

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CAMPUS ITAQUI  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**USO DE FOSFITO DE POTÁSSIO COMBINADO  
COM FUNGICIDA NO CONTROLE DA FERRUGEM  
DA FOLHA DO TRIGO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Uilson dos Santos Paiva Junior**

**Itaqui, RS, Brasil  
2018**

**UILSON DOS SANTOS PAIVA JUNIOR**

**USO DE FOSFITO DE POTÁSSIO COMBINADO COM  
FUNGICIDA NO CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA DO TRIGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Renata Silva Canuto de Pinho

Itaqui, RS, Brasil  
2018

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

P142u Paiva Junior, Uilson dos Santos  
USO DE FOSFITO DE POTÁSSIO COMBINADO COM FUNGICIDA NO  
CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA DO TRIGO / Uilson dos Santos  
Paiva Junior.  
30 p.  
  
Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade  
Federal do Pampa, AGRONOMIA, 2018.  
"Orientação: Renata Silva Canuto de Pinho".  
  
1. Controle alternativo. 2. Manejo. 3. Puccinia triticina  
Eriks. I. Título.

**UILSON DOS SANTOS PAIVA JUNIOR**

**USO DE FOSFITO DE POTÁSSIO COMBINADO COM  
FUNGICIDA NO CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA DO TRIGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 23 de novembro de 2018. Banca examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Silva Canuto de Pinho  
Orientadora  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Zago Ethur  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Fernanda Antunes da Cruz  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Dedico este trabalho primeiramente aos meus pais Gladis Mariel Nunes Paiva e Uilson dos Santos Paiva, que não mediram esforços para tornar este sonho realidade e que jamais deixaram de acreditar na minha capacidade. A minha irmã Priscila Nunes Paiva, que sempre esteve ao meu lado me incentivando nos momentos de dificuldade, ajudando a tornar mais fácil essa caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir que eu chegasse até aqui. Apesar das dificuldades encontradas, me deu força para que eu não desistisse do meu objetivo.

À minha mãe Gladis Mariel Nunes Paiva, que jamais deixou de acreditar em mim e não mediu esforços para realização deste sonho. Ao meu pai Uilson dos Santos Paiva, que sempre me apoiou e acreditou na minha capacidade e, como minha mãe, não mediu esforços para esta conquista. A minha irmã Priscila Nunes Paiva, pelo apoio e incentivo nos momentos de dificuldade. As minhas avós, Almerentina Machado Nunes e Tereza dos Santos Paiva, que com sua sabedoria de vida sempre tiveram uma palavra de estímulo e apoio quando necessário. E a Julia Martins de Carvalho, que conheci durante esta jornada e aceitou caminhar ao meu lado, me apoiando e incentivando nos momentos de dificuldade, dando a força necessária para que eu pudesse seguir em frente.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Silva Canuto de Pinho, pelo auxílio e orientação durante a realização deste trabalho. Agradeço também pela oportunidade de trabalhar como seu orientado na realização de projetos dentro da área de fitopatologia e aos demais conhecimentos passados durante o período de graduação.

Ao Prof. Dr. Leomar Hackbart da Silva, pelo auxílio e instruções passadas durante o processo de avaliação dos componentes de produtividade da cultura.

Ao Prof. Dr. Daniel Andrei Robe Fonseca, pelo conhecimento passado e auxílio durante as atividades.

Aos demais professores, que durante meu período de graduação não mediram esforços para passar o melhor do conhecimento proposto.

Aos colegas, pela amizade, companheirismo e apoio durante estes anos de graduação.

Aos colegas, Gustavo da Silva Rubin, Marcelo da Silveira Marchezan, Paulo Rogério Santos, Robson da Costa Riella e Thalís Marques Marchezan pelo auxílio na execução deste projeto.

Aos agrônomos da Unipampa Edgar Salis Brasil Neto, Rodrigo Trindade Pinheiro e ao funcionário terceirizado Rafael Gomes, pelo auxílio na montagem do experimento à campo.

À todas as pessoas que, de uma forma ou outra auxiliaram na execução deste trabalho.

*“Se eu acredito em Deus? Mas que valor poderia ter a minha resposta, afirmativa ou não? O que importa é saber se Deus acredita em mim.”*

Mário Quintana

*“A luta que você passa hoje está devolvendo a força que precisará amanhã”.*

Robert Tew

## RESUMO

### USO DE FOSFITO DE POTÁSSIO COMBINADO COM FUNGICIDA NO CONTROLE DA FERRUGEM DA FOLHA DO TRIGO

Autor: Uilson dos Santos Paiva Junior

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Silva Canuto de Pinho

Local e data: Itaqui, 23 de novembro de 2018.

