

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

**USO DE FOSFITO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DE *Sclerotium
rolfsii***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

João Pedro de Quadros Medeiros

**Itaqui, RS, Brasil
2017**

JOÃO PEDRO DE QUADROS MEDEIROS

**USO DE FOSFITO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DE
*Sclerotium rolfsii***

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: Dr^a. Eng. Agr. Renata Silva Canuto de Pinho

Itaqui, RS, Brasil
2017

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) .

M488u Medeiros, João Pedro Quadros

USO DE FOSFITO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DE
Sclerotium rolfsii / João Pedro Quadros Medeiros.
31 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, AGRONOMIA, 2017.
"Orientação: Renata Silva Canuto de Pinho".

1. Glycine max. 2. Murcha de Escleródio. 3.
tratamento de sementes. 4. controle alternativo. I.
Título.

JOÃO PEDRO DE QUADROS MEDEIROS

USO DE FOSFITO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DE *Sclerotium rolfsii*

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: 16 de novembro de 2017.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Eng. Agr. Renata Silva Canuto de Pinho
Orientadora
Curso de Agronomia – UNIPAMPA

Prof. Dr. Luciana Zago Enthur
Curso de Agronomia – UNIPAMPA

Prof. Dr. Maria Fernanda Antunes da Cruz
Curso de Agronomia – UNIPAMPA

RESUMO

USO DE FOSFITO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DE *Sclerotium rolfsii*

Autor: João Pedro de Quadros Medeiros
Orientador: Dr^a. Eng. Agr. Renata Silva Canuto de Pinho
Local e data: Itaquí, 2017.

O fungo *Sclerotium rolfsii* é um importante patógeno que ataca plântulas e plantas em culturas tanto monocotiledôneas quanto eudicotiledôneas, sendo de difícil controle e para tanto muitas pesquisas são realizadas com produtos alternativos no combate ao fungo. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do fosfito de potássio controle *in vitro* de *Sclerotium rolfsii*, na germinação de sementes e na incidência de *S. rolfsii* em plântulas de soja. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco doses e cinco repetições. Para o teste *in vitro* o fosfito de potássio foi adicionado no meio de cultura BDA nas concentrações de 0, 2, 4, 6 e 8 mL L⁻¹. Posteriormente um disco de micélio do fungo foi colocado no centro da placa de Petri contendo o meio BDA mais o fosfito e avaliado o crescimento micelial nas diferentes doses. Para o tratamento de sementes de soja foram utilizadas as concentrações de fosfito de potássio de 0, 2, 4, 6 e 8 µL para 100 g de semente e semeadas em caixas gerbox preenchidas com 100g de substrato colonizado com *S. rolfsii* e foram avaliados a germinação e incidência do fungo em plântulas de soja. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$), e realizado o teste de regressão, ao nível de 5% de probabilidade. O fosfito de potássio reduz a incidência de *S. rolfsii* em plântulas de soja e promove redução do índice de velocidade crescimento micelial *in vitro*, sendo que a maior redução do nível de incidência e controle *in vitro* foi na concentração de 8 mL L⁻¹, com 85,74% e 42,8 %, respectivamente. O uso de fosfito de potássio melhora a germinação das sementes de soja até a dose de 5,6 µL/100g⁻¹ sementes, não sendo fitotóxico até esta dosagem.

Palavras-chave: *Glycine max*, Murcha de Escleródio, tratamento de sementes, controle alternativo.

ABSTRACT

USE OF POTASSIUM PHOSPHITE IN CONTROL OF *Sclerotium rolfsii*

Author: João Pedro de Quadros Medeiros
Advisor: Dr. Eng. Agr. Renata da Silva Canuto de Pinho
Place and date: Itaquí, 2017.

