação do presente trabalho.

À todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada.

## RESUMO

# TRICHODERMA E SILICATO DE POTÁSSIO NO DESENVOLVIMENTO E NA REDUÇÃO DA FERRUGEM DA FOLHA NO TRIGO

AUTOR: Rosana Taschetto Vey

ORIENTADOR: Antonio Carlos Ferreira da Silva

A ferrugem da folha, agente causal *Puccinia triticina*, é uma das principais doenças da cultura do trigo, podendo causar perdas de até 63% no rendimento dos grãos. Algumas alternativas de controle vêm sendo estudadas para o controle desta doença, sendo o controle biológico utilizando bioprodutos com o fungo trichoderma muito pesquisados. A nutrição de plantas com silício mostra-se como fator importante na mitigação do ataque de patógenos. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar trichoderma e silicato de potássio no desenvolvimento e na severidade da ferrugem da folha no trigo. A fim de avaliar o efeito do trichoderma em sementes e plantas de trigo na fase inicial, utilizou-se os produtos comerciais Trichodermil® e Ecotrich®. Os tratamentos utilizados foram: T1- Controle, T2- 1,11 mL de Trichodermil®, T3- 2,22 mL de Trichodermil®, T4- 1,2 g de Ecotrich®, T5- 1,0 g de Ecotrich®, T6- 0,80 g de Ecotrich® e T7- 0,60 g de Ecotrich® (doses para 1000 g de sementes). Avaliou-se a promoção de germinação, emergência, comprimento de raiz e área da raiz, comprimento de parte aérea e massa de matéria seca das plantas. Para avaliação da influência de trichoderma e silicato de potássio na altura de plantas, número de folhas, número de perfilhos e severidade da doença em casa de vegetação, utilizou-se os tratamentos: T1- Controle; T2- Fungicida; T3- 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K; T4- 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K; T5- tratamento das sementes com Trichodermil®; T6- Trichodermil® + 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K; T7- Trichodermil® + 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K. A partir dos dados obtidos, conclui-se que os produtos comerciais Trichodermil® e Ecotrich® aumentam o comprimento, área e volume de raízes de trigo, além de incremento no peso de massa de matéria fresca e seca das raízes. Já a utilização de trichoderma e silicato de potássio aumentam o número de perfilhos em plantas de trigo em condições de casa de vegetação e, reduzem a severidade de *Puccinia triticina*, aumentando a produtividade.

**Palavras-chave:** trichodermil, ecotrich, *Puccinia triticina*.

## ABSTRACT

### TRICHODERMA AND POTASSIUM SILICATE IN THE DEVELOPMENT AND IN THE REDUCTION OF WHEAT LEAF RUST

AUTHOR: Rosana Taschetto Vey

ADVISOR: Antonio Carlos Ferreira da Silva

Leaf rust, causative agent *Puccinia triticina*, is one of the main diseases of wheat culture, and it may cause losses of up to 63% of whole grains yield. Some control alternatives have been studied in order to control this disease, and the biological control using bio products with the fungus trichoderma are really researched. The plant nutrition with silicon has showed itself as an important factor in the mitigation against attack of pathogens. Therefore, this article aimed at evaluating trichoderma and potassium silicate in the development and severity of wheat leaf rust. In order to evaluate the effect of trichoderma in seeds and wheat plants in their initial stage, the commercial products Trichodermil® and Ecotrich® were used. The used treatments were: T1- Control, T2- 1,11 mL of Trichodermil®, T3- 2,22 mL of Trichodermil®, T4- 1,2 g of Ecotrich®, T5- 1,0 g of Ecotrich®, T6- 0,80 g of Ecotrich® e T7- 0,60 g of Ecotrich® (doses for 1000 g of seeds). The following aspects were evaluated: promotion of germination, emergency, root length, root area, areal length and quantity of plant dry matter. With the goal of evaluating the influence of trichoderma and potassium silicate in the plant height, number of leaves, number of tillers and severity of the disease in greenhouse, the following treatments were used: T1- Control; T2- Fungicide; T3- 1,5 L.ha<sup>-1</sup> of potassium silicate; T4- 2,5 L.ha<sup>-1</sup> of potassium silicate; T5- seed treatment with Trichodermil®; T6- Trichodermil® + 1,5 L.ha<sup>-1</sup> of potassium silicate; T7- Trichodermil® + 2,5 L.ha<sup>-1</sup> of potassium silicate. From the obtained data, it was possible to conclude that the commercial products Trichodermil® and Ecotrich® increase the length, area and volume of the wheat roots, besides the increase in the mass weight of the root fresh and dry matter. In turn, the use of trichoderma and potassium silicate increases the number of tillers in wheat plants in conditions of greenhouse and, reduce the severity of *Puccinia triticina*, increasing the productivity.

**Key words:** richodermil, ecotrich, *Puccinia triticina*.

## LISTA DE FIGURAS

### Manuscrito 1

Figura 1- Representação gráfica de germinação de *Triticum aestivum* L. tratadas com diferentes doses de Trichodermil®..... 18

Figura 2- Emergência de plântulas de *Triticum aestivum* L. tratadas com Trichodermil® e Ecotrich®..... 20

### Manuscrito 2

Figura 1- Escala diagramática de COOB modificada para a severidade de *Puccinia levis* var. *panici-sanguinalis* ..... 36

Figura 2- Área abaixo da curva de progresso da ferrugem da folha (AACPFF) do trigo (*Puccinia recondita* f. *sp. tritici*), após aplicação de *Trichoderma harzianum* e silicato de potássio na cultura do trigo, cultivar BRS374 ..... 41

## LISTA DE TABELAS

### Manuscrito 1

Tabela 1 – Germinação de sementes de <i>Triticum aestivum</i> L. tratadas com Trichodermil® e Ecotrich® aos oito dias .....	19
Tabela 2 – Comprimento de folhas de <i>Triticum aestivum</i> L. tratadas com Trichodermil® e Ecotrich® aos vinte dias após a semeadura .....	21
Tabela 3- Área, comprimento e volume de raiz de <i>Triticum aestivum</i> L. tratadas com <i>Trichoderma harzianum</i> vinte dias após a semeadura.....	21
Tabela 4- Massa de matéria fresca e seca da parte aérea e radicular de trigo tratadas com trichoderma. Peso (g) de três plantas, vinte dias após a semeadura.....	23

### Manuscrito 2

Tabela 1- Tratamentos com silicato de potássio e Trichodermil® .....	33
Tabela 2 – Medição da altura de plantas (cm) de trigo tratadas com trichoderma e silicato de K com intervalos de sete dias entre as avaliações (Aval.).....	38
Tabela 3 – Contagem do número de folhas de trigo tratadas com trichoderma e silicato de K .....	39
Tabela 4 – Contagem (Cont.) do número de perfilhos de trigo tratadas com trichoderma e silicato de silicato de K .....	40
Tabela 5 – Avaliação dos componentes de rendimento de trigo tratados com trichoderma e silicato de K.....	42

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
MANUSCRITO 1- Crescimento inicial de plantas de trigo tratadas com trichoderma .....	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
4. CONCLUSÃO.....	24
5. REFERÊNCIAS .....	24
MANUSCRITO 2- Silicato de potássio e trichoderma no desenvolvimento do trigo e na redução da ferrugem do trigo.....	28
1. INTRODUÇÃO.....	29
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
Avaliações dos componentes de rendimento da cultura .....	42
4. CONCLUSÕES .....	44
5. REFERÊNCIAS .....	44
CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS .....	51

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma gramínea de ciclo anual, cultivada durante o inverno e consumida na forma de farinha ou ração animal (PIRES et al., 2014), é um cereal rico em amido sendo utilizado para o consumo humano através da produção de pães, massas e afins.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2017) a área cultivada com trigo no Brasil na safra 2016/2017 foi de 1,9 milhões de hectares. A produtividade média no país em 2016/17 foi de 2.696 kg.ha<sup>-1</sup> e a produção total foi de 5,2 milhões de toneladas deste cereal, sendo que o Paraná e o Rio Grande do Sul são os estados com maior produção de trigo no Brasil. No Rio Grande do Sul (RS), a área semeada com trigo na safra 2016/17 foi de 699,2 mil ha<sup>-1</sup>, ou seja, 10% inferior à safra anterior que foi de 776,9 mil ha<sup>-1</sup> e, a produtividade média no estado na safra 2016/2017 foi de 2.337 kg.ha<sup>-1</sup>.

Para a safra 2017/2018, o trigo apresenta tendência de redução de cerca de 10% na área do estado, muito em razão do baixo preço recebido pelo produto na safra passada (CONAB, 2017).

Mesmo sendo considerada satisfatória a produtividade de trigo no RS comparando com os demais estados produtores, conforme os dados apresentados anteriormente, alguns fatores interferem no desenvolvimento da cultura diminuindo a produção, entre estes fatores estão as pragas e doenças que podem causar danos severos nas áreas cultivadas. De acordo com BACALTCHUCK et al. (2006) as principais doenças da parte aérea no trigo são: a ferrugem da folha (*Puccinia triticina*), giberela (*Fusarium graminearum*) e brusone (*Pyricularia grisea*).

A ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina* Eriks), ataca a planta nos vários estágios de desenvolvimento, e a intensidade desta doença varia de acordo com a cultivar utilizada e com as condições ambientais (REIS et al., 2005). Para o controle da ferrugem da folha do trigo muitos métodos estão sendo utilizados, como o uso de cultivares resistentes, a utilização de sementes sadias, rotação de culturas e aplicação de fungicidas (KIMATI et al., 2005).

O agente causal da ferrugem do trigo é um parasita obrigatório que coevoluiu com seus hospedeiros como componentes de um sistema muito influenciado pelas condições ecológicas, ou seja, qualquer mudança na população predominante do hospedeiro resulta em mu-

danças subsequentes na população do patógeno, para que o equilíbrio seja restabelecido (WAHL et al., 1984; BARBIERI et al., 2001).

A nutrição mineral das plantas é um dos fatores que mais influenciam na resistência ou na suscetibilidade às doenças, bem como na virulência dos patógenos (DATNOFF et al., 2007; ZANÃO JÚNIOR, 2007). Entre os vários nutrientes benéficos às plantas está o silício, que é o segundo elemento mais disponível na crosta terrestre, sendo o maior componente de minerais do grupo dos silicatos (VIDAL et al., 2011).

O uso do silício na agricultura como fertilizante foi regulamentado pelo Ministério da Agricultura no ano de 2004 (VILELA et al., 2007). A utilização deste elemento proporciona aumentos significativos no desenvolvimento e rendimento de grãos em muitas poaceas (arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milho, aveia, trigo, milho) e em espécies não poaceas (alfafa, feijão, alface, tomate, pepino e repolho), bem como, aumento da disponibilidade de silício no solo. Além desse efeito, acredita-se que o silício diminui a incidência de doenças e o ataque de insetos, devido ao fortalecimento das células das folhas, além de favorecer a fotossíntese por interferir na estrutura das plantas (KIM et al., 2002; FERREIRA et al., 2009). O silício é absorvido de forma ativa por proteínas, depositando-se abaixo da epiderme, formando uma camada de sílica, o que dificulta a penetração de fungos, conferindo maior resistência à planta (MA et al., 2002).

O silicato de potássio é originário da fusão em alta temperatura e pressão da sílica (quartzo finamente moído) com hidróxido de potássio e/ou carbonato de potássio. No mercado existem diferentes silicatos de potássio com diferentes garantias de potássio (K) e Si, no entanto de maneira geral, são produtos totalmente solúveis em água de alto pH (12), densos ( $d = 1,4 \text{ g cm}^{-3}$ ) com teores médios de  $\text{K}_2\text{O}$  de 10 a 15% e Si de 10 a 12,2%. Os silicatos de potássio estão sendo estudados com o objetivo não só de nutrir as plantas, mas também de favorecer o controle alternativo de doenças (FREITAS et al., 2011).

Segundo EPSTEIN et al. (2006) o Si auxilia como um controle alternativo de doenças através de mecanismos físico e bioquímico. O mecanismo físico está bem esclarecido pela literatura, onde a deposição de sílica em superfície dificulta o processo de infecção do fitopatógeno. O mecanismo bioquímico ainda não é bem conhecido em relação aos processos, no entanto plantas adubadas com Si apresentam maiores concentrações de compostos naturais de defesa como os compostos fenólicos.