São inúmeras as doenças que atacam a cultura do trigo, sendo a ferrugem da folha provocada pelo fungo *Puccinia triticina* Eriks, uma das mais comuns entre elas e que está presente praticamente em todas as regiões produtoras do cereal no país. Uma das alternativas para o controle de doenças de plantas é o uso de fosfito de potássio. Estudos comprovam que a aplicação singular ou em combinação com fungicida, pode reduzir a severidade e incidência de doenças causadas por fungos em plantas cultivadas. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de fosfito de potássio combinado com fungicida no controle da ferrugem da folha do trigo. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal do Pampa- Campus Itaqui, seguindo o delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Para a execução deste trabalho foi utilizada a cultivar de trigo JADEÍTE 11, cultivar moderadamente resistente à ferrugem da folha do trigo. Os tratamentos consistiram dos produtos Yantra<sup>®</sup> (Fosfito de Potássio 0,6 l ha<sup>-1</sup>) e do fungicida Nativo<sup>®</sup> (Trifloxistrobina Tebuconazol 0,6 l ha<sup>-1</sup>) e testemunha, sendo T1 – testemunha (sem aplicação), T2 – duas aplicações de fungicida, T3 – duas aplicações de fosfito, T4 – uma aplicação de fungicida e uma aplicação de fosfito e T5 – uma aplicação de fosfito e uma aplicação de fungicida. Foram realizadas duas aplicações, sendo a primeira no estágio de florescimento (65 dias após a semeadura) e a segunda 15 dias após a primeira aplicação. As avaliações tiveram início logo após a primeira aplicação e, ocorreram semanalmente avaliando-se a severidade da doença em dez plantas inteiras e dez folhas bandeiras por parcela. Para a avaliação da severidade foi utilizada a escala diagramática de COBB modificada por Barcelos (1892) para a ferrugem do trigo. A partir dos dados de severidade determinou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias



agrupadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade utilizando-se o Programa Estatístico Sisvar. Os tratamentos T2 (Fungicida + Fungicida) seguido do tratamento T4 (Fungicida + Fosfito) apresentaram as menores severidade da ferrugem da folha do trigo, com reduções de 27,78% e 15,42%, respectivamente em relação a T1 (testemunha sem aplicação). Em relação aos parâmetros de produtividade, os tratamentos T2 e T4 também apresentaram os maiores valores de produtividade, peso hectolitro, peso de mil grãos e número de grãos por espiga. O aumento de produtividade foi de 54,88% para o tratamento T2 e 50,52% para T4 em relação a testemunha. De acordo com os resultados obtidos, podemos observar que a ordem de aplicação dos produtos irá influenciar na severidade da doença e na produtividade da cultura. Apesar de T4 (F+FOS), quando comparado a T2 (F+F), apresentar menor eficiência no controle da severidade da ferrugem da folha, nas variáveis de produtividade não houve diferença estatística entre os tratamentos. Portanto, quando aplicado após o fungicida, o fosfito de potássio reduz a severidade da ferrugem da folha e mantém os níveis de produtividade. Isso permite a substituição de uma segunda aplicação de fungicida por uma aplicação de fosfito de potássio.

Palavras-chave: *Puccinia triticina* Eriks; controle alternativo; *Triticum aestivum*.

## **ABSTRACT**

### **USE OF POTASSIUM PHOSPHITE COMBINED WITH FUNGICIDE IN THE CONTROL OF WHEAT LEAF RUST**

Author: Uilson dos Santos Paiva Junior

Advisor: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Silva Canuto de Pinho

Date: Itaqui, November 23, 2018.

There are numerous diseases that attack the wheat crop, leaf rust caused by the fungus *Puccinia triticina* Eriks, one of the most common among them, and is present in almost all the regions producing the cereal in the country. One of the alternatives for the control of plant diseases is the use of potassium phosphite. Studies have shown that the single application or in combination with fungicide can reduce the severity and incidence of diseases caused by fungi in cultivated plants. Thus, this work had the objective of evaluating the effect of potassium phosphite combined with fungicide in the control of wheat leaf rust. The experiment was carried out in the experimental area of the Federal University of Pampa - Campus Itaqui, following the randomized block design, with five treatments and four replications. For the execution of this work was used the cultivar of wheat JADEÍTE 11, cultivar moderately resistant to the rust of the wheat leaf. The treatments consisted of Yantra® (Potassium Phosphite 0.6 l ha<sup>-1</sup>) and Nativo® (Trifloxystrobin Tebuconazole 0.6 l ha<sup>-1</sup>) and control, T1-control (no application), T2-two fungicide applications, T3 - two applications of phosphite, T4 - one application of fungicide and one application of phosphite and T5 - one application of phosphite and one application of fungicide. Two applications were made, the first at the flowering stage (65 days after sowing) and the second at 15 days after the first application. The evaluations began shortly after the first application, and occurred weekly evaluating the severity of the disease in ten whole plants and ten leaves flags per plot. For the evaluation of severity, the diagrammatic scale of COBB modified by Barcelos (1892) for wheat rust was used. From the severity data the area under the disease progress curve (AACPD) was determined. The data were submitted to analysis of variance by the F test and the