The fungus *Sclerotium rolfsii* is an important pathogen that attacks seedlings and plants in both monocotyledonous and eudicotyledonous cultures, being difficult to control and for this reason many researches are carried out with alternative products to combat fungus. The objective of this work was to evaluate the effect of the in vitro potassium phosphite control of *Sclerotium rolfsii* on seed germination and the incidence of *S. rolfsii* in soybean seedlings. The experimental design was completely randomized with five doses and five replicates. The variables analyzed were: in vitro mycelial growth of fungus *S. rolfsii*, percentage of seed germination and incidence of *S. rolfsii* in soybean seedlings. For the in vitro test the potassium phosphite was added in the BDA culture medium at the concentrations of 0, 2, 4, 6 and 8 mL L⁻¹. Afterwards a mycelial disc of the fungus was placed in the center of the Petri dish containing the BDA medium plus the phosphite and evaluated the mycelial growth in the different doses. For the treatment of soybean seeds, concentrations of 0, 2, 4, 6 and 8 µL potassium phosphite were used for 100 g of seed and seeded in gerbox boxes filled with 100 g of substrate colonized with *S. rolfsii* and evaluated germination and incidence of fungus in soybean seedlings. The results were submitted to analysis of variance by the F test ($p \leq 0.05$), and the regression test was performed, at a 5% probability level. Potassium phosphite reduces the incidence of *S. rolfsii* in soybean seedlings and promotes reduction of mycelial growth rate in vitro, and the highest reduction in the incidence and in vitro control levels was in the concentration of 8 mL L⁻¹, with 85.74% and 42.8%, respectively. The use of potassium phosphite improves the germination of soybean seeds up to the dose of 5.6 µL / 100g⁻¹ seeds, and is not phytotoxic until this dosage.

Key words: *Glycine max*, Sclerotium wilt, Seed treatment, alternative control

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Semeadura de soja tratada com fosfito de potássio em substrato inoculado com *S. rolfsii* para avaliação da porcentagem de germinação e incidência do fungo em plântulas..... 18
- Figura 2- Índice de velocidade crescimento micelial (IVCM) de *Sclerotium rolfsii* em diferentes concentrações de fosfito de potássio..... 21
- Figura 3 - Doses de fosfito de potássio na incidência de *Sclerotium rolfsii* em plântulas de soja cultivar Brasmax Garra 63164RSF IPRO..... 23
- Figura 4 - Germinação de sementes de soja cultivar Brasmax Garra 63164RSF IPRO, em substrato inoculado com *Sclerotium rolfsii*, em resposta a diferentes doses de fosfito de potássio..... 25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 <i>Sclerotium rolfsii</i>	13
2.2 Controle de doenças com fosfito de potássio.....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1 Preparo e multiplicação dos isolados de <i>S. rolfsii</i>	17
3.2 Efeito do fosfito de potássio no crescimento micelial de <i>Sclerotium rolfsii</i>	17
3.3 Efeito de fosfito de potássio na germinação de soja e incidência de <i>Sclerotium rolfsii</i>	18
3.4 Análise dos dados.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
4.1 Efeito de fosfito de potássio no controle do crescimento micelial <i>in vitro</i> de <i>Sclerotium rolfsii</i>	20
4.2 Efeito de fosfito de potássio na germinação de soja e incidência de <i>Sclerotium rolfsii</i>	22
5 CONCLUSÃO.....	27
6 REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal cultura agrícola do Brasil, sendo um dos produtos mais exportados pelo país. A cada ano aumenta a produção desta oleaginosa pelo emprego de tecnologias cada vez mais avançadas como a utilização de variedades melhoradas e com alto potencial produtivo (PEREIRA et al., 2016).

Entretanto, com aumento da área cultivada, tem-se dado pouca importância a aspectos básicos de manejo de doenças, e isso aliado ao monocultivo e falta de informações sobre natureza sanitária da lavoura acaba aumentando a ocorrência de patógenos nas mesmas (CARVALHO, 2012).

As doenças causadas por fungos, como a murcha de escleródio (*Sclerotium rolfsii*), destacam-se por estar presente em diferentes regiões produtoras, possuir a característica destrutiva de tecidos, ampla gama de hospedeiros e alta sobrevivência no ambiente pela produção de estruturas de resistência o que dificulta a sua erradicação (KIMATI et al., 2011).

Há diversas maneiras de controle das doenças que incidem sobre a soja, entretanto não há cultivares resistentes a *Sclerotium rolfsii*, e o controle químico muitas vezes pode ser inviável em razão dos custos e das dificuldades no manejo, sendo, portanto, o controle deste fungo uma tarefa complexa e que necessitam medidas integradas num sistema flexível, que seja econômico e compatível com o sistema de produção (AGRIOS, 2005).