O silício é absorvido pelas plantas na forma de ácido monossilícico -  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  (JONES et al., 1967). Seu transporte na mesma forma assimilada é feito através do xilema, sendo sua

distribuição dependente da transpiração dos órgãos envolvidos.

Segundo alguns autores como MALAVOLTA (1980); MARSCHENER (1986); TAKAHASHI (1995), a camada de sílica que é formada nas folhas limita a perda d'água pelas folhas e dificulta a penetração e o desenvolvimento de hifas de fungos, depois de solidificado abaixo da cutícula nas células epidérmicas, o silício torna-se imóvel dentro da planta.

Existem trabalhos que apresentam resultados promissores com a utilização de Si na agricultura. Para a cultura do trigo, a utilização do silício reduziu a severidade da mancha marrom na folha bandeira em plantas de duas cultivares que foram supridas com Si em diferentes épocas de avaliação (DOMICIANO et al., 2010).

O aumento da disponibilidade de silício no solo é normalmente acompanhado de acréscimo no teor de silício na planta, o que pode resultar em um maior crescimento e incremento da produtividade em várias gramíneas, especialmente arroz, cana de açúcar, sorgo, milho, braquiária, aveia, trigo e milho, e em algumas espécies não gramíneas, tais como soja, feijão, tomate, morango e pepino (MA et al., 2008).

O uso intensivo de agrotóxicos para o controle de doenças vem causando sérios danos ambientais, como a contaminação dos alimentos, do solo, da água e dos animais, entre outros inúmeros danos. Alguns métodos alternativos de controle estão sendo estudados a muitos anos como o controle biológico de doenças (BETTIOL, 2009).

A interação entre bioagentes e silício tem demonstrado resultados promissores, como no trabalho realizado por SOUZA (2014), onde utilizou *Trichoderma asperellum* em plantas adubadas com silício e, esta interação mostrou-se promissora, proporcionando as plantas de arroz maior eficiência na resistência a brusone foliar.

Os princípios dos mecanismos de controle biológico baseiam-se em relações antagônicas tais como a competição, predação, amensalismo, parasitismo, resistência induzida ou pela produção de metabólitos que inibem o desenvolvimento do outro. O parasitismo é a relação entre dois seres vivos, onde o parasita se alimenta parcial ou totalmente de seu hospedeiro (MACHADO et al., 2012). Já o amensalismo é quando uma espécie prejudica outra por meio de substâncias que produz e libera, sem aparentemente se beneficiar no processo, sendo este um comportamento que representa bem a ação do trichoderma no solo (SAITO et al., 2009).

Trichoderma é um fungo hemibiotrófico eficaz no controle de inúmeros fitopatógenos. Esse gênero é classificado como deuteromiceto, classe Sordariomycetes, ordem Hypocreales, família Hypocreaceae (ANVISA, 2011). Fungos do gênero *Trichoderma* spp. apresentam-se

capazes de inibir fitopatógenos através de competição, parasitismo direto, produção de metabólitos secundários e micoparasitismo de estruturas de resistência de patógenos, como escleródios, esporos e clamidósporos, que em geral são difíceis de serem destruídos (MELO, 1998). Além da capacidade de atuar como agentes de controle biológico, fungos do gênero *Trichoderma* spp., podem atuar também como promotores de crescimento de plantas.

A promoção de crescimento por isolados de trichoderma pode ocorrer principalmente através da produção de hormônios, e ou pelo aumento da eficiência de absorção de nutrientes, e estar associada ao controle de fitopatógenos presentes no solo que são prejudiciais ao desenvolvimento de várias espécies vegetais (MACHADO et al., 2012). Segundo SAITO (2009), quando o fungo está presente no solo o mesmo torna os nutrientes solúveis, o que facilita a absorção pelas plantas. Com isso, a área radicular das plantas aumenta concomitantemente com o aumento da massa verde das plantas que são tratadas com o fungo trichoderma. LUCON (2009) relata que o fungo possui a capacidade de colonizar o sistema radicular e também promover um maior crescimento vegetativo das espécies pela ação de fitohormônios. MACHADO et al. (2012), cita que a promoção de crescimento estimulada pelo gênero *Trichoderma* spp., pode estar relacionada à melhor assimilação de nutrientes, influenciada pela atuação de hormônios nas raízes das plantas. Assim, a utilização do controle biológico vem aumentando gradativamente, pois se busca cada vez mais alternativas para diminuir a utilização do controle químico de doenças.

Neste trabalho foram consideradas as hipóteses de que o silício reduz a severidade da ferrugem da folha, que o trichoderma tenha efeito sobre o fungo *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* e que o silicato de potássio em interação com trichoderma auxiliam no crescimento e desenvolvimento de plantas de trigo aumentando a produtividade. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar trichoderma e silicato de potássio no desenvolvimento e na severidade da ferrugem da folha no trigo.

MANUSCRITO 1

## **Crescimento inicial de plantas de trigo tratadas com trichoderma**

Initial growth of wheat plants treated with trichoderma

**Rosana Taschetto Vey<sup>I\*</sup> Luana da Silva Cadore<sup>I</sup> Antonio Carlos Ferreira da Silva<sup>I</sup>**

<sup>I</sup>Departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

\*Autor para correspondência

Rosana Taschetto Vey

E - mail: rosanatv2103@yahoo.com.br

Endereço: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, n° 1000. Cep. 97105 – 900, Santa Maria, RS, Brasil.

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes de trigo tratadas com produtos biológicos à base de trichoderma (Trichodermil<sup>®</sup> e Ecotrich<sup>®</sup>), bem como, o crescimento inicial das plantas. No experimento 1 avaliou-se a germinação das sementes de trigo BRS 374, sob diferentes doses de Trichodermil<sup>®</sup> 1306 SC, sendo os tratamentos: T1- Tratamento controle (ausência de Trichodermil<sup>®</sup>), e os demais tratamentos nas seguintes doses em mL Trichodermil<sup>®</sup>.kg<sup>-1</sup> de sementes, T2 - 1,11 mL, T3- 2,22 mL; T4- 3,33 mL e T5- 4,44 mL. No experimento 2 avaliou-se a promoção da germinação, emergência, comprimento de raiz e área da raiz, comprimento de parte aérea e massa de matéria seca de plântulas, utilizando Trichodermil<sup>®</sup> 1306 SC e Ecotrich<sup>®</sup>, sendo os tratamentos: T1- Controle (ausência de trichoderma), T2- 1,11 mL de Trichodermil<sup>®</sup>, T3- 2,22 mL de Trichodermil<sup>®</sup>, T4- 1,2 g de Ecotrich<sup>®</sup>, T5- 1,0 g de Ecotrich<sup>®</sup>, T6- 0,80 g de Ecotrich<sup>®</sup> e T7- 0,60 g de Ecotrich<sup>®</sup> (doses para 1000 g de semente). O aumento das doses de Trichodermil<sup>®</sup> reduziu a germinação de sementes de trigo. Nas doses testadas, Trichodermil<sup>®</sup> e Ecotrich<sup>®</sup> aumentaram o comprimento de folhas, bem como proporcionaram maior área, comprimento e volume de raízes de trigo.

**Palavras-chave:** Trichodermil<sup>®</sup>, germinação, Ecotrich<sup>®</sup>.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the germination of wheat seeds treated with trichoderma-based biological products (Trichodermil® and Ecotrich®), as well as the initial growth of the plants. Experiment 1 was evaluated the germination of wheat seeds BRS 374, under different doses of Trichodermil® 1306 SC, being the treatments: T1- Control treatment (absence of Trichodermil®), and the other treatments in the following doses in mL Trichodermil®.kg<sup>-1</sup> seed, T2 - 1.11 mL, T3 - 2.22 mL; T4 - 3.33 mL and T5 - 4.44 mL. In the experiment 2, it was evaluated the promotion of germination, emergence, root length and root area, shoot length and dry matter mass of seedlings, using Trichodermil® 1306 SC and Ecotrich®, being the treatments: T1- Control (absence of Trichoderma), T2- 1.11 mL of Trichodermil®, T3- 2.22 mL of Trichodermil®, T4- 1.2 g of Ecotrich®, T5- 1.0 g of Ecotrich®, T6- 0, 80 g of Ecotrich® and T7- 0.60 g of Ecotrich® (1000 g doses of seed). Increasing doses of Trichodermil reduced the germination of wheat seeds. At the doses tested, Trichodermil® and Ecotrich® increased leaf length, as well as increased area, length and volume of wheat roots.

**Key words:** Trichodermil®, germination, Ecotrich®.

## 1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta originária do Oriente Médio, pertencente à família botânica Poaceae e caracterizada como anual (FORNASIERI FILHO, 2008). O desenvolvimento do trigo é promovido através da exposição das plântulas a temperatura variando de 3° a 8°C e, para isso, a semeadura geralmente ocorre no outono, proporcionando às plântulas as baixas temperaturas do inverno (FORNASIERI FILHO, 2008).

A indicação para época ou período de semeadura para os municípios com aptidão tritícola, dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás, segue o estabelecido pelo Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do trigo. A recomendação para semeadura no município de Santa Maria - RS é de 11 de maio à 20 de julho, de acordo com o zoneamento agrícola para a cultura do trigo no Rio Grande do Sul Safra 2015-2016

(MAPA, 2016).

A interação entre plantas e microrganismos é uma alternativa sustentável que vem sendo estudada por vários pesquisadores. Machado et al. (2012), relatam que a utilização do fungo trichoderma como agente de biocontrole e promotor de crescimento vegetal, justifica-se devido à sua imensa gama de ação, pois o mesmo atua como parasita, na antibiose ou na competição. De acordo com Lucon (2009), isolados de *Trichoderma* sp. aumentam a superfície total do sistema radicular, sendo capazes de solubilizar e disponibilizar nutrientes para as plantas, melhorando os mecanismos de absorção e conseqüentemente aumentando a eficiência das plantas na defesa contra o patógeno. Linhagens de fungos do gênero *Trichoderma* spp. colonizam e penetram nos tecidos da raiz da planta, iniciando uma série de alterações morfológicas e bioquímicas, consideradas como parte de defesa, levando a planta a induzir uma resistência sistêmica adquirida (SILVA et al., 2007).

Tomando como base a importância do crescimento inicial das plantas para um potencial estabelecimento da cultura, o objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes de trigo tratadas com produtos biológicos à base de trichoderma (Trichodermil® e Ecotrich®), bem como, o crescimento inicial das plantas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Interação Planta-Microrganismos do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria, RS. As sementes utilizadas de trigo, cultivar BRS 374, foram adquiridas junto a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Trigo), Passo Fundo, RS. Utilizou-se dois produtos comerciais compostos de isolados de *Trichoderma harzianum* Rifai, sendo que estes, foram adquiridos junto as empresas fabricantes. Os produtos utilizados foram Trichodermil® ESALQ 1306 ( $2.10^9$  conídios viáveis.mL<sup>-1</sup>) na forma de suspensão concentrada (SC) (Koppert do Bra-

sil LTDA) e Ecotrich® (1.10<sup>10</sup> UFC.g<sup>-1</sup> de produto comercial, Ballagro Agro Tecnologia LTDA) na forma de pó molhável (WP).

Foram realizados dois experimentos, sendo que no experimento 1, avaliou-se a germinação das sementes de trigo BRS 374, em diferentes doses do produto comercial Trichodermil® 1306 SC, e no experimento 2, avaliou-se a promoção de germinação, emergência, comprimento de raiz e área da raiz, comprimento de parte aérea e massa de matéria fresca e seca das plântulas. Para o experimento 2, foram utilizados dois produtos comerciais a base de trichoderma, Trichodermil® 1306 SC e Ecotrich®, ambos são registrados como fungicida microbiológico composto de linhagens selecionadas do fungo *Trichoderma harzianum*. Estes produtos foram utilizados para tratar as sementes conforme a distribuição dos tratamentos:

Experimento 1: T1- Tratamento controle (ausência de Trichodermil®), e os demais tratamentos nas seguintes doses em mL Trichodermil®.kg<sup>-1</sup> de sementes, T2 - 1,11 (dose recomendada pela empresa Koppert do Brasil LTDA), T3- 2,22; T4- 3,33 e T5- 4,44.