means grouped by the Scott & Knott test at 5% probability using the Sisvar Statistical Program. The treatments T2 (Fungicide + Fungicide) followed by treatment T4 (Fungicide + Phosphite) showed the lowest severity of wheat leaf rust, with reductions of 27.78% and 15.42%, respectively, in relation to T1 (control without application). Regarding the productivity parameters, the treatments T2 and T4 also presented the highest values of productivity, hectoliter weight, thousand grain weight and number of grains per spike. The increase in productivity was 54.88% for the T2 treatment and 50.52% for the T4 in relation to the control. According to the results obtained, we can observe that the order of application of the products will influence the severity of the disease and in crop productivity. Although T4 (F + FOS), when compared to T2 (F + F), showed less efficiency in the control of leaf rust severity, in the productivity variables there was no statistical difference between the treatments. Therefore, when applied after the fungicide, potassium phosphite reduces the severity of leaf rust and maintains productivity levels. This allows the replacement of a second fungicide application with a potassium phosphite application.

Keywords: *Puccinia triticina* Eriks; alternative control; *Triticum aestivum*.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Escala diagramática de COOB modificada para a severidade de <i>Puccinia levis</i> var. <i>panici-sanguinalis</i> .....	18
FIGURA 2: Pústulas da ferrugem da folha do trigo ( <i>Puccinia triticina</i> Eriks) sobre as folhas da cultura.....	19

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Área abaixo da curva de progresso da ferrugem da folha do trigo ( <i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i> ), na folha bandeira após aplicação de diferentes tratamentos à base de fosfito de potássio e fungicida na cultura do trigo.....	20
TABELA 2: Área abaixo da curva de progresso da ferrugem da folha do trigo ( <i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i> ), na planta inteira após aplicação de diferentes tratamentos à base de fosfito de potássio e fungicida na cultura do trigo.....	21
TABELA 3: Efeito da combinação de fosfito de potássio com fungicida na produtividade, peso hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG), e número de grãos por espigas (NGE).....	22

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 A cultura do trigo.....	14
2.2 A ferrugem da folha .....	14
2.3 Uso de fosfitos no controle de doenças .....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
5 CONCLUSÃO .....	24
6 REFERÊNCIAS.....	25

## 1 INTRODUÇÃO

O cereal de trigo tem uma importância significativa na alimentação da humanidade. Os registros sobre o surgimento desta cultura datam de antes de Cristo. Com o passar dos anos, a tecnologia de produção deste cereal disseminou-se pelo mundo. No Brasil, o mesmo se desenvolveu com a vinda dos colonizadores europeus (açorianos) para o continente americano. A região Sul do Brasil apresentou as melhores condições para o desenvolvimento do cereal em relação às outras regiões brasileiras, sendo o Rio Grande do Sul pioneiro na produção de trigo em escala comercial e industrial (ABITRIGO, 2013).

São várias as doenças que atacam a cultura do trigo. Segundo Almeida (2006) as epidemias na lavoura de *Triticum aestivum* L. têm sido uma das causas na redução de produtividade e da área cultivada. De acordo com Santana (2009) as principais doenças da parte aérea no trigo são a Ferrugem da Folha (*Puccinia triticina* Eriks), Giberela (*Fusarium graminearum*) e Brusone (*Pyricularia oryzae*).

A ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina* Eriks) ocorre em praticamente todas as regiões tritícolas do país. Os danos decorrentes de epidemias de *P. triticina*, vão depender do estágio fenológico da planta, da suscetibilidade da cultivar, da virulência da raça fisiológica e das condições ambientais (REIS; CASA, 2007). Em cultivares suscetíveis já foram relatadas perdas de até 50% no rendimento dos grãos (REIS; CASA; FORCELINI, 1996).

Formas alternativas de controle de doenças de plantas têm sido pesquisadas, com o objetivo de reduzir os custos de produção e diminuir o impacto ambiental. Dentre elas, destaca-se o uso de produtos à base de fosfitos. Os fosfitos, nome genérico empregado para os sais do ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ ), além de ser considerado um fertilizante, atua estimulando a formação de substâncias de defesa da própria planta, como as fitoalexinas, bem como efeito fungicida atuando diretamente sobre o fungo (SILVA et al., 2013). A utilização somente de fosfitos como também combinado com fungicidas, pode acarretar numa redução de doenças foliares causadas por fungos em várias plantas cultivadas (CARMONA; SAUTUA, 2011).

Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de fosfito de potássio combinado com fungicidas no controle da ferrugem da folha do trigo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do trigo

De acordo com Fornasieri Filho (2008) o trigo (*Triticum aestivum*) tem como centro de origem o Oriente Médio, pertence à família botânica Poaceae, e é caracterizada como anual, pois completa seu ciclo de desenvolvimento dentro do período de um ano.

O clima favorável para a cultura do trigo, segundo aspectos agrônômicos, deve ser caracterizado por invernos suaves, verões quentes, alta radiação solar, com ausência de chuvas fortes, sendo a necessidade de água suprida pela umidade armazenada no solo.