Neste contexto, buscam-se produtos alternativos de combate aos *Sclerotium rolfsii*, onde o uso de fosfitos, principalmente o de potássio vem se destacando (SILVA, et al., 2013). Produtos a base de fosfitos apresentam elevada solubilidade e seletividade, além de estimular a formação de substâncias de defesa da planta, como as fitoalexinas, bem como possuir efeito fungicídico atuando diretamente sobre o fungo, pela sensibilidade e inibição de processos respiratórios (fosforilação oxidativa) (MULLER, 2015).

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito do fosfito de potássio controle *in vitro* de *Sclerotium rolfsii*, na germinação de sementes e na incidência de *S. rolfsii* em plântulas de soja.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Sclerotium rolfsii*

Sclerotium rolfsii é um importante fitopatógeno habitante do solo, com larga gama de hospedeiros, englobando em torno de 200 espécies de plantas, tanto eudicotiledôneas quanto monocotiledôneas, sendo responsável por causar sintomas de podridões, murchas e tombamento de plântulas (MARCUIZZO e SCHULLER, 2014).

Por tratar-se de um fungo de solo, têm sua estrutura de resistência dependente de estado dormente para sobreviver, estas são hifas brancas septadas e finas que se aglomeram e formam o chamado escleródio, com coloração de marrom a preto e tamanhos de 0,5 a 2 mm de diâmetro, sobrevivendo no solo durante muitos anos, mesmo na ausência de seu hospedeiro (SERRA e SILVA, 2005; TRIGIANO et al., 2010), apresentando longevidade superior a cinco anos, na superfície do solo (KIMATI et al., 2011).

É muito exigente em oxigênio e luz, onde sua germinação é comprometida em solos pesados, possuindo seu desenvolvimento favorecido em solos com boa aeração, e plantas com ferimentos que favorece a infecção devido à produção de ácido oxálico e enzimas degradadoras da parede celular (AGRIOS, 2005; PASCHOLATI, 2011).

Sua disseminação se dá através da água percolada, transporte de solos infestados, resíduos contaminados em ferramentas, transplante de mudas doentes, legumes e frutas infectadas ou sementes contaminadas pelos escleródios (AGRIOS, 2005; PÁDUA et al., 2007).

Em condições de alta umidade, aparece um crescimento micelial branco sobre o colo da planta, que pode se desenvolver também sobre o solo adjacente, tornando-se escuros posteriormente. Plântulas em emergência também podem ser afetadas, provocando redução do estande (LOPES e ÁVILA, 2005; KIMATI et al., 2011).

Os sintomas ocorrem em reboleiras ou plantas isoladas, tanto em plântulas, como plantas adultas, que acabam morrendo logo após início da infecção (BENDENDO, 2011). A lesão do colo impede o fluxo da seiva, ocasionando amarelecimento e murcha da parte aérea do ramo ou planta toda

causando sua morte. As folhas adquirem coloração marrom-escura e podem cair prematuramente, e a presença de escleródios em plantas com sintomas de murcha é suficiente para um diagnóstico seguro (LOPES e ÁVILA, 2005; BENDENDO, 2011).

O controle se dá através de práticas no sentido de diminuir ou impedir o aumento do inóculo inicial, pois a severidade da doença está diretamente correlacionada com o número de escleródios presentes no solo e as condições que afetam a sobrevivência dos mesmos (SANTOS et al., 2009; KIMATI et al., 2011).

Desta forma, o controle é feito pela rotação de culturas, reduzindo o inóculo presente no solo, eliminação de plantas daninhas suscetíveis ao patógeno, com destruição e incorporação dos restos culturais, semeadura em solos bem drenados, plantios menos adensados, além de equilibrar a adubação e calagem com objetivo de reduzir a severidade nas plantas (AGRIOS, 2005; KIMATI et al., 2011).

2.2 Controle de doenças com fosfito de potássio

Com a pressão da sociedade pela redução de agrotóxicos na agricultura e o aumento das enfermidades em plantas, os fosfitos se apresentam como alternativa no controle de doenças, por proporcionar maior resistência às plantas ao ataque e desenvolvimento de doenças, não causar fitotoxidez e influenciar a qualidade nutricional das plantas por ser fonte de potássio (DIANESE et al. 2009; DIANESE e BLUM, 2010).