Experimento 2: T1- Controle (ausência de trichoderma), T2- 1,11 mL de Trichodermil®, T3- 2,22 mL de Trichodermil®, T4- 1,2 g de Ecotrich®, T5- 1,0 g de Ecotrich® (dose recomendada), T6- 0,80 g de Ecotrich® e T7- 0,60 g de Ecotrich® (doses para 1000 g de semente).

Em ambos os experimentos, os testes de germinação foram conduzidos em tratamentos com quatro repetições de cinquenta sementes, distribuídas em rolo de papel esterilizado para germinação (tipo “germitest”), umedecido com água destilada equivalente à 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos de papel foram acondicionados em câmara de germinação com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas (BRASIL 2009). Para avaliação da germinação, realizou-se a primeira contagem de sementes germinadas aos quatro dias e, aos oito dias foi realizada novamente a contagem de sementes germinadas bem como a contagem das sementes mortas, sendo os valores considerados em porcentagem (BRASIL, 2009). Foi realizada análise de

regressão para o teste de doses do produto comercial Trichodermil® e, para os demais caracteres avaliados no experimento, realizou-se a análise estatística, comparando as médias pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa Assistat 7.7 (SILVA et al., 2016).

Para realização dos testes do experimento 2 (emergência, comprimento da raiz, área da raiz, comprimento de parte aérea e massa de matéria fresca e seca das plântulas), conforme os tratamentos citados anteriormente, após tratadas, foram semeadas cinco sementes por vaso, preenchidos com 225 g de substrato comercial MECPLANT. Os vasos foram acondicionados em câmara de crescimento à 25°C com fotoperíodo de 12 horas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado distribuído em sete tratamentos com três repetições.

Para avaliação de emergência, realizou-se a contagem de plântulas emergidas a cada dois dias, até a estabilização do número de plantas.

Avaliou-se o crescimento das plantas através da medição da parte aérea, desde o colo da planta até o ápice das folhas, com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, esta avaliação foi realizada em plantas com vinte dias após a semeadura, em estágio vegetativo.

A avaliação da massa de matéria fresca foi realizada vinte dias após a semeadura onde, separou-se as raízes da parte aérea das plantas, pesou-se a parte aérea e as raízes em balança de precisão BEL Engineering MARK M1203i classe II e, para avaliação de massa de matéria seca, a parte aérea e as raízes das plantas, separadamente foram alocadas em sacos de papel e levadas para estufa à 55°C, onde permaneceram até a estabilização do peso.

Para calcular a área das raízes nos tratamentos realizados, separaram-se as raízes das plantas e, estas foram escaneadas através do Scanner EPSON Expression 11000 equipado com luz adicional (TPU) com varredura em 600 dpi. Este método, consiste em lavar as raízes e colocar sob uma placa de plástico contendo água, sendo necessário separar todas as raízes

primárias e secundárias para que não fiquem sobrepostas e após isso realiza-se o escaneamento das mesmas. As imagens foram analisadas utilizando o software WinRhizo© Pro 2013 (Regent instruments, Quebec, Canadá). Por meio da análise foram quantificadas a área superficial de raízes e o volume de raiz.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, pode-se observar que quanto maior a dose do produto, a partir da dose recomendada do bioproduto, menor a germinação das sementes de *Triticum aestivum*.

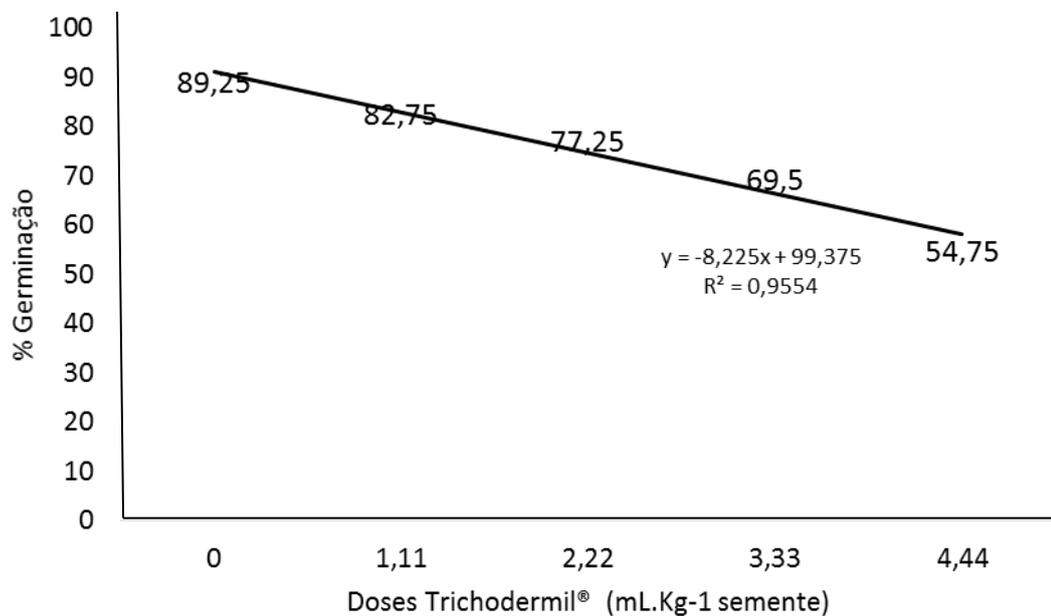


Figura 1 – Representação gráfica de germinação de *Triticum aestivum* L. tratadas com diferentes doses de Trichodermil®.

Ethur et al. (2012), relatam em seu experimento utilizando isolados de *T. asperellum* para o tratamento de sementes de pepineiro, que o fungo trichoderma pode atuar de forma negativa na germinação e conseqüentemente na emergência de plântulas, quando este encontra-se fora de seu ambiente natural, que é o solo, podendo atuar como apodrecedor de sementes.

Em trabalho realizado por Hassan et al. (2013) utilizando três concentrações (75, 50

e 25%) de inóculo de *Trichoderma viride* para o tratamento de sementes de *Striga hermonthica*, os autores observaram que para a concentração de 25% de inóculo houve 90,03% de germinação das sementes de *Striga hermonthica*, já para a concentração de 75% não ocorreu a germinação das sementes, evidenciando desta forma, o efeito negativo nas sementes quando expostas à alta concentração de inóculo de *T. viride*. Marroni et al. (2012), relataram em seu trabalho utilizando sementes de mamona tratadas com produtos químicos e biológicos, onde utilizaram produto biológico à base de *Trichoderma harzianum* nas doses de 200 e 400 mL/100kg de sementes, que não houve diferença significativa entre as doses do produto biológico para a variável índice de emergência, porém na dose de 200 mL/100kg de sementes apresentou a melhor média.

Com relação aos dados apresentados na Tabela 1, não ocorreu diferença significativa para a variável germinação de sementes tratadas com Trichodermil® e Ecotrich®. Machado et al. (2015), obtiveram resultados semelhantes em seu trabalho, onde testaram isolados de trichoderma e o produto comercial Trichodermil® na germinação de sementes de Cambará (*Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera), não apresentando diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 1 – Germinação de sementes de trigo tratadas com Trichodermil® e Ecotrich® aos oito dias.

Tratamento	Germinação (%)
T1- Controle	40,50 a
T2- Trichodermil® 1,11 mL.kg <sup>-1</sup> sementes	39,25 a
T3- Trichodermil® 2,22 mL.kg <sup>-1</sup> sementes	37,50 a
T4- Ecotrich® 1,2 g.kg <sup>-1</sup> sementes	35,25 a
T5- Ecotrich® 1,0 g.kg <sup>-1</sup> sementes	40,50 a
T6- Ecotrich® 0,80 g.kg <sup>-1</sup> sementes	41,00 a
T7- Ecotrich® 0,60 g.kg <sup>-1</sup> sementes	37,75 a
C.V. %	7,18

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à emergência de plântulas (Figura 2), os tratamentos T1, T2, T4, T5, T6 e T7 apresentaram um número maior de plântulas emergidas comparando com o tratamento T3 (Trichodermil® 2,22 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes) que obteve apenas 3,58 plântulas emergidas na média, sendo que o tratamento T6 (Ecotrich® 0,80 g.kg<sup>-1</sup> de sementes) obteve 4,91 plântulas. Machado et al. (2015), utilizaram isolados de trichoderma e, demonstraram neste trabalho que alguns isolados não interferiram na emergência das plântulas, mas os isolados 2B2 e 2B22 de *T. harzianum* apresentaram-se como potenciais promotores do crescimento vegetal de mudas de cambará (*G. polymorpha*).

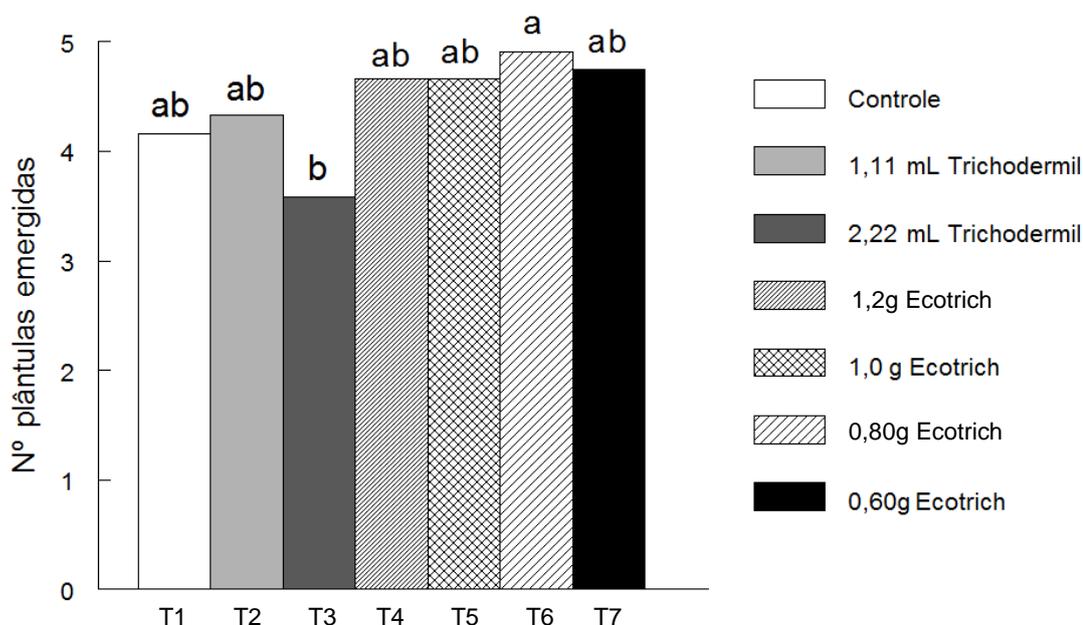


Figura 2. Emergência de plântulas de trigo tratadas com Trichodermil® e Ecotrich® aos 20 dias após a sementeira. Elaborada pela autora. \* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme apresentado na Tabela 2, para a variável comprimento de folhas, todos os tratamentos foram superiores ao tratamento controle, sendo que a utilização de trichoderma no tratamento de sementes, auxiliou no desenvolvimento da parte aérea das plantas de trigo. O efeito de trichoderma no crescimento de plantas tem sido relacionado a diversos fatores, tais como proteção de plantas contra patógenos primários e secundários da rizosfera, produção de

hormônios de crescimento de plantas, aumento da absorção e da translocação de nutrientes minerais, e aumento da solubilidade e da disponibilidade de vários micronutrientes (YEDIDIA et al., 2001).