Atualmente, o Rio Grande do Sul e o Paraná são responsáveis por cerca de 90% da produção nacional. Na safra 2016/2017, o estado do Paraná consagrou-se como maior produtor com uma produção de 2.602,9 mil toneladas do grão, seguido do estado do Rio Grande do Sul com uma produção de 1.798,3 mil toneladas. (CONAB, 2017).

Para o estado do Rio Grande do Sul, a indicação dos períodos de semeadura em cada município do Rio Grande do Sul com aptidão para o cultivo de trigo segue o estabelecido pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático do Mapa para a cultura de trigo de sequeiro. A recomendação para semeadura no município de Itaqui- RS é de 1º de maio à 10 de junho, de acordo com o zoneamento agrícola para a cultura do trigo no Rio Grande do Sul (ROSA et al., 2005).

Muitos são os fatores que contribuem para a limitação da produtividade do trigo no Brasil, entre eles estão às doenças e a má aplicação de defensivos agrícolas. As perdas variam conforme o tipo de patógeno, a localidade, as condições ambientais, a suscetibilidade do cultivar e as medidas de controle empregadas (MENEHETTI, 2006).

### 2.2 A ferrugem da folha– *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*.

A ferrugem é uma doença causada pelo fungo *Puccinia triticina* Eriks e este ataca 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 favorece o aparecimento da doença (KIMATI et al., 2005).

A elevada frequência e o constante surgimento de novas raças do patógeno fazem da ferrugem da folha uma das doenças que mais limitam a produtividade do trigo no Brasil (REIS et al., 2006). A ferrugem da folha ocorre principalmente em cultivares suscetíveis e é pouco influenciada por práticas culturais (REIS; CASA, 1997).

A ferrugem da folha do trigo é causada por *Puccinia triticina* Eriks. Os urédosporos apresentam diâmetro de 15 a 30 µm, são subglobóides, pardosvermelhos com três a oito poros germinativos distribuídos em suas espessas paredes equinuladas. Os teliósporos são arredondados ou achatados em seus ápices. As condições ambientais para o desenvolvimento da doença são temperatura média de 20°C e mais de 6h de molhamento foliar contínuo (KIMATI et al., 2005).

Finger et al. (2017) realizaram uma revisão sobre os mecanismos de defesa do trigo contra a ferrugem da folha por genes e proteínas, destacando que a doença pode comprometer em até 80% a produtividade da cultura do trigo e que a melhor estratégia para o controle da ferrugem da folha é o uso de cultivares resistentes.

Segundo kimati (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. Fungicidas sistêmicos do grupo químico dos triazóis, também oferece medida segura de controle nas cultivares suscetíveis.

A importância da ferrugem da folha do trigo tem estimulado vários estudos em todo o mundo, esta doença tem sido objeto para trabalhos com relação à genética, bioquímica, histologia e estrutura das relações patógeno- hospedeiro, que tem levado a compreensão da natureza do parasitismo (SMITH et al., 1992).

### **2.3 Uso de fosfitos no controle de doenças**

Os fosfitos são derivados da neutralização do ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ ) por uma base que pode ser hidróxido de sódio, hidróxido de amônio ou hidróxido de potássio, entre outros, sendo este último o mais utilizado formando o fosfito de potássio (REUVENI, 1997).

A ação direta ou fungicida dos fosfitos é a mais relatada, enquanto que a de ativador de mecanismos de defesa das plantas é questionada, não se encontrando

em muitos casos evidências de indução de resistência (RIBEIRO JUNIOR *et al.*, 2006). Quanto à ação direta sobre o patógeno, sabe-se que o ácido fosforoso e seus derivados atuam na inibição do processo da fosforilação oxidativa em oomicetos (MCGRATH *et al.*, 2004).

As principais vantagens apresentadas pelo uso dos fosfitos são: rápida absorção do produto pelas plantas, assimilação total (diferentemente dos fosfatos), exigência de menos energia da planta, favorecimento da absorção de Ca, B, Zn, Mn, Mo, K e outros elementos (por ser um excelente complexante), controle e prevenção de doenças fúngicas (VITTI *et al.*, 2005). Os fosfitos atuam como ativadores de resistência das plantas por meio de estímulo da produção de algumas fitoalexinas (JACKSON *et al.*, 2000).

Existem inúmeros trabalhos realizados que comprovam a eficiência do uso do fosfito no controle de doenças de plantas.

Töfoli *et al.* (2012) realizaram três experimentos, um em casa-de-vegetação e laboratório e os demais em campo, com o objetivo de estudar a ação do fosfito de potássio isolado e em mistura com fungicidas no controle de *Phytophthora infestans* do tomateiro (requeima do tomateiro) e constataram que a aplicação de 300 g 100 L<sup>-1</sup> de fosfito de potássio associado com mancozebe foi mais eficiente no controle da requeima nos cultivares 'Rebeca' e 'Giuliana', em relação à aplicação isolada desses produtos. No quarto e sétimo dia após a inoculação em disco foliares e no campo a mistura entre mancozebe e fosfito de potássio proporcionou maior controle da requeima em relação ao uso isolado.