Os fosfitos são sais derivados da neutralização do ácido fosforoso (H_3PO_3), por uma base, sendo assim, quando o ácido fosforoso é neutralizado pela adição de hidróxido de potássio (KOH), têm-se a formação dos fosfitos de potássio (NOJOSA et al., 2009).

O uso de formulações à base de fosfito de potássio tem sido alvo de constantes estudos em várias instituições de pesquisa no Brasil, por ser indutores de resistência, o qual já foi testado e evidenciado por diversos autores como promissor no controle de doenças, tendo a capacidade de desencadear reações de defesa nas plantas (BARBOSA et al., 2007; LOPES, 2008; ARAÚJO et al., 2010; OGOSHI et al., 2013).

Os fosfitos de potássio têm como vantagens a rápida absorção pelas plantas, sendo totalmente assimilado, exigindo menor quantidade de energia da planta. É um excelente complexante auxiliando na absorção outros elementos químicos, controla e previne doenças fúngicas e é ativador de resistência das plantas por meio do estímulo da produção de algumas fitoalexinas (VITTI et al., 2005),

Além disso, os fosfitos têm na sua composição o elemento potássio (K), esse confere aumento de resistência estrutural da planta, impedindo ou dificultando a penetração de patógenos, e, ainda, contribuindo para melhor utilização da água e da taxa fotossintética (HOMHELD, 2005).

O fosfito de potássio se assemelha ao fósforo na sinalização de vias bioquímicas na planta, podendo resultar em incremento de área foliar fotossinteticamente ativa, além do efeito positivo da aplicação de fosfitos sobre o desenvolvimento das plantas ser resultado da redução de infecções por fitopatógenos (THAO e YAMAKAWA, 2009; SILVA et al. 2013).

Diversos estudos demonstram modos de ação distintos dos fosfitos, podendo atuar diretamente sobre o patógeno, como induzir resistência na planta (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2006; SILVA et al., 2013).

Há vários relatos de estudos utilizando fosfito de potássio no controle de doenças em plantas e frutos, como Dianese et al. (2009) que relataram a diminuição da intensidade da podridão do pé (*Phytophthora palmivora*) em mamoeiro com a pulverização do fosfito, e Blum et al. (2007), que em maçã constataram que tratamentos pós-colheita com fosfitos de potássio reduziram a incidência de mofo azul (*Penicillium expansum*).

Reis et al. (2013) trabalhando com a cultura da soja constataram que doses superiores a 5 mL L⁻¹ de fosfito de potássio, obtêm boa eficiência de controle de *Sclerotium rolfsii*.

Em trigo, Santos (2011), constatou que o fosfito apresenta efeito direto sobre a germinação de conídios de *Bipolaris sorokiniana*. Ribeiro Júnior et al. (2006), concluíram que fosfito de potássio inibe a germinação de conídios de *Verticillium dahliae* Kleb, na cultura do cacau. Amiri e Bompeix (2011), obtiveram completa inibição da germinação *in vitro* de *P. expansum*, em meio de cultura contendo 4 mg mL⁻¹ de fosfito de potássio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia do Solo na Universidade Federal do Pampa (Unipampa), em Itaqui, RS.

O fosfito de potássio utilizado nos experimentos foi o produto comercial Yantra® da empresa Agrichem do Brasil Ltda, contendo em sua formulação 26% de óxido de potássio (K₂O) e 33,6% de tetróxido de difósforo (P₂O₄).

3.1 Preparo e multiplicação dos isolados de *Sclerotium rolfsii*

Isolado de *Sclerotium rolfsii*, pertencente ao laboratório de Fitopatologia e Microbiologia do Solo, foi repicado em meio de cultura BDA (batata, dextrose e ágar) e colocado em câmara tipo BOD a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas por sete dias.

3.2 Efeito do fosfito de potássio no crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii*

Para o teste do crescimento micelial, foram repicados discos de micélio de *S. rolfsii* de 5 mm de diâmetro e colocados no centro de placas de Petri contendo meio de cultura BDA mais o fosfito de potássio nas seguintes concentrações: 0, 2, 4, 6 e 8 mL. L⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, compreendendo 5 tratamentos (4 doses de fosfito de potássio + testemunha) com 5 repetições, totalizando 25 unidades experimentais.

A avaliação do crescimento micelial do fungo foi realizada em intervalos de 24 horas, medindo-se o diâmetro da colônia, na posição vertical e horizontal. As medições se deram até que o micélio da testemunha atingisse a borda da placa de Petri.