Tabela 2 – Comprimento da parte aérea das plantas de trigo tratadas com Trichodermil® e Ecotrich® aos 20 dias após a semeadura

Tratamento	Comprimento de folhas (cm)
T1- Controle	22,50 b
T2- Trichodermil® 1,11 mL.kg <sup>-1</sup> sementes	25,75 a
T3- Trichodermil® 2,22 mL.kg <sup>-1</sup> sementes	27,50 a
T4- Ecotrich® 1,2 g.kg <sup>-1</sup> sementes	26,61 a
T5- Ecotrich® 1,0 g.kg <sup>-1</sup> sementes	25,66 a
T6- Ecotrich® 0,80 g.kg <sup>-1</sup> sementes	26,20 a
T7- Ecotrich® 0,60 g.kg <sup>-1</sup> sementes	26,22 a
C.V. %	4,19

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 3, estão apresentados os dados de área, comprimento e volume de raízes. Verificou-se que a área de raiz foi maior nos tratamentos T3, T6 e T2 com 32,98; 31,04 e 28,40 cm<sup>2</sup> respectivamente, seguido dos tratamentos T4, T5 e T7. T1 é o tratamento controle, sendo este inferior aos demais tratamentos apresentando apenas 10,62 cm<sup>2</sup> de área de raiz.

Tabela 3 – Área, comprimento e volume de raiz de trigo tratadas com os produtos biológicos a base de trichoderma, vinte dias após a semeadura.

Tratamento	Área de raiz (cm <sup>2</sup> )	Comp. de raiz (mm)	Volume de raiz (cm <sup>3</sup> )
T1- Controle	10,616 d	19,941 c	0,115 c
T2- Trichodermil 1,11 mL.kg <sup>-1</sup> sementes	28,403 a	24,875 b	0,314 a
T3- Trichodermil 2,22 mL.kg <sup>-1</sup> sementes	32,976 a	24,083 b	0,328 a
T4- Ecotrich 1,2 g.kg <sup>-1</sup> sementes	24,053 b	26,950 b	0,271 b
T5- Ecotrich 1,0 g.kg <sup>-1</sup> sementes	26,540 b	31,450 a	0,289 a
T6- Ecotrich 0,80 g.kg <sup>-1</sup> sementes	31,040 a	25,000 b	0,315 a
T7- Ecotrich 0,60 g.kg <sup>-1</sup> sementes	21,073 c	24,500 b	0,243 b
C.V. %	8,66	7,23	8,62

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O comprimento das raízes foi avaliado em milímetros e, é possível observar na Tabela 3, que o tratamento T5 (Ecotrich- 1,0 g.kg<sup>-1</sup> de sementes) e T4 (Ecotrich- 1,2 g.kg<sup>-1</sup> de sementes) proporcionaram às plantas, comprimento maior das raízes. Para a variável volume de raiz foram os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 os mais eficientes. Com estes resultados, pode-se verificar a importância do trichoderma no crescimento e desenvolvimento das raízes, onde observa-se uma redução nos valores das variáveis analisadas para o tratamento controle (T1), o qual não houve utilização de nenhum dos produtos comerciais a base de *Trichoderma harzianum* no tratamento de sementes. O maior desenvolvimento das raízes com a utilização de trichoderma foi comprovado por Aguiar et al. (2015), onde os autores selecionaram cepas de *Trichoderma* spp. que induziram o aumento do índice mitótico em pontas de raízes de *Allium cepa* pela ação de metabólitos. A capacidade de aumentar o índice mitótico de células de pontas de raízes de *Allium cepa* apresenta variabilidade entre as cepas de trichoderma estudadas. Isolados de trichoderma foram testados como promotores de crescimento em outras culturas. Silva et al. (2011) utilizaram as espécies *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. strigosum*, *T. longibrachiatum*, e *T. koningiopsis* ou *T. ovalisporum*, e concluíram que estas são eficientes como promotores do crescimento de plantas em pepineiro. Barbieri et al. (2013) utilizaram trichoderma no tratamento de sementes de *Avena Strigosa* SCHREB. cv. Comum e, obtiveram resultados promissores para a germinação, crescimento de plântulas e raiz, houve também decréscimo em plântulas anormais e sementes mortas. Em pesquisas realizadas com a planta *Arabidopsis thaliana* foi estudado o papel de auxina na regulação do crescimento da planta em resposta à inoculação de *Trichoderma virens* e *Trichoderma atroviride*, desenvolvendo um sistema de interação fungo-planta o qual, resultou no aumento da produção de biomassa e estimulação do desenvolvimento das raízes laterais relacionadas com a produção de auxina (CONTRERAS-CORNEJO et al., 2009).

Na Tabela 4, são apresentados os dados de massa de matéria fresca e seca das raízes e, da parte aérea de plantas de trigo aos vinte dias após a semeadura. Pode-se observar que não houve diferença significativa para massa de matéria seca e fresca da parte aérea entre os tratamentos realizados. Já nos resultados de massa de matéria fresca de raiz houve diferença estatística, sendo que o tratamento T2 (1,11 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes de Trichodermil®) obteve 2,32 g de massa de matéria fresca, seguido dos tratamentos T6 (0,80 g de Ecotrich®), T4 (1,2 g de Ecotrich®), T3 (2,22 mL de Trichodermil®), T5 (1,0 g de Ecotrich®), T7 (0,60 g de Ecotrich®) respectivamente, e o T1 (controle) obteve peso de massa de matéria fresca de 1,44 g, sendo inferior aos demais tratamentos utilizados à base de trichoderma.

Tabela 4 – Massa de matéria fresca e seca da parte aérea e radicular de trigo tratadas com trichoderma Peso (g) de três plantas, vinte dias após a semeadura.

Tratamento	Massa fresca parte aérea (g)	Massa seca parte aérea (g)	Massa fresca raízes (g)	Massa seca raízes (g)
T1-Controle	1,920 a	1,117 a	1,444 c	1,098 c
T2-Trichodermil 1,11 mL.kg <sup>-1</sup> sementes	1,890 a	1,129 a	2,318 a	1,860 a
T3-Trichodermil 2,22 mL.kg <sup>-1</sup> sementes	1,873 a	1,142 a	1,858 b	1,094 c
T4-Ecotrich 1,2 g.kg <sup>-1</sup> sementes	1,843 a	1,129 a	2,169 a	1,883 a
T5-Ecotrich 1,0 g.kg <sup>-1</sup> sementes	1,676 a	1,126 a	1,787 b	1,247 b
T6-Ecotrich 0,80 g.kg <sup>-1</sup> sementes	1,852 a	1,160 a	2,264 a	1,939 a
T7-Ecotrich 0,60 g.kg <sup>-1</sup> sementes	1,792 a	1,136 a	1,748 b	1,233 b
C.V. %	14,15	2,54	8,36	3,71

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação a massa de matéria seca das raízes, os tratamentos T2, (1,11 mL de Trichodermil®), T4 (1,2 g de Ecotrich®) e T6 (0,80 g de Ecotrich®) obtiveram 1,86; 1,88 e 1,93 g, respectivamente, apresentando diferença significativa quando comparados aos demais tratamentos. Trabalho realizado por Pedro et al. (2012), testaram 60 isolados de *Trichoderma* spp., e 54 destes, causaram aumentos significativos na produção de matéria seca das plantas de feijão, quando comparados ao tratamento controle. Em outros trabalhos podemos verificar a eficiência de trichoderma no aumento de biomassa e também na produtividade da cultura,

no caso de Chagas et al. (2016), onde, a inoculação com trichoderma influenciou positivamente na produção de biomassa, e conduziu para uma maior produtividade do feijão-caupi nas condições de campo na savana em Tocantins.

Machado et al. (2011), em trabalho utilizando *Trichoderma harzianum* de forma isolada e também associada a utilização de rizóbio no tratamento de sementes de *Lotus corniculatus* L. e *Avena strigosa* Schreb, evidenciaram um aumento na produção de massa seca de parte aérea de aveia preta para todos os tratamentos estudados, constatando a promoção de crescimento das plantas por *T. harzianum*.

#### 4. CONCLUSÃO

Os produtos comerciais Trichodermil® e Ecotrich® nas doses testadas em sementes de trigo, não interferiram na germinação e aumentaram o comprimento de parte aérea. Porém, não interferem na massa fresca e seca das folhas. Nas raízes, os produtos à base de trichoderma, aumentam o comprimento, área e volume, além de apresentar em maior peso de massa fresca e seca das raízes.

#### 5. REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. R.; AGUIAR, D.; TEDESCO, S. B.; SILVA, A. C. F. Efeito de metabólitos produzidos por *Trichoderma* spp. sobre o índice mitótico em células das pontas de raízes de *Allium cepa*. **Bioscience journal**, v. 31, n. 3, p. 934-940, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v31n3a2015-23292>

BARBIERI, M.; ÁVILA, V.S.; MACIEL, C. G.; NOAL, G.; MUNIZ, M. F. B.; DORR, A. C. Qualidade fisiológica de sementes *Avena strigosa* SCHREB. cv. Comum submetidas ao

envelhecimento acelerado. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas**, v. 13n. 13, 2013, p. 2837 – 2845. doi 10.5902/2236130810822.

BRASIL. Regulamento da lei 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. **Normas jurídicas (Texto integral)** - DEC 004954. 14 de janeiro. pp: 27, 2004.

CHAGAS, L. F. B.; CASTRO, H. G.; COLONIA, B. S.O.; FILHO, M. R. C.; MILLER, L. O.; JUNIOR, A. F. C. Efficiency of the inoculation of *Trichoderma asperellum* UFT-201 in cowpea production components under growth conditions in field. **Revista de Ciências Agrárias**, 2016, 39(3): 413-421. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA15112>.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; MACÍAS-RODRÍGUES, L.; CORTÉS-PENAGOS, C.; LÓPEZ-BUCIO, J. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**. v.149, n.3, p.1579–1592, 2009. doi: 10.1104/pp.108.130369.

ETHUR, L. Z.; LUPATINI, M.; BLUME, E.; MUNIZ, M. F. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; LORENTZ, L; H. *Trichoderma asperellum* na produção de mudas contra a fusariose do pepineiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p.73-84, 2012.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: Funep, 2008.

HASSAN MM; DAFFALLA HM; MODWI HI; OSMAN MG; AHMED II; GANI MEA; BABIKER AGE. Effects of fungal strains on seeds germination of millet and *Striga hermonthica*. **Universal Journal of Agricultural Research** 2: 83-88, 2013. doi: 10.13189/ujar.2014.020208.

LUCON, C.M.M. **Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp.** 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/trichoderma/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm)>. Acesso em: 8/7/2017.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F; ANTONIOLLI, Z. I. Trichoderma no Brasil: O fungo e o Bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, 1, 26: 274-288, Jan/Jun, 2012.

MACHADO, D. F. M.; TAVARES, A. P.; LOPES, S. J.; SILVA, A. C. F. *Trichoderma* spp. NA EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAMBARÁ (*Gochmatia polymorpha* (Less.) Cabrera). **Revista Árvore**, v.39, n.1, p.167-176, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000100016>

MACHADO, R. G.; SÁ, E. L. S.; DAMASCENO, R. G.; HAHN, L.; ALMEIDA, A.; MORAES, T.; CAMARGO, F. A. O.; REARTES, D. S. Promoção de crescimento de *Lotus corniculatus* L e *Avena strigosa* Schreb pela inoculação conjunta de *Trichoderma harzianum* e rizóbio. **Revista Ciência e natureza, UFSM**. V.33, N. 2, 2011. Doi: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X9365>

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Zoneamento Agrícola para a Cultura do Trigo. Acesso em: 23 de março de 2016. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/portarias/safra-2016-2017/rio-grande-do-sul/rio-grande-do-sul-rs/port\\_24628122016\\_ZA\\_TrigoSequeiroZoneamentoAgricola\\_RS\\_S1617.xlsx](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/portarias/safra-2016-2017/rio-grande-do-sul/rio-grande-do-sul-rs/port_24628122016_ZA_TrigoSequeiroZoneamentoAgricola_RS_S1617.xlsx)

MARRONI, I.V.; MOURA, A.B.; UENO, B. Chemical and biological treatments of castor bean seeds: effects on germination, emergence and associated microorganisms. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 34, n.1, p.000-000, 2012. doi: 10.1590/S0101-

31222012000100003.

PEDRO, E. A. S.; HARAKAVA, R.; LUCON, C. M. M.; GUZZO, S. D. Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.11, p.1589-1595, nov. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012001100005>.

SILVA, F.A.S, AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.** Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September, 2016. doi: 10.5897/AJAR2016.11522.

SILVA, J.B.T.; MELLO, S.C. Utilização de *Trichoderma* no controle de fungos fitopatogênicos. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 1ª edição, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/189682/4/doc241.pdf>. Acesso: 13 de julho de 2017.