Buffara, *et al.* (2013) avaliaram a atividade de fosfito de potássio na pré e pós-infecção da ferrugem da videira, comparativamente aos fungicidas hidróxido de cobre e tebuconazol e constaram que em tratamento pré-infecção, o fosfito de potássio reduziu a quantidade de pústulas em até 64%, quando aplicado até cinco dias antes da inoculação em relação ao tebuconazol. E, em aplicações pós-infecção, fosfito de potássio reduziu a quantidade de pústulas em até 58%, quando aplicado até dois dias antes da inoculação, comparado a testemunha.

Silva, *et al.* (2018) avaliaram a eficiência da aplicação de fosfito de potássio em diferentes doses e estádios de crescimento da planta para o controle de mancha branca, mancha de cercóspora e helmintosporiose na cultura do milho safrinha e constataram que em uma das cultivares testadas, a menor severidade ocorreu no tratamento de fosfito de potássio seguido do fungicida.

Santos, et al. (2011) avaliaram o controle de doenças do trigo com fosfitos e acibenzolar-s-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina + epoxiconazole e constaram que os formulados de fosfito, de modo geral não tiveram efeito sobre o controle das doenças foliares do trigo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Pampa - Unipampa/Campus Itaqui. Nas coordenadas geográficas 29° 09' 09" S, 56° 33' 03" W, em Plintossolo Háptico de textura média (EMBRAPA, 2011). A declividade da área é 0,5% e 64 m de altitude. Para a execução deste trabalho foi utilizada a cultivar de trigo Jadeíte 11, cultivar moderadamente resistente à ferrugem e ciclo de 140 dias.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. As parcelas mediram 5 m de comprimento e 4 m de largura (20 m<sup>2</sup>). Os tratamentos testados foram: T1 – testemunha (sem aplicação), T2 – duas aplicações de fungicida, T3 – duas aplicações de fosfito, T4 – primeira aplicação de fungicida e segunda aplicação de fosfito e T5 – primeira aplicação de fosfito e segunda aplicação de fungicida. O fungicida utilizado foi o Nativo<sup>®</sup> (Trifloxistrobina Tebuconazol 0,6 L ha<sup>-1</sup>) e, fosfito de potássio Yantra<sup>®</sup> (K<sub>2</sub>O: 26% e P<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: 33,6%, 1 L ha<sup>-1</sup>).

A semeadura foi realizada no dia 27 de junho de 2017, com uma densidade de 350 kg ha<sup>-1</sup> de sementes e espaçamento de 0,17 m. A adubação foi feita juntamente com a semeadura com 310 kg ha<sup>-1</sup> de NPK na fórmula comercial de 05-20-20. A adubação de cobertura foi realizada com 150 Kg ha<sup>-1</sup> de ureia, aplicada a lanço no estádio 3, de acordo com os estádios de desenvolvimento baseados na escala de Zadoks (ZADOKS *et al.*, 1974), que representa a fase de alongamento do colmo, e a segunda aplicação foi de 80 Kg ha<sup>-1</sup> de ureia no estádio de emborrachamento das plantas no estádio 4.

O controle de plantas daninhas foi realizado através do método químico com o uso do herbicida Basagram 480 (Bentazona 480 g L<sup>-1</sup>) numa dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup> quando as plantas invasoras apresentavam de 2 a 6 folhas.

A aplicação dos tratamentos teve início 65 dias após a semeadura, momento em que a cultura se encontrava no estágio de desenvolvimento 6 – florescimento (antese). As aplicações foram realizadas com uso de pulverizador costal, com volume de calda de 1 L ha<sup>-1</sup> de fosfito de potássio e 0,6 L ha<sup>-1</sup> de fungicida Nativo®, sendo a dose ajustada ao tamanho da parcela (20 m<sup>2</sup>). Realizou-se duas aplicações sendo a segunda 15 dias após a primeira.

Após a primeira aplicação se deu início a avaliação de severidade de ferrugem da folha. Para a avaliação da severidade foi utilizada a escala diagramática de COBB modificada por Barcelos (1892) para a ferrugem do trigo. As avaliações ocorreram semanalmente, em dez folhas bandeiras e dez plantas inteiras por parcela escolhidas ao acaso, sendo avaliado o terço inferior, o terço médio e o terço superior das plantas, totalizando 4 avaliações (Figura 1).