O cálculo do Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM) foi realizado a partir da fórmula proposta por Oliveira (1991).

$$IVCM = \frac{\sum D - Da}{N}$$

Sendo:

IVCM = Índice de Velocidade de Crescimento Micelial,

D = Diâmetro médio atual da colônia,

Da = Diâmetro médio da colônia do dia anterior,

N = Número de dias após a repicagem.

3.3 Efeito de fosfito de potássio na germinação e incidência de *Sclerotium rolfsii* em plântulas de soja

Sementes de soja cultivar Brasmax Garra IPRO - (63I64RSF IPRO) foram tratadas com fosfito de potássio nas concentrações de 0, 2, 4, 6 e 8 μL para 100 g de semente. Em seguida foi realizada a semeadura de 20 sementes em caixas tipo gerbox contendo 100 g de substrato colonizado com fungo *S. rolfsii* conforme Figura 1.



FIGURA 1 - Semeadura de soja tratada com fosfito de potássio em substrato inoculado com *Sclerotium rolfsii*.

Para multiplicação do inóculo foram autoclavados 50g de arroz parboilizado com 20 mL de água destilada por 20 minutos e temperatura de 120°C sob pressão de 1 atmosfera. Posteriormente em câmara de fluxo laminar, foi repicado cinco discos de micélio de 5 mm com escleródios de *S. rolfsii* por erlenmeyer de arroz e mantidos em câmara B.O.D durante 8 dias a 20°C e fotoperíodo de 12 horas para que ocorresse a contaminação de todo o material

e reativação da colônia. Este material foi utilizado como propágulos para a infestação do substrato na proporção de 1:100 (5 gramas de arroz colonizado para cada 500 gramas de substrato comercial).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, compreendendo 5 tratamentos (4 doses de fosfito de potássio + testemunha) com 5 repetições, totalizando 25 unidades experimentais.

A avaliação da porcentagem de germinação foi realizada aos sete dias após semeadura contabilizando as plantas acima do nível do substrato e a incidência foi avaliada aos 14 dias após a emergência onde se contabilizou as plantas com sintomas de tombamento ou necrose no hipocótilo característico de *S. rolfsii*.

3.4 Análise dos dados

Os resultados dos testes foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$), e realizado o teste de Regressão, ao nível de 5% de probabilidade através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito do fosfito de potássio no crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii*

Quanto ao efeito do fosfito de potássio no crescimento micelial de *S. rolfsii*, observa-se que quanto maior a concentração de fosfito de potássio no meio, menor a velocidade de crescimento micelial de *S. rolfsii*. Na concentração de 8 mL L⁻¹ obteve-se a redução de 42,8 % do crescimento micelial em relação a testemunha (Figura 2). Entretanto, a partir da concentração de 2 mL L⁻¹ a redução já é significativa com 30,5 %.