SILVA, V. N.; GUZZO, S. D.; LUCON, C. M. M.; HARAKAVA, R. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.12, p.1609-1618, dez. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001200005>.

YEDIDIA, I.; SRIVASTVA, A.K.; KAPULNIK, Y.; CHET, I. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentration and increased growth of cucumber plants. **Plant and Soil**, v.235, p.235-242, 2001.

MANUSCRITO 2

**Silicato de potássio e trichoderma no desenvolvimento do trigo e na redução da ferrugem da folha**

Rosana Taschetto Vey<sup>(1)</sup>, Luana da Silva Cadore<sup>(1)</sup> Maria Medianeira Saccol  
Wiethan<sup>(1)</sup> e Antonio Carlos Ferreira da Silva<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, nº 1000, Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. Email: rosanatv2103@yahoo.com.br, luanascadore@yahoo.com.br, acfsilva2@uol.com.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de produtos biológicos à base de trichoderma e silicato de potássio no desenvolvimento de plantas de trigo, bem como, no rendimento da cultura e na redução da severidade da ferrugem das folhas. O experimento foi realizado em vasos na casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Maria. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições, sendo que cada repetição foi constituída por um vaso contendo três plantas de trigo. Os produtos utilizados foram Trichodermil® e silicato de potássio. Sendo os tratamentos: T1- Sem aplicação; T2- Fungicida; T3- 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K; T4- 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K; T5- Trichodermil®; T6- Trichodermil® + 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K; T7- Trichodermil® + 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K. Conclui-se com este trabalho que *Trichoderma harzianum* e silicato de potássio não interferem na altura de plantas de trigo em condições de casa de vegetação, porém, aumentam o número de perfilhos e diminuem a severidade da doença causada por *Puccinia triticina*, aumentando a produtividade.

Termos para indexação: *Puccinia triticina*, Trichodermil, severidade.

## Potassium silicate and trichoderma in wheat development and reduction of leaf rust

Abstract - The objective of this work was to evaluate the use of trichoderma and potassium silicate based biological products in the development of wheat plants, as well as in crop yield and reduction of leaf rust severity. The experiment was carried out in pots in the greenhouse of the Federal University of Santa Maria. The experimental design was a randomized complete block design with seven treatments and four replications. Each replicate consisted of one vase containing three wheat plants. The products used were Trichodermil® and potassium silicate. Being the treatments: T1- Without application; T2- Fungicide; T3- 1.5 L.ha<sup>-1</sup> of K silicate; T4- 2.5 L.ha<sup>-1</sup> K silicate; T5- Trichodermil®; T6- Trichodermil® + 1.5 L.ha<sup>-1</sup> K silicate; *Trichoderma harzianum* and potassium silicate do not interfere with the height of wheat plants under greenhouse conditions, but increase the number of tillers and decrease the severity of the disease caused by *Puccinia triticina*, increasing productivity.

Index terms: *Puccinia triticina*, Trichodermil, severity.

### 1. Introdução

O trigo, assim como as demais culturas agrícolas, também é acometido por várias doenças que prejudicam seu desenvolvimento e conseqüentemente reduzem a produtividade. A doença ocorre, quando houver inóculo do patógeno, disponibilidade de hospedeiro e condições ambientais favoráveis para que ocorra a infecção (PIRES, et al., 2011).

Dentre as principais doenças que atacam a cultura do trigo, a ferrugem da folha é a mais comum, ocorrendo em praticamente todas as regiões do Brasil. Os danos variam de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura, dependendo também da suscetibilidade

da cultivar, da virulência da raça fisiológica e das condições ambientais. Quando a cultura é atacada pela doença, podem ocorrer perdas de até 63% no rendimento dos grãos (KIMATI et al., 2005).

Na cultura do trigo podem ocorrer três ferrugens: a ferrugem da folha (*Puccinia triticina* Eriks), a ferrugem linear ou amarela (*Puccinia striiformis* West. f. sp. *Tritici* Eriks. & E. Henn) e a ferrugem do colmo (*Puccinia gaminis* Pers.: Pers. f. sp. *Tritici* Eriks. & Henn) (PIRES, 2011).

A ferrugem da folha é uma doença causada pelo fungo *Puccinia triticina* (= *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*) que pode ocorrer desde as primeiras folhas até a maturação da planta. O patógeno causador da ferrugem da folha do trigo sobrevive no verão-outono, parasitando plantas voluntárias que se constituem na principal fonte de inóculo primário no Brasil. Temperatura entre 15°C e 20°C e mais de 6 horas de molhamento foliar contínuo favorecem o aparecimento da doença (KIMATI et al., 2005). O fungo causador da ferrugem da folha manifesta-se através de pústulas de formato arredondado, apresentando coloração amarelo-alaranjada, dispostas de forma desordenada na folha. Este patógeno é considerado um parasita obrigatório, sendo perpetuado além da cultura do trigo, também em plantas voluntárias. A formação das pústulas ocorre pelo rompimento da epiderme através dos uredósporos. Estes esporos são de coloração laranja escuro medindo cerca de 20 a 28 µm. Os teliósporos apresentam coloração café e se formam nas bainhas e folhas no final do ciclo da cultura (REIS, 1991).

Segundo KIMATI et al. (2005) o controle mais eficiente para a ferrugem do trigo é a resistência genética, outra medida é a redução do inóculo primário através da eliminação de plantas voluntárias. A aplicação de fungicidas sistêmicos do grupo químico dos triazóis, estrubilurinas ou mistura destes, deve ocorrer quando a doença atingir o LDE (limiar de dano econômico).

Um método de controle de doenças que está sendo bastante estudado é o controle biológico de doenças, sendo os fungos trichoderma (*Trichoderma* sp.) os mais pesquisados, pois estes também agem como bioestimulante de plantas (VENEGAS et al., 2011). Segundo ALMEIDA et al. (2009), *Trichoderma harzianum* atua principalmente por micoparasitismo, que consiste no contato físico do fungo com o seu hospedeiro, e as suas hifas se enrolam ao redor deste por estruturas especializadas que degradam a parede celular do hospedeiro. Além de sua versatilidade de ação, sendo utilizadas no controle de fitopatógenos através da associação ou não de parasitismo, antibiose e competição, isolados de trichoderma tem sido utilizados como indutores de resistência de plantas contra doenças, bem como promotores de crescimento de plantas e aumento da biomassa radicular (HARMAN et al., 2004; ETHUR et al., 2005; FORTES et al., 2007; HOYOS-CARVAJAL et al., 2009), representando uma alternativa capaz de minimizar o impacto de produtos químicos.

A nutrição das plantas também é fator importante para tentar minimizar o ataque dos patógenos, e são vários os nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, estes elementos são divididos em macro e micronutrientes. Os macronutrientes são exigidos em maiores quantidades pelas plantas, são eles: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, carbono, oxigênio e hidrogênio. Os micronutrientes também são essenciais, porém exigidos em menores quantidades sendo: ferro, boro, manganês, cobre, zinco, molibdênio e cloro (BISSANI et al., 2008).

O elemento químico silício (Si) não era considerado um elemento benéfico, pois, até então não se tinha dados sobre a ação deste nutriente para o crescimento e desenvolvimento das plantas. No entanto, iniciaram-se vários estudos com a utilização do silício e, a partir do decreto lei número 4.954 (que regulamenta a lei 6.894 de 16/01/1980), aprovado em 14 de janeiro de 2004 (BRASIL, 2004), que dispõe sobre a legislação de fertilizantes, o silício está sendo considerado um nutriente benéfico para as plantas. Quanto às fontes de Si aprovadas

pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para uso na agricultura, são: escória silicatada, silicato de Ca, silicato de Ca e Mg, silicatos de B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn, silicato de K e termofosfatos (BRASIL, 2004). Até então o silício era fornecido para as plantas somente via uso de escórias de siderurgia na forma de silicatos de cálcio e magnésio, os quais são fontes de baixíssima solubilidade em água e dependendo da origem podem apresentar traços de metais pesados (FREITAS et al., 2011).

A importância da adubação com silício para as plantas está relacionada principalmente ao aumento da produtividade através de várias ações indiretas, como folhas mais eretas, redução do auto-sombreamento, tornando os tecidos estruturais mais rígidos e assim reduzindo o acamamento, aumentando a tolerância das plantas à estresses abióticos, como a redução da toxidez de Fe, Mn, Al e Na, diminuição na incidência de doenças e ataque de pragas (EPSTEIN, 1994).

Considerando a elevada toxicidade dos fungicidas utilizados no controle de *Puccinia triticina*, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de produtos biológicos à base de trichoderma e silicato de potássio no desenvolvimento de plantas de trigo, bem como, no rendimento da cultura e na redução da severidade da ferrugem das folhas.

## 2. Material e métodos

O experimento foi realizado na casa de vegetação do Departamento de Solos e no Laboratório de Interação Planta-Microrganismos, do Departamento de Biologia, na Universidade Federal de Santa Maria, RS. As sementes de *Triticum aestivum* L. cultivar BRS 374 safra 2015/2016 utilizadas para este trabalho foram adquiridas através da EMBRAPA Trigo de Passo Fundo, RS. Segundo CAIERÃO et al. (2013), a cultivar BRS 374 possui estatura baixa com 76 cm, seu rendimento médio é de 7.700 kg.ha<sup>-1</sup>, possui ciclo precoce com 80 dias até o

espigamento e 136 dias até a maturação, sendo o grão semiduro. Apresenta moderada resistência à mancha da gluma e ao oídio, sendo moderadamente resistente/moderadamente suscetível a manchas foliares, e é moderadamente suscetível ao vírus do mosaico e ao vírus do nanismo amarelo da cevada (VNAC) e suscetível à ferrugem da folha e à giberela. É resistente ao crestamento, à debulha natural e à geada na fase vegetativa. É moderadamente resistente/resistente ao acamamento e moderadamente resistente/moderadamente suscetível à germinação na espiga. É indicada para o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (CAIERÃO et al., 2013)

A semeadura foi realizada em 21 de junho de 2016, utilizando-se sete sementes por vaso. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições. Cada repetição foi constituída por um vaso plástico contendo três plantas e, foram distribuídos conforme a Tabela 1.

Tabela 1- Tratamentos com silicato de potássio e Trichodermil®.

	<b>Tratamentos</b>
T 1	Sem aplicação
T 2	Fungicida
T 3	1,5 L.ha <sup>-1</sup> de silicato de K
T 4	2,5 L.ha <sup>-1</sup> de silicato de K
T 5	Trichodermil® (1,11 mL.kg <sup>-1</sup> sementes)
T 6	Trichodermil® + 1,5 L.ha <sup>-1</sup> Silicato de K
T 7	Trichodermil® + 2,5 L.ha <sup>-1</sup> Silicato de K

Onde: T1- tratamento controle (sem aplicação); T2- aplicação de fungicida; T3- 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K; T4- 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K; T5- tratamento das sementes com Trichodermil®; T6- Trichodermil® + 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K; T7- Trichodermil® + 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K.

Cada vaso foi preenchido com 4 kg de solo, este solo foi peneirado para eliminar os torrões e impurezas maiores. Uma amostra do solo foi encaminhada para o laboratório de análise química da UFSM para analisar as propriedades químicas deste solo, realizando assim a adubação conforme a necessidade. Em relação às propriedades químicas do solo, este apre-

sentou-se da seguinte forma: pH em água 4,59, índice SMP 5,48, matéria orgânica 2,0%, argila 16%, textura 4, Ca 1,1, Mg 0,4, relação Ca/Mg 2,8, Al 1,47, H+Al 7,9, CTC efetiva 3,2, saturação (%) Al 45,9 e Bases 18, S 15, P (Mehlich) 3,8, K 77,9. A correção do solo foi realizada com base no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina para a cultura do trigo (2004). De acordo com as recomendações, foi necessário o equivalente a 300 kg.ha<sup>-1</sup> de adubo composto de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) na fórmula 05.20.20 na semeadura e 150 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de ureia (45%) de cobertura. Para aplicação do fertilizante nos vasos, calculou-se a área do vaso através da fórmula:  $A = \pi \cdot r^2$  onde, A= área,  $\pi$ = a razão entre o perímetro de um círculo e o seu diâmetro e r= raio do vaso.