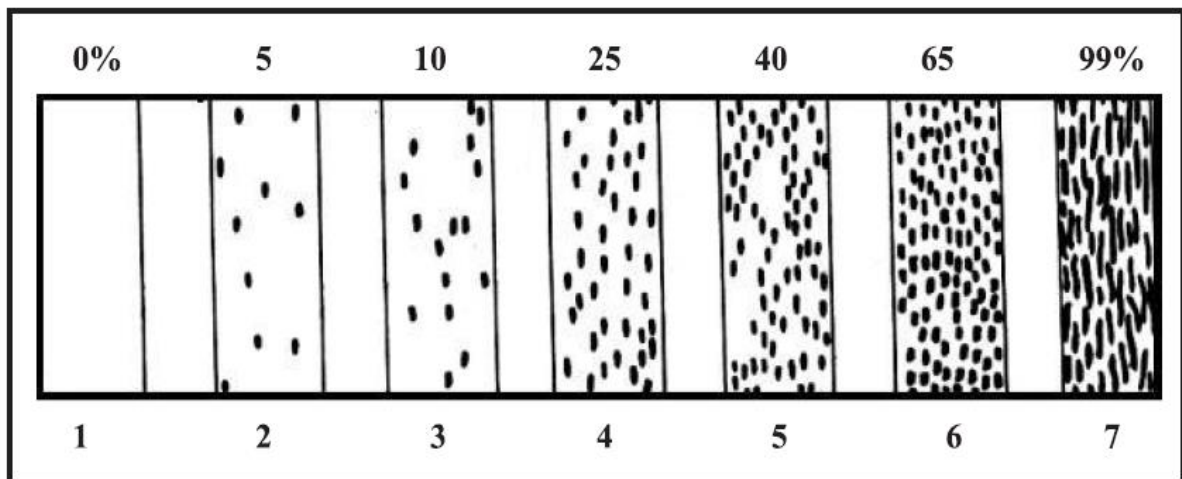


Figura 1 – Escala diagramática de COOB modificada para a severidade de *Puccinia levis* var. *panici-sanguinalis* (BARCELOS, 1982). Notas: 1 = 0%, 2 = 5%, 3 = 10%, 4 = 25%, 5 = 40%, 6 = 65% e 7 = 99% de área foliar lesionada pela ferrugem.

A partir dos dados da severidade da folha bandeira e da planta inteira foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), pela equação proposta por SHANER E FINNEY (1977) descrita abaixo.

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

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.



FIGURA 2 – Pústulas da ferrugem da folha do trigo sobre as folhas da cultura  
Imagem: MARCHEZAN, T. M., 2017

Além da severidade, outros componentes de rendimento da cultura foram avaliados tais como: produtividade, peso hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG), e número de grãos por espiga (NGE).

Para a avaliação da produtividade de grãos, foram colhidos três metros lineares de cada parcela, sendo um metro de cada uma das três linhas centrais. Foi efetuada a trilhagem das amostras e posteriormente a pesagem em balança analítica. Realizou-se a secagem dos grãos corrigindo a umidade para 13%. A produtividade média dos grãos foi determinada a partir da média da produção de grãos obtida nos pontos de coleta de cada parcela.

O peso hectolitro (PH) foi calculado por meio da massa referente ao volume de 100 L de trigo, obtido por balança específica.

O peso de mil grãos (PMG) foi obtido através da pesagem de quatro sub-amostras contendo vinte e cinco grãos representativos de cada parcela, sendo extrapolado para o peso de mil grãos.

Para a determinação do número de grãos por espiga (NGE), foram colhidas dez espigas ao acaso de cada parcela e logo em seguida feita a debulha manual. Quantificou-se o número de grãos presentes em cada espiga e posteriormente realizada a média aritmética dos valores.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias agrupadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações de severidade realizadas na folha bandeira do trigo, apenas o tratamento T2 (fungicida + fungicida), diferiu estatisticamente da testemunha sem aplicação (T1) e dos demais tratamentos. (Tabela 1).

TABELA 1. Área abaixo da curva de progresso da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina* Eriks), na folha bandeira após aplicação de diferentes tratamentos à base de fosfito de potássio e fungicida na cultura do trigo.

Tratamentos	Ferrugem da folha
T1 (TEST)	56,35 b
T2 (F + F)	35,08 a
T3 (FOS + FOS)	53,46 b
T4 (F + FOS)	54,25 b
T5 (FOS + F)	51,97 b

Legenda: TEST (testemunha sem tratamento); F (fungicida); FOS (fosfito).

¹Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Os demais tratamentos não apresentaram diferença estatísticas em relação a testemunha.

Em relação à avaliação da planta inteira, o tratamento T2 (fungicida + fungicida) foi o que apresentou menor severidade da ferrugem da folha do trigo, seguido do tratamento T4 (fungicida + fosfito). Quando comparado com a testemunha sem aplicação (T1) os tratamentos T2 e T4 apresentaram reduções da severidade de 27,78% e 15,42%, respectivamente (Tabela 2).

TABELA 2. Área abaixo da curva de progresso da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina* Eriks), na planta inteira após aplicação de diferentes tratamentos à base de fosfito de potássio e fungicida na cultura do trigo.

Tratamentos	Ferrugem da folha
T1 (TEST)	66,02 d
T2 (F + F)	47,68 a
T3 (FOS + FOS)	59,21 c
T4 (F + FOS)	55,84 b
T5 (FOS + F)	59,78 c

Legenda: TEST (testemunha sem tratamento); F (fungicida); FOS (fosfito).

1Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Alguns trabalhos também demonstraram o efeito do fosfito de potássio na redução da severidade de algumas doenças. Santos, et al. (2011) verificaram que o uso de fosfitos de potássio e acibenzolar-s-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina + epoxiconazole tiveram efeito sobre a ferrugem da folha do trigo reduzindo a severidade em 59 e 62% em relação a testemunha quando associado ao fungicida respectivamente.

Buffara, et al. (2013) estudando a atividade de fosfito de potássio na - pré e pós-infecção de *Phakopsora euvitis* em folhas de videira, constataram que a aplicação de fosfito de potássio quando realizadas em tratamento pré-infecção, reduziu a quantidade de pústulas em até 64% quando aplicado até cinco dias antes da inoculação em relação ao tebuconazol. Em aplicações pós-infecção, o fosfito de potássio reduziu a quantidade de pústulas em até 58% quando aplicado até dois dias antes da inoculação comparado a tebuconazol.

NEVES et al. (2014) avaliaram a influência de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática da soja e constatou que quando o fosfito foi aplicado após a pulverização do fungicida, reduziu significativamente a severidade da ferrugem em relação a testemunha. Mostrando que esse fertilizante foliar tem efeito de redução sobre a severidade da doença.

Os fosfitos podem atuar diretamente ou indiretamente sobre a severidade da doença. Diretamente quando os fosfitos inibem o desenvolvimento do patógeno e indiretamente quando induzem na planta a produção de substâncias (enzimas, fenóis e fitoalexinas) que atuarão contra o patógeno (CARMONA; SAUTUA, 2011).

Na análise de produtividade, peso hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG) e número de grãos por espiga (NGE) pode-se observar que o tratamento T2 (fungicida + fungicida) e T4 (fungicida + fosfito) apresentaram as maiores médias quando comparados com a testemunha (T1) (Tabela 3).

TABELA 3. Efeito da combinação de fosfito de potássio com fungicida na produtividade, peso hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG), e número de grãos por espigas (NGE).

Tratamentos	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )	PH	PMG (g)	NGE
T1 (TEST)	1531,85 b	71,62 b	24,86 b	24,00 c
T2 (F + F)	2372,59 a	76,01 a	29,22 a	31,50 a
T3 (FOS + FOS)	1771,17 b	72,87 b	26,33 b	26,25 b
T4 (F + FOS)	2305,78 a	75,37 a	28,82 a	30,50 a
T5 (FOS + F)	1918,91 b	73,14 a	27,33 a	28,00 b

Legenda: TEST (testemunha sem tratamento); F (fungicida); FOS (fosfito).

†Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Em relação aos tratamentos T3 (fosfito + fosfito) e T5 (fosfito + fungicida), T3 se diferenciou estatisticamente da testemunha apenas na variável NGE (Tabela 3). Sendo assim podemos afirmar que o uso do fosfito associado com fungicida tem um efeito mais vantajoso de que quando o fosfito é usado de forma isolada.

Apesar do tratamento T4 ter apresentado uma maior severidade da doença quando comparado com o tratamento T2, podemos observar que em termos de produtividade os dois tratamentos não diferiram. O aumento de produtividade foi de 54,88% para o tratamento T2 e 50,52% para T4 em relação a testemunha.

Entretanto, NASCIMENTO et al. (2008) em trabalho realizado sobre fontes de fosfito e acibenzolar-s-metil no controle de doenças e produtividade do tomateiro constatou que as diferentes formulações de fosfitos não influenciaram a produtividade nos experimentos e também não aumentou o teor de sólidos solúveis.

Apesar de T4 (F+FOS), quando comparado a T2 (F+F), apresentar menor eficiência no controle da severidade da ferrugem da folha, nas variáveis de produtividade não houve diferença estatística entre os tratamentos. Sendo assim, uma aplicação de fungicida pode ser substituída por uma aplicação de fosfito de



potássio, o que acarretaria numa diminuição dos custos de produção e também, reduziria o impacto ambiental causado pelo fungicida.

## **5 CONCLUSÃO**

Quando aplicado após o fungicida, o fosfito de potássio reduz a severidade da ferrugem da folha e mantém os níveis de produtividade. Sendo assim, para as condições de clima da região e cultivar utilizada, pode-se afirmar que é possível a substituição de uma segunda aplicação de fungicida por uma aplicação de fosfito de potássio.

## 6 REFERÊNCIAS

ABITRIGO. **Associação Brasileira da Indústria de Trigo**. O atual contexto da produção de trigo no Rio Grande do Sul. Disponível em: <[www.abitrigo.com.br](http://www.abitrigo.com.br)> Acesso em 26 de junho de 2018.

ALMEIDA, A.B. Identificação e caracterização de fontes de resistência à ferrugem da folha em *Triticum tauchii* Coss. Schmal. 2006, 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

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

BUFFARA, C. R. S., ANGELOTTI, F.; TESSMANN D. J.; SOUZA, C. D.; VIDA J. B. Atividade de fosfito de potássio na pré e pós-infecção de *Phakopsora euvitis* em folhas de videira. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3333-3340, 2013

CARMONA, M.; SAUTUA; F. Os fosfitos no manejo de doenças nas culturas extensivas. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, p. 19-22. nov./dez., 2011

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 4 Safra 2016/17 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-158 Setembro 2017.