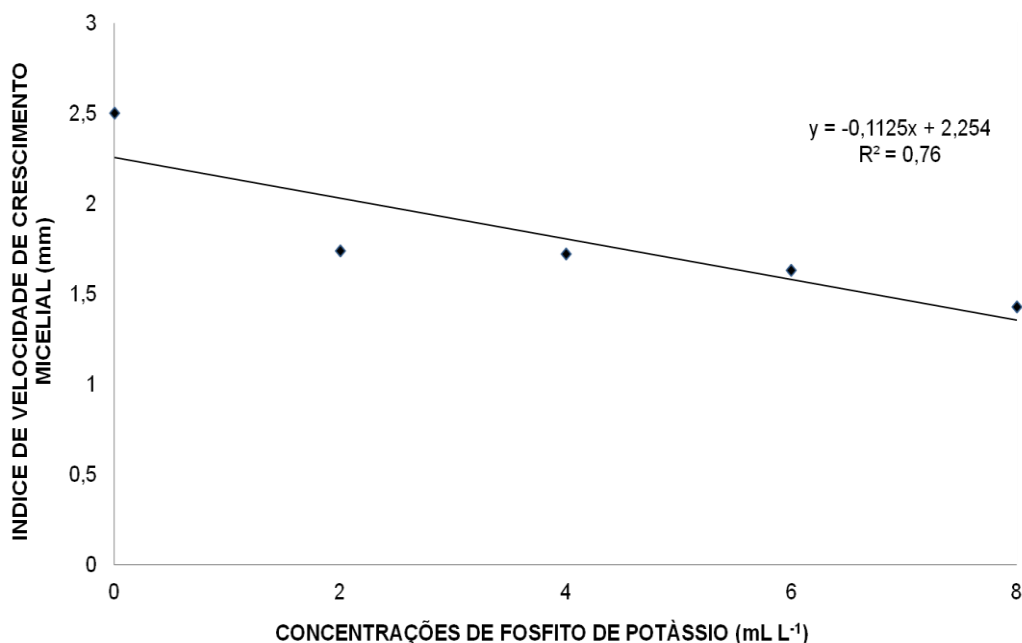


FIGURA 2 – Índice de velocidade crescimento micelial (IVCM) de *Sclerotium rolfsii* em diferentes concentrações de fosfito de potássio.

Rocha Sobrinho et al (2016) em seu trabalho com *F. solani* constaram que o fosfito de potássio inibe o seu crescimento e reduz a densidade micelial. Machado et al (2016) constataram redução de 79,29 % no índice de velocidade de crescimento micelial *in vitro* de *Sclerotinia sclerotiorum* na dose 6,6 mL L⁻¹, utilizando o mesmo produto do trabalho, no caso Yantra[®] como fonte de fosfito de potássio.

Possivelmente, esta ação de redução do crescimento micelial está vinculada a alteração de pH do meio provocada pelo fosfito de potássio o que impede o desenvolvimento do fungo. Araújo et al. (2010) verificaram redução de pH próximo a 3,0 para dosagem de 1,5 uL mL⁻¹ de fosfito de potássio. Ribeiro Junior et al. (2006) afirmam que os sais produzidos da dissolução em água do fosfito atuam diretamente sobre o fungo.

Aliado ao exposto acima, os fosfitos também estão relacionados com o rompimento de parede e membranas celulares em patógenos, modificando todas as reações úteis para o crescimento dos mesmos, como uma das causas sendo a capacidade do fosfito de aumentar o pirifosfato no meio e inibir indiretamente a reação de pirifosforilase que é essencial para o metabolismo do fungo (BONETI e KATSURAYAMA 2011). Os fosfitos também possuem a capacidade de inibir a atividade de uma série de enzimas da rota glicolítica e da via oxidativa pentose fosfato (DALIO et al., 2012), impedindo a germinação e estabelecimento do fungo.

4.2 Efeito de fosfito de potássio na germinação e incidência de *Sclerotium rolfsii* em plântulas de soja

A estimativa da incidência de *S.rolfsii* em plântulas de soja teve o melhor ajuste pelo modelo de regressão linear, que apresentou o maior coeficiente de determinação e a melhor distribuição dos resíduos. Pela análise de regressão, quanto maior a concentração de fosfito de potássio, menor a incidência de *S. rolfsii* (Figura 3).