Baseado neste cálculo, obteve-se o valor de 0,43m<sup>2</sup>. Com este resultado, pode-se calcular a quantidade de fertilizante por vaso. A adubação com 05.20.20 foi realizada no dia da semeadura onde, foram semeadas sete sementes por vaso e, cinco dias após a emergência das plântulas realizou-se o desbaste deixando três plantas por vaso.

Para os tratamentos que foram submetidos ao produto biológico a base de *Trichoderma harzianum* (Trichodermil® SC 1306®, suspensão concentrada, 2.10<sup>9</sup> conídios viáveis/mL<sup>1</sup>) utilizou-se a dose de 1,11 mL.kg<sup>-1</sup> de sementes, nos respectivos tratamentos.

O produto utilizado a base de silício foi Sol Sílica®- da Solferti Indústria de Fertilizantes Ltda, silício líquido concentrado enriquecido com potássio contendo 25% de óxido de silício (SiO<sub>2</sub>) solúvel, garantia do produto óxido de potássio (K<sub>2</sub>O) solúvel em água 15% p/p (207g/L), silício (Si) solúvel em água 12% p/p (165,6g/L). Este produto possui recomendação para algumas hortaliças, flores, frutíferas e culturas anuais incluindo o trigo, sendo recomendada a aplicação por pulverização na parte aérea. Os tratamentos constituídos pela aplicação foliar com silicato de potássio (T3, T4, T6 e T7) foram realizados em três aplicações, sendo a

primeira aos 30 dias após a semeadura, momento em que as plantas se encontravam em estágio vegetativo, as duas seguintes aplicações ocorreram com intervalo de 15 dias da primeira.

O tratamento com fungicida foi realizado, seguindo as duas últimas datas de aplicação com silicato de potássio (aos 45 e 60 dias após a semeadura) fase de emborrachamento da cultura, sendo utilizado nas duas aplicações o fungicida Priori Xtra® (Azoxystrobin 200 g.L<sup>-1</sup>, Ciproconazol 80g.L<sup>-1</sup>) na dose de 300 mL.ha<sup>-1</sup> conforme a recomendação técnica do produto.

As aplicações foram realizadas com borrifador de pressão, utilizando um volume de calda necessário para o molhamento uniforme das folhas.

Para que ocorresse a incidência do fungo *Puccinia triticina*, causador da ferrugem da folha no trigo, realizou-se a inoculação aos 75 dias após a semeadura. As pústulas do fungo *Puccinia triticina*, foram obtidas em plantas adultas em uma lavoura de trigo no interior da cidade de São Pedro do Sul onde, já havia a incidência da doença. A coleta foi realizada com o auxílio de um pincel para a retirada das pústulas e estas foram armazenadas em um recipiente para serem utilizadas posteriormente. A inoculação foi realizada pelo método COSTA et al. (2010) com adaptações. As pústulas coletadas foram diluídas em óleo mineral (Soltol 170) e colocou-se uma gota desta solução em uma folha de cada planta e espalhou-se sobre ela. Após a inoculação em todas as plantas, estas foram pulverizadas com água mais espalhante adesivo tween<sup>®</sup>20 (seis gotas de tween<sup>®</sup>20 para 500 mL de água) para melhor aderência do fungo nas folhas. Para ocorrer a penetração do fungo, cobriu-se todas as plantas com uma lona plástica para manter umidade elevada por um período de dezesseis horas.

Para a avaliação de altura de plantas, mediu-se o comprimento da parte aérea desde a superfície do solo até o ápice da folha bandeira. Iniciou-se as medições vinte dias após a semeadura, sendo realizada uma avaliação a cada sete dias, totalizando seis medições até o início da emissão de espigas na fase de emborrachamento.

Realizou-se a contagem do número de folhas desde a emergência das plântulas até o início do perfilhamento, sendo realizada uma contagem a cada sete dias, totalizando três avaliações. Após o início do perfilhamento, realizou-se a contagem do número de perfilhos a cada sete dias até a estabilização dos mesmos.

A avaliação de severidade da ferrugem na folha foi realizada após o aparecimento dos primeiros sintomas da doença nas plantas. Para esta avaliação foi utilizada a escala diagramática de COBB modificada por BARCELOS (1892) para a ferrugem do trigo (Figura 1). As avaliações foram realizadas semanalmente, sendo utilizada uma nota para a folha inoculada com o patógeno de cada planta, em cada vaso, tendo no final um total de cinco avaliações.

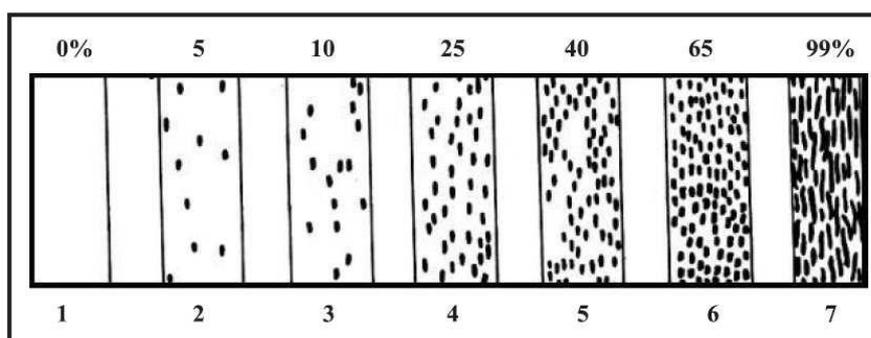


Figura 1 – Escala diagramática de COOB modificada para a severidade de *Puccinia levis* var. *panici-sanguinalis* (BARCELOS, 1982). Notas: 1 = 0%, 2 = 5%, 3 = 10%, 4 = 25%, 5 = 40%, 6 = 65% e 7 = 99% de área foliar lesionada pela ferrugem.

A partir dos dados da severidade das folhas analisadas, foram calculadas a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), pela equação proposta por SHANER e FINNEY (1977) descrita abaixo.

$$AACPD = \sum_{i=0}^{n-1} [(y_i + y_{i+1}) / 2] \times (t_{i+1} - t_i)$$

Onde:

n é o número de avaliações;

y a intensidade de doenças;

t o tempo quando da avaliação da intensidade da doença;

i e i+1 representam as observações de 1 a n.

Os dados de severidade foram utilizados para calcular a área abaixo da curva do progresso da ferrugem na folha do trigo (AACPPF). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A colheita foi realizada manualmente no dia 24 de novembro de 2016, onde, foram colhidas duas plantas por vaso, sendo que cada vaso representou uma repetição. As espigas de cada planta foram trituradas manualmente para separação dos grãos. Para avaliação dos componentes de rendimento do trigo foram determinados os seguintes parâmetros pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade: Número de espigas por planta e comprimento (cm), obtidos pela média de seis espigas coletadas ao acaso; número de grãos por espiga obtidos pela média de três espigas coletadas ao acaso e peso de 1000 grãos.

### **3. Resultados e discussão**

Os resultados expressos para a variável altura de plantas (Tabela 3), apresentaram diferença apenas quando as plantas apresentavam-se no estágio de perfilhamento, para o tratamento T2 e T3, porém não diferiram dos tratamentos T1, T4, T5 e T6, sendo o tratamento com 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de potássio (T7) inferior aos tratamentos T2 e T3, não diferindo dos demais.

Tabela 3 – Medição da altura de plantas (cm) de trigo tratadas com trichoderma e silicato de K com intervalos de sete dias entre as avaliações (Aval.).

Tratamento	Aval. 1 (cm)	Aval. 2 (cm)	Aval. 3 (cm)	Aval. 4 (cm)	Aval. 5 (cm)	Aval. 6 (cm)
T 1- Controle	19,316 a	29,458 a	30,375 a	31,791 b	33,416 b	34,708 a
T 2- Fungicida	22,583 a	31,933 a	33,175 a	36,583 a	37,791 a	38,666 a
T 3- 1,5 l.ha <sup>-1</sup> Silic. K	24,341 a	31,433 a	32,833 a	36,016 a	36,958 a	37,708 a
T 4- 2,5 l.ha <sup>-1</sup> Silic. K	21,741 a	30,683 a	31,500 a	33,591 a	34,625 b	36,333 a
T 5- Trichodermil®	20,908 a	29,783 a	31,616 a	34,058 a	35,358 b	36,325 a
T 6- Tric.+1,5 l.ha <sup>-1</sup> Silic. K	21,166 a	28,391 a	30,750 a	34,500 a	39,333 a	41,291 a
T 7- Tric.+2,5 l.ha <sup>-1</sup> Silic. K	17,208 a	26,341 a	27,566 a	29,666 b	33,541 b	38,083 a
C.V. %	16,11	12,27	8,24	7,09	7,64	8,53

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme abordado por VALÉRIO et al. (2009) as relações hormonais envolvidas na emissão e no desenvolvimento de perfilhos são bastante complexas, envolvendo o equilíbrio entre auxinas e citocininas, que determinam os processos de dominância apical e superação de dormência em gemas laterais. Esta diferença pode ter ocorrido devido a planta estar em estágio de perfilhamento, tendo um crescimento mais rápido das plantas e causando esta pequena diferença entre elas, sendo que apenas neste estágio ocorreu diferença na altura de plantas, mantendo-se no final sem diferença estatística entre todos os tratamentos realizados.

Realizou-se a contagem do número de folhas desde a emergência até o início do perfilhamento da cultura, foi nesta fase (perfilhamento), que os tratamentos com 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de potássio (T3) e trichoderma (T5) mostraram-se com diferença significativa no número de folhas diferindo dos tratamentos T1 e T7, que não diferiram dos tratamentos T2, T4 e T6 (Tabela 4).

Tabela 4 – Contagem do número de folhas de trigo tratadas com trichoderma e silicato de K.

Tratamento	Contagem 1	Contagem 2	Contagem 3
T 1- Controle	1,75 a	3,00 a	3,41 c
T 2- Fungicida	1,91 a	3,08 a	4,16 b
T 3- 1,5 L.ha <sup>-1</sup> Silic. K	1,83 a	3,08 a	5,08 a
T 4- 2,5 L.ha <sup>-1</sup> Silic. K	1,83 a	3,00 a	4,25 b
T 5- Trichodermil®	2,00 a	3,00 a	4,75 a
T 6- Tric. + 1,5 L.ha <sup>-1</sup> Silic. K	2,00 a	3,00 a	4,41 b
T 7- Tric. + 2,5 L.ha <sup>-1</sup> Silic. K	1,83 a	3,00 a	3,58 c
C.V. %	9,86	8,16	10,79

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 5, estão apresentados os dados de médias do número de perfilhos por planta, que foi realizada a cada sete dias após o início do perfilhamento, totalizando seis avaliações. Pode-se verificar nas duas primeiras avaliações (Cont. 1 e Cont. 2), que não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém, na terceira avaliação observa-se diferença nas plantas tratadas com 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de potássio (T3) seguido dos tratamentos T6, T2 e T5, sendo que T2 e T5 não diferiram dos tratamentos T1, T4 e T7. Nas duas últimas avaliações de número de perfilhos, observa-se que os tratamentos T3, T6 e T7 apresentaram-se com maior número de perfilhos tendo em média 11 perfilhos na última avaliação, mostrando que estes tratamentos foram superiores aos demais, sendo que as menores quantidades de perfilhos foram nos tratamentos T1, T2 e T5 na última avaliação. Com isso, pode-se verificar que os tratamentos que apresentaram maior número de perfilhos foram os tratamentos com aplicação de silicato de potássio.

Tabela 5 – Contagem (Cont.) do número de perfilhos de trigo tratadas com trichoderma e silicato de K.