EMBRAPA. **Informações técnicas para trigo e triticale: safra 2012**. In: V Reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticale. Dourados – MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011.

FERREIRA, D.F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36- 41, 2008.

FINGER, G.; HECKLER, L.I.; SILVA, G.B.P.; CHAVES, M.S.; MARTINELLI, J.A. Mecanismos de defesa do trigo contra a ferrugem da folha por genes e proteínas. **Summa Phytopathologica**, v.43, n.4, p.354-358, 2017.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal. Ed. Funep, 2008. 338 p.

JACKSON, T.J.; BURGESS, T.; COLQUHOUN, I.; HARDY, G.E. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology** v.49, p.147-154, 2000.

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.

MCGRATH J; SAHA S; WELHAM J; EL SAADI O; MACCAULEY C; CHANT D. A systematic review of the incidence of schizophrenia: the distribution of rates and the influence of sex, urbanicity, migrant status and methodology. **BMC Med**. 2004 Apr 28; 2:13.

MENEGHETTI, R.C.; **Tecnologia de aplicação de fungicidas na cultura do trigo**. Dissertação (Mestrado em Mecanização Agrícola) Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, 2006.

NASCIMENTO, A. R.; FERNANDES, P. M.; ROCHA, M. R.; SILVA, E. A. Fontes de fosfito e acibenzolar-s-metil no controle de doenças e produtividade do tomateiro. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 53-59, Jan/Mar. 2008

NEVES, J. S.; BLUM, L. E. B. Influência de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 75 – 82, jan. – mar., 2014.

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.

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Doenças dos cereais de inverno: diagnose, epidemia e controle**. 2. ed. Lages: Graphel, 2017. 176 p.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; FORCELINI, C. A. Relação entre a severidade e a incidência da ferrugem da folha do trigo, causada por *Puccinia triticina* f. sp. *tritici*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 369-372, 1996.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; FORCELINI, C. A. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 5. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2007. 153p.

REIS, E.M.; CASA, R.T. Cereais de inverno. In: et al. **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. V.2, p.231-289.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; FORCELINI, C.A. Relação entre a severidade e a incidência da ferrugem da folha do trigo, causada por *Puccinia recôndita* F. sp. *tritici*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 369-372, 1996.

REUVENI, M. Post-infection applications of  $K_3PO_3$ , phosphorous acid and imethomorph inhibit development of downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapevines. **Journal of Small Fruit & Viticulture**, Baton Rouge, v. 5, n. 22, p. 27-38, 1997.

ROSA, C.R.; PETRERE, C.; THEISEN, G.; WINKLER, L.M.; SILVA, M.T.B.; ROVERSI, T. Comissão Sul-brasileira de pesquisa de trigo, 37.: 2005, Cruz Alta. **Indicações Técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo: trigo e triticale - 2005**. Cruz Alta: Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo; Fundacep, 2005. 162 p.

SANTANA, F.M.; CHAVES, M.S., **Cultivo do Trigo**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/doencas.htm>> Acesso em: 28 junho. 2018.

SANTOS, H. A. A.; DALLA PRIA, M.; SILVA, O. C.; MAY DE MIO, L. L. Controle de doenças do trigo com fosfitos e acibenzolar-s-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina + epoxiconazole. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 433-442, 2011.

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, J. B. G. D.; SCHWANESTRADA, K. R. F.; TESSMANN, D. J.; MOTERLE, L. M.; SILVA, C. R. Controle de doenças foliares do milho com fosfito de potássio. **Sci. Agrar.**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 1, jan./mar., p. 127-138, 2018.

SILVA, O. C.; *et al.* Fontes de fosfito e acibenzolar-Smetílico associados a fungicidas para o controle de doenças foliares na cultura da soja. **Tropical Plant Pathology**. 38(1), 72-77, 2013.

SMITH, I.M.; DUNEZ, J.; LELLIOTT, R.A.; PHILLIPS, D.H.; ARCHER, S.A. **Manual de Enfermedades de Las Plantas**. Ediciones Mundi- Prensa, 1992.

TÖFOLI, J. G.; MELLO, S. C.; DOMINGUES, R. J. Efeito do fosfito de potássio isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima do tomateiro. *Arq. inst. biol., são paulo*, v.79, n.2, p.201-208, abr./jun., 2012

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C.; OTTO, R.; QUEIROS, F. E. C.; PACKER, L. A. Utilização de fosfitos em cana-de-açúcar. In: **Simpósio de tecnologia de produção de cana-de-açúcar**, Piracicaba. Anais... Piracicaba: GAPE-GELQ-ESALQ/USP, 2005. p. 17.

ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. **A decimal code for growth stages of cereals**. *Weed Res*, v. 14, p. 415-421, 1974.