Tratamento	Cont. 1	Cont. 2	Cont.. 3	Cont. 4	Cont. 5	Cont. 6
T 1- Controle	2,00 a	2,66 b	4,33 c	5,55 b	6,33 c	7,89 b
T 2- Fungicida	2,66 a	3,66 a	4,89 b	5,66 b	7,11 b	7,22 b
T 3- 1,5 L.ha <sup>-1</sup> Silic. K	2,85 a	4,00 a	6,66 a	7,22 a	8,44 a	10,55 a
T 4- 2,5 L.ha <sup>-1</sup> Silic. K	2,66 a	3,78 a	4,33 c	4,77 c	6,44 c	8,33 b
T 5- Trichodermil®	2,92 a	4,00 a	4,50 c	4,72 c	6,11 c	7,88 b
T 6- Tric. + 1,5 L.ha <sup>-1</sup> Silic. K	2,44 a	3,00 b	5,33 b	7,55 a	8,66 a	11,11 a
T 7- Tric. + 2,5 L.ha <sup>-1</sup> Silic. K	2,41 a	3,11 b	4,00 c	4,22 c	8,55 a	12,11 a
C.V. %	13,20	14,88	6,65	5,57	5,58	8,68

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A severidade da ferrugem na folha do trigo foi significativamente reduzida nas plantas tratadas com fungicida e supridas com trichoderma e silicato de potássio (Figura 2). A maior diferença na redução da severidade da doença foram os tratamentos: com fungicida (T2), silicato de potássio 2,5 L.ha<sup>-1</sup> (T4) e silicato de potássio 1,5 L.ha<sup>-1</sup> juntamente com trichoderma (T6), sendo que os tratamentos T5 e T7 não diferiram dos tratamentos T2, T4 e T6, e o tratamento T3 também obteve diferença significativa em relação ao controle e, não obteve diferença apenas do tratamento com trichoderma (T5) e trichoderma com 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de K (T7). Com estes resultados, podemos comprovar a eficiência da utilização de silicato de potássio na redução da severidade da ferrugem na folha do trigo. Trabalhos realizados por outros autores comprovam a capacidade do silício em reduzir a severidade de doenças em várias culturas: em videira, os fosfitos de potássio são promissores no controle do míldio da videira e representam uma alternativa aos fungicidas utilizados na cultura (PEREIRA, 2012). Em algodão, plantas supridas com silício apresentaram maior resistência à ferrugem tropical, devido a maior atividade das enzimas de defesa (GUERRA et al., 2013). A utilização de silicato de potássio também reduziu a severidade do oídio em mudas de *Eucalyptus benthamii*

(SCHULTZ et al., 2012). Em soja, foi verificada redução da severidade da ferrugem-asiática, com a pulverização de silicato de potássio via foliar (RODRIGUES et al., 2010).

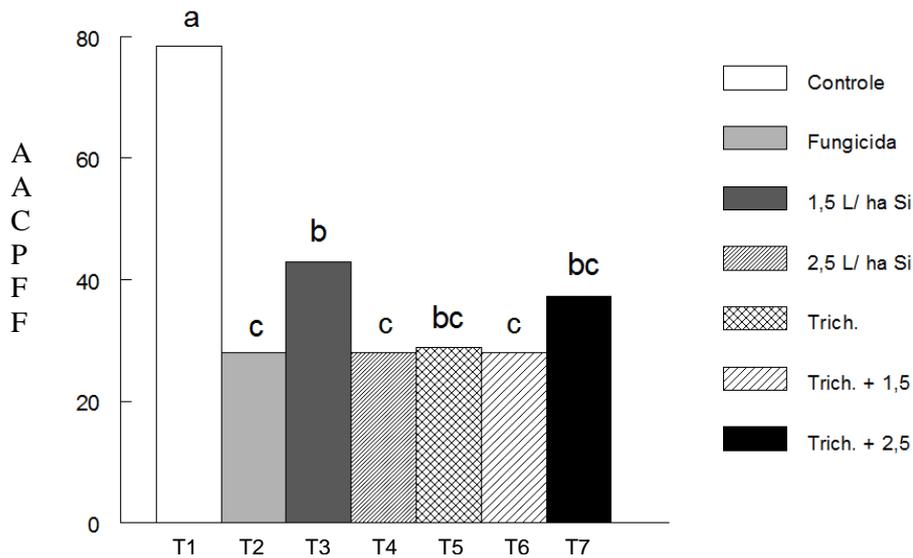


Figura 2. Área abaixo da curva de progresso da ferrugem da folha (AACPF) do trigo (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*), após aplicação de trichoderma e silicato de Potássio na cultura do trigo, cultivar BRS 374. \*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

DOMICIANO et al. (2010), estudando folhas de sorgo supridas com silício, encontraram em observações feitas em microscópio eletrônico de varredura acoplado a microanálise de raios-X que a distribuição desse elemento foi uniforme em toda a superfície das folhas, seguindo um padrão linear que corresponde às células de sílica, acúmulo que impactou, levando a aumento no período de incubação e a redução no número de lesões.cm<sup>-2</sup>, área abaixo da curva de progresso da mancha marrom e severidade desta doença.

Pode-se verificar na Figura 2, que os melhores resultados na redução da severidade da ferrugem na folha do trigo, foram com a utilização de silicato de potássio e de trichoderma.

Muitos trabalhos já foram realizados, utilizando fungos do gênero *Trichoderma* spp. no controle de fitopatógenos em várias culturas: SILVA et al. (2011) utilizaram dezenove isolados de *Trichoderma* spp. e o produto comercial Trichodermil® e, concluíram que este fungo além de promover o crescimento em plantas de pepino, também induz resistência à an-

tracnose nesta cultura. FONTENELLE et al. (2011) verificaram reduções de 83,79 e 93,99%, respectivamente, na severidade das doenças causadas por *Xanthomonas euvesicatoria* e *Alternaria solani*, em tomateiro. Em mudas de *Eucalyptus saligna* a utilização do produto comercial Trichodel®, reduziu danos causados pelo fungo *Cylindrocladium candelabrum* em viveiro (MACIEL et al., 2012). De acordo com SRIRAM et al. (2009), linhagens selecionadas de espécies de trichoderma são potentes indutores de respostas de defesa em plantas.

### Avaliações dos componentes de rendimento da cultura

Na Tabela 6, para o componente comprimento de espiga, o tratamento com trichoderma + 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de potássio (T7) apresentou o melhor resultado diferindo do tratamento controle (T1) e do fungicida (T2), não diferindo significativamente dos tratamentos T3, T4, T5 e T6.

Tabela 6 – Avaliação dos componentes de rendimento de *Triticum aestivum* tratados com *Trichoderma harzianum* e silicato de potássio.

Tratamento	Comp. de espiga (cm)	Nº de espigas/planta	Nº de grãos/espiga	Peso de 1000 grãos (g)
T1- Controle	6,388 b	14,666 b	25.000 c	36,29 c
T2- Fungicida	6,333 b	9,500 c	28.555 c	38,62 b
T3- Silicato de K 1,5 L.ha <sup>-1</sup>	6,833 b	19,166 a	36.000 b	40,24 a
T4- Silicato de K 2,5 L.ha <sup>-1</sup>	6,555 b	12,833 b	38.000 b	38,45 b
T5- Trichodermil 1,11 mL.kg <sup>-1</sup> sementes	6,805 b	15,333 b	42.777 a	38,44 b
T6- Trichodermil 1,11 mL.kg <sup>-1</sup> +1,5 L.ha <sup>-1</sup> Si K	7,100 a	19,833 a	36.555 b	39,03 b
T7- Trichodermil 1,11 mL.kg <sup>-1</sup> +2,5 L.ha <sup>-1</sup> Si K	7,416 a	14,833 b	41.888 a	38,14 b
C.V. %	4,76	11,00	6,59	1,38

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao número de espigas por planta, os tratamentos com trichoderma e silicato de potássio (T3, T5 e T6) apresentaram-se com maior número de espigas, seguido dos

tratamentos T1 e T7, sendo que o T2 e T4 foram inferiores aos demais tratamentos com um número menor de espigas por planta.

Analisando a variável número de grãos por espiga, os tratamentos com trichoderma e silicato de potássio tiveram um maior número de grãos, isso quando comparado com o tratamento controle (T1) e com fungicida (T2) conforme apresentado na Tabela 6.

Para variável peso de mil grãos, realizou-se a pesagem de mil grãos de cada tratamento onde, o tratamento T3 (silicato de K 1,5 L.ha<sup>-1</sup>) apresentou peso de 40,24 g, sendo que o menor peso obtido foi no tratamento controle com 36,29 g. Este é um dos componentes de rendimento que está diretamente relacionado com o rendimento final da cultura (BREDEMEIER et al. 2001).

Comparando as variáveis que demonstram o rendimento da cultura do trigo com a incidência da ferrugem na folha, pode-se verificar que entre os tratamentos que obtiveram a menor severidade da doença (T2, T4, T5, T6 e T7), apenas os tratamentos T5 e T6 apresentaram as melhores médias levando em consideração as variáveis de comprimento de espigas, número de espigas por planta e número de grãos por espigas e, para a variável peso de mil grãos, o melhor resultado foi o tratamento com aplicação de silicato de K 1,5 L.ha<sup>-1</sup> (T3) que obteve diferença inferior aos tratamentos T2, T4, T5, T6 e T7 apenas em relação ao número de grãos por espigas, porém, apresentou maior peso, o que indica um melhor rendimento para a cultura. Isso significa que, a menor severidade da doença, permitiu com que a planta tivesse uma melhor expressão de produção, bem como, um maior peso dos grãos produzidos no tratamento com a aplicação de 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de silicato de potássio.

SANTOS et al. (2003), quando utilizaram silicato de cálcio no arroz irrigado, observaram que houve um aumento de produção de aproximadamente 84% em relação a testemunha. Em batata, a utilização de silício via foliar, reduz a severidade da requeima e a incidência de

canela-preta, e aumenta a produtividade e o teor de matéria seca dos tubérculos (SORATTO et al., 2012).

O aumento no número de grãos por espiga nos tratamentos com silicato de potássio e trichoderma, pode estar relacionado à maior taxa fotossintetizante, pois o silício pode modificar a arquitetura da planta (DEREN et al., 1994), resultando em uma menor abertura de ângulo foliar, permitindo maior captação de energia luminosa, aumentando a produtividade.

#### 4. Conclusões

1- O *Trichoderma harzianum* e silicato de potássio não interferem na altura de plantas de *Triticum aestivum* L., porém, aumentam o número de perfilhos em condições de casa de vegetação.

2- A utilização de silicato de potássio e trichoderma em conjunto ou separados e fungicida, diminui a severidade de *Puccinia triticina*, além de aumentar a produtividade em trigo.

#### 5. Referências

ALMEIDA, W.K.D.S. 2009. Antagonismo de *Trichoderma viride* sobre fungos fitopatogênicos, *Colletotrichum* spp., *Cercospora musae* e *Asperiporium caricae* em fruteiras tropicais. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4(2): 1374-1378.

BARCELOS, A.L. As ferrugens do trigo no Brasil. In: OSÓRIO, E.A. (ed.). **Trigo no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. p.377-419.

BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O.; TEDESCO, M.J. **Fertilidade dos solos e manejo de adubação de culturas**. Porto Alegre: Metrópole, 2 ed. 2008. 344 p.

BRASIL. Regulamento da lei 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. **Normas jurídicas (Texto integral)** - DEC 004954. 14 de janeiro. pp:27, 2004.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M.; BÜTTENBENDER, D. Efeito do tamanho das sementes de trigo no desenvolvimento inicial das plantas e no rendimento de grãos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília. v. 36, n. 8, p. 1061-1068, ago. 2001.

CAIERÃO, E.; SILVA, M. S.; SCHEEREN, P. L.; EICHELBERGER, L.; NASCIMENTO Jr., A.; GUARIENTI, E. M.; MIRANDA, M. Z.; COSTAMILAN, L.; SANTANA, F. M.; MACIEL, J. L. N.; PIRES, J. L.; LAU, D.; PEREIRA, P. R.; CARGNIN, A.; CASTRO, R. L. BRS 374 – Wheat cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 13: 212-214, 2013.

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; GUIMARÃES, P. E.; GUIMARÃES, L. J. M.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; PARREIRA, D. F.; SILVA, D. D. Desenvolvimento de Metodologia para Inoculação de *Colletotrichum graminicola* em Colmo de Milho. Circular Técnica, 139. Sete Lagoas, MG, 2010.

DEREN, C. W.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; MARTIN, F. G. Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosols. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 3, p. 733-737, 1994

DOMICIANO, G. P.; RODRIGUES, F. A.; VALE, F. X. R.; XAVIER FILHA, M. S.; MOREIRA, W. R.; ANDRADE, C. C. L.; PEREIRA, S. C. Wheat resistance to spot blotch potentiated by silicon. *Journal of Phytopathology* 158:334-343, 2010.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America, Washington, v.91, n.1, p.11- 17, 1994.

ETHUR, L.Z. et al. Fungos antagonistas a *Sclerotinia sclerotiorum* em pepineiro cultivado em estufa. Fitopatologia Brasileira, v.30, n.2, p.127- 133, 2005. DOI: 10.1590/S0100-41582005000200004

FONTENELLE, A.D.B.; GUZZO, S.D.; LUCON, C.M.M.; HAKAKAVA, R. Growth promotion and induction of resistance in tomato plant against *Xanthomonas euvesicatoria* and *Alternaria solani* by *Trichoderma* spp. **Crop Protection**, v.30, p.1492-1500, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.07.019>

FORTES, F. de O.; SILVA, A.C.F. da; ALMANÇA, M.A.K.; TEDESCO, S.B. Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp. Revista *Árvore*, v.31, n 2, p 221-228, 2007. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000200004>

FREITAS, L.B.; COELHO, E.M.; MAIA, S.C.M.; SILVA, T.R.B. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, n.2, p. 262-267, mar/abr, 2011.

GUERRA, A. M. N. M.; RODRIGUES, F. A.; BERGER, P. G.; BARROS, A. F.; RODRIGUES, Y. C.; LIMA, T. C. Resistência do algodoeiro à ferrugem tropical potencializada pelo silício. *Bragantia*, Campinas, v. 72, n. 3, p.279-291, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/brag.2013.037>

HARMAN, G.E. et al. Interactions between *Trichoderma harzianum* Strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects of these interactions on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. *Plant Physiology*, v.94, n.2, p.146 - 153, 2004. Doi: 10.1094/PHYTO.2004.94.2.147

HOYOS-CARVAJAL, L. et al. Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. *Biological control*, v.51. p.409–416, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.07.018>

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**. Doenças de plantas cultivadas. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, 2005. 663p.

MACIEL, C.G.; LAZAROTTO, M.; MEZZOMO, R.; POLETO, I.; MUNIZ, M. F. B.; LIPPERT, D. B. *Trichoderma* spp no biocontrole de *Cylindrocladium candelabrum* em mudas de *Eucalyptus saligna*. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.36, n.5, p.825-832, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000500004>

PEREIRA, V. F.; RESENDE, M. L. V.; RIBEIRO Jr. P. M.; REGINA, M. A.; MOTA, R. V.; VITORINO, L. R. R. Fosfito de potássio no controle do míldio da videira e características físico-químicas de uvas Merlot . *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.47, n.11, p.1581-1588, nov. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012001100004>.

PIRES, J.L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. C. Trigo no Brasil: **Bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo. RS- Embrapa Trigo, 2011. 488p.

REIS, E.M. **Doenças do trigo V: ferrugens**. Passo Fundo: Embrapa/CNPT, 1991. 20p.

RODRIGUES, F. A., DUARTE, H. S. S., REZENDE, D. C., FILHO, J. A. W., KORNDORFER, G. H.; ZAMBOLIM, L. (2010) Foliar spray of potassium silicate on the control of angular leaf spot on beans. *Journal of Plant Nutrition*, 33:2082-2093. <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2010.519082>

SANTOS, G. R.; KORNDORFER, G. H.; PELÚZIO, J. M.; DIDONET, J.; REIS FILHO, J. C. D.; CÉSAR, N. S. Influência de fontes de Silício sobre a incidência e severidade e doenças e produtividade do Arroz Irrigado. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 19, n.2, p. 65-72, May/Aug. 2003.

SCHULTZ, B.; BORA, K. C.; NOGUEIRA, A. C.; AUER, C. G. Uso de silicato de potássio no controle de oídio em mudas de *Eucalyptus benthamii*. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 32, n. 69, p. 93-99, jan./mar. 2012. doi: 10.4336/2012.pfb.32.69.93

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effects of nitrogen fertilization on the expression of slowmildwing in knox wheat. *Phytopathology*, v.67, p.1051-1055, 1977.

SILVA, V. N.; GUZZO, S. D.; LUCON, C. M. M.; HAKAKAVA, R. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.12, p.1609-1618, dez. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001200005>

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SOUZA-SCHLICK, G. D. Produtividade, qualidade de tubérculos e incidência de doenças em batata, influenciados pela aplicação foliar de silício. **Pesq. Agropec. Bras.** [online]. 2012, vol.47, n.7, pp.1000-1006. ISSN 0100-204X. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000700017>

SRIRAM, S.; MANASA, S.B.; SAVITHA, M.J. Potential use of elicitors from *Trichoderma* in induced systemic resistance for the management of *Phytophthora capsici* in red pepper. **Journal of Biological Control**, v.23, p.449-456, 2009.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F.I. F.; OLIVEIRA, A. C.; BENIN, G.; SOUZA, V. Q.; MACHADO, A. A.; BERTAN, I.; BUSATO, C. C.; SILVEIRA, G.; FONSECA, D. A. R. Seeding density in wheat genotypes as a function of tillering potential. *Scientia Agricola*, v.66, n.1, p.28-39, 2009a. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162009000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162009000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>.16 Oct. 2011. doi:10.1590/S0103-90162009000100004

VENEGAS, F.; SCUDELER, F. Compatibilidade de Diferentes cepas de *Rhizobium tropici* com o fungo *Trichoderma Harzianum* no tratamento de sementes de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ensaio e Ciência. Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde*. Vol. 15, nº. 5, 2011. Doi: <http://dx.doi.org/10.17921/1415-6938.2011v15n5p%25p>

## CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho, pode-se concluir que a utilização de Trichodermil® em doses acima da recomendada, no tratamento de sementes de *Triticum aestivum* L., reduzem a germinação das sementes de trigo. Os produtos comerciais Trichodermil® e Ecotrich® nas doses testadas em sementes de trigo, aumentam o comprimento de folhas. Já para a massa de matéria fresca e seca das folhas não apresentou diferença nos tratamentos com *Trichoderma harzianum* comparando com a testemunha.

Nas raízes, o tratamento T3 (2,22 mL.kg<sup>-1</sup> sementes de Trichodermil®) apresentou maior área de raiz com 32,9 cm<sup>2</sup>, seguido dos tratamentos T6 (Ecotrich® 0,8 g.kg<sup>-1</sup> sementes), T2 (1,11 mL.kg<sup>-1</sup> sementes de Trichodermil®), T5 (Ecotrich® 1,0 g.kg<sup>-1</sup> sementes), T4 (Ecotrich® 1,2 g.kg<sup>-1</sup> sementes) e T7 (Ecotrich® 0,6 g.kg<sup>-1</sup> sementes) com área de 31,0; 28,4; 26,5; 24,0 e 21,0 cm<sup>2</sup>, respectivamente.

O *Trichoderma harzianum* e silicato de potássio não interferem na altura de plantas de *Triticum aestivum* L., porém, aumentam o número de perfilhos em condições de casa de vegetação. A utilização de silicato de potássio e trichoderma, diminui a severidade de *Puccinia triticina*, além de aumentar a produtividade em trigo.

## REFERÊNCIAS

- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Índice Monográfico – Trichoderma. Classificação Taxonômica, 2011. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9af5bc804ec4575d920d928a610f4177/T60+%> Acesso em: 13 de julho de 2017.
- BACALTCHUCK, B.; CHAVES, M. S.; LIMA, M. I. P. M.; COSTAMILAN, L. M.; MACIEL, J. L. N.; SALVADORI, J. R.; GAMBATTO, A. Características e cuidados com algumas doenças de trigo. Documentos online. Embrapa Trigo. Dez. 2006. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do64.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do64.pdf). Acesso em: 21 de março de 2016.
- BARBIERI, R. L.; CARVALHO, F. I. F. Coevolução de plantas e fungos patogênicos. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.7, n.2, p.79-161, 2001.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. Biocontrole de doenças de plantas: Uso e Perspectivas. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. 341 p. 2009
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 4 - Safra 2016/17, n. 9 - Nono levantamento, junho 2017.
- DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. Mineral nutrition and plant disease. St Paul: The American Phytopathological Society Press, 2007. 278 p.
- DOMICIANO, G. P.; RODRIGUES, F. A.; VALE, F. X. R.; XAVIER FILHA, M. S.; MOREIRA, W. R.; ANDRADE, C. C. L.; PEREIRA, S. C. Wheat resistance to spot blotch potentiated by silicon. Journal of Phytopathology 158:334-343, 2010.
- EPSTEIN, E.; BLOMM, A.J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2 ed. Londrina, Editora Planta, 2006. 403p.
- FERREIRA, R. L. F. et al. Avaliação de cultivares de alface adubadas com Silifertil®. Caa-tinga, v.22, n.2, p.5-10, 2009.
- FREITAS, L.B.; COELHO, E.M.; MAIA, S.C.M.; SILVA, T.R.B. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, n.2, p. 262-267, mar/abr, 2011.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soil, plants and animals. **Advances in Agronomy**. NY, 19:107-49, 1967.

KIM, S.G.; KIM, K.W.; PARK, E.W.; CHOI, D. Silicon-induced cell wall fortification of rice leaves: A possible cellular mechanism of enhanced host resistance to blast. **Phytopathology**, v.92, n.10, p.1095-1103, 2002.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**. Doenças de plantas cultivadas. Vol. 2, 4. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, 2005. 663p.

LUCON, C.M.M. **Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp.** 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/trichoderma/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm)>. Acesso em: 8/7/2017

MA, J. F.; TAKAHASHI, E. Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan. Tokio, Elsevier, 2002. 274p.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Functions and transport of silicon in plants. *Cel. Molec. Life Sci.*, 65:3049-3057, 2008.

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 – Vol. 35, 1, jan/jun 2012, 26: 274-288, ISSN: 0871-018 X.*

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ed. Agronômica, Ceres, 251p., 1980.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego, Academic Press, 674p., 1986.

MELLO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos, p. 17- 67. In: I. S. Mello & J. L. Azevedo (Eds), *Controle biológico*. Jaguariúna, Embrapa, 1998.

PIRES, J. L. F.; PASINATO, A.; SANTI, A.; DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R. *Cultivo do Trigo: Zoneamento Agrícola*. Passo Fundo. RS- Embrapa Trigo, 2014. Disponível em: [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=)

column-1&p\_p\_col\_count=1&p\_r\_p\_-76293187\_sistemaProducaoId=3704&p\_r\_p\_-996514994\_topicoId=3046 Acesso: 18 de outubro de 2016.

REIS, E. M. & CASA R. T. Doenças do Trigo. In: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 4. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, 2005. 663p.

SAITO, L. R.; SALES, L. L. S. R.; MARTINCKOSKI, L.; ROYER, R.; RAMOS, M. S.; REFFATTI, T. **Aspectos dos efeitos do fungo *Trichoderma spp.* no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas**. Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v2 n3 Set.- Dez. 2009

SOUZA, A. C. A. Silício e Bioagentes na Supressão da Brusone Foliar em Arroz. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 2014.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. *In: SCIENCE OF THE RICE PLANT. Physiology food and agriculture policy research center*, v.2, p.420-433, 1240p., Tóquio, 1995.

VIDAL, A.A.; FURLANETO, F.P.B.; OKAMOTO, F.; MARTINS, A.N.; MIGUEL, F.B.; GRIZOTTO, R.K. Efeito do Silício na cultura de alface (*Lactuca sativa*). **Pesquisa & Tecnologia**. vol. 8, n. 2, Jul-Dez 2011.

VILELA, H. et al. Propriedades químicas e agronômicas de três fontes de silício disponíveis no mercado brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 17, 2007. Londrina, Anais... Brasília: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2007. 1CD-ROM.

WAHL, I.; ANIKSTER, Y.; MANISTERSKI, J.; SEGAL, A. Evolution at the center of origin. In: ROELFS, A. P.; BUSHNELL, W. R. (Ed.) *The cereal rusts*. Orlando: Academic Press, 1984. V.1, p.39-72.

ZANÃO JÚNIOR, L. A. Resistência do arroz à mancha-parda mediada por silício e manganês. 2007. 125 f. Dissertação. (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Curso de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.