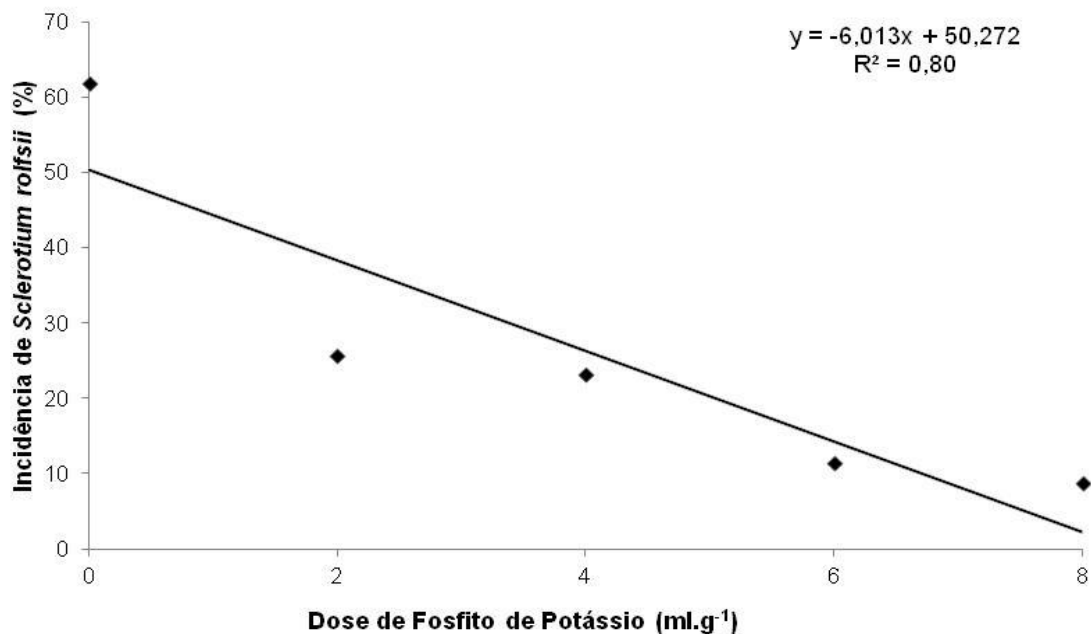


FIGURA 3 - Doses de fosfito de potássio na incidência de *Sclerotium rolfsii* em plântulas de soja cultivar Brasmax Garra 63164RSF IPRO.

De acordo com a Figura 3, as menores incidências de *S.rolfsii* resultaram do tratamento com 8 mL g⁻¹ de fosfito de potássio com redução de 85,74 % na incidência de *S. rolfsii* em relação a testemunha sem aplicação. Entretanto, a partir da dose de 2 ml g⁻¹ de fosfito de potássio, promoveu controle satisfatório, com porcentagem de redução de 58,33%, o que também se observa nas doses de 4 e 6 ml g⁻¹ com 62,35% e 81,46% de redução na incidência do patógeno, respectivamente. Portanto, fica evidenciado que quanto maior a dosagem de fosfito de potássio menor é a incidência de *S. rolfsii*, na faixa das doses estudadas.

Os dados estão de acordo com Reis et al. (2013) que constataram que doses superiores a 5 mL L⁻¹ de fosfito de potássio, obtêm boa eficiência de controle de *Sclerotium rolfsii* em sementes de soja. Borin et al. (2017) também verificaram efeito positivo no do uso de fosfitos na redução da incidência dos fungos do gênero *Fusarium*, trabalhando com sementes de milho.

As sementes são o maior meio de transmissão de patógenos as culturas e quando se faz a semeadura com sementes infectadas, está promovendo a distribuição de inóculos, os quais darão origem às doenças que comprometerão o estabelecimento e desenvolvimento da lavoura (MULLER, 2015). Desta forma,

a aplicação de fosfito de potássio via sementes, reduz a incidência do patógeno *S.rolfsii* a níveis extremamente baixos, o que fornece suporte para que as plântulas cresçam sem interferência do mesmo, mantendo o estande de plantas desejado pelo produtor.

Além disso, a aplicação de fosfito de potássio leva a resistência induzida das plantas pela produção de fitoalexinas, substâncias naturais de autodefesa, que agem na granulação citoplasmática, desorganização dos conteúdos celulares, ruptura da membrana plasmática e inibição de enzimas fúngicas (CARVALHO, 2010).

Castanho et al. (2014), constataram que o fosfito de potássio demonstrou ser capaz de induzir a produção de fitoalexina gliceolina em cotilédones de soja, podendo atuar de modo indireto no controle de doenças em soja, onde ainda segundo os autores a concentração de 6,56 g L⁻¹ de fosfito de potássio produziu a maior quantidade do gliceolina na cultivar utilizada, TMG 1066 RR.

Muller (2015) trabalhando com a cultivar de soja CD 205 RR constatou que o fosfito de potássio é capaz de ativar a enzima β -1,3-glucanase também relacionada à indução de resistência nas culturas.

Fator também interessante, segundo Meneghetti (2009), é a presença de potássio no fosfito que auxilia na estruturação das plântulas, dificultando a penetração de patógenos por favorecer a partição de carboidratos entre parte aérea e raízes pelo melhor carreamento de açúcares no floema.

Com relação à porcentagem de germinação de sementes (Figura 4), os dados obtiveram melhor ajuste pelo modelo de regressão quadrática, onde a menor porcentagem de germinação foi em sementes não tratadas com fosfito, o que possivelmente esta relacionada à ação do fungo *S. rolfsii* na infecção e deterioração das sementes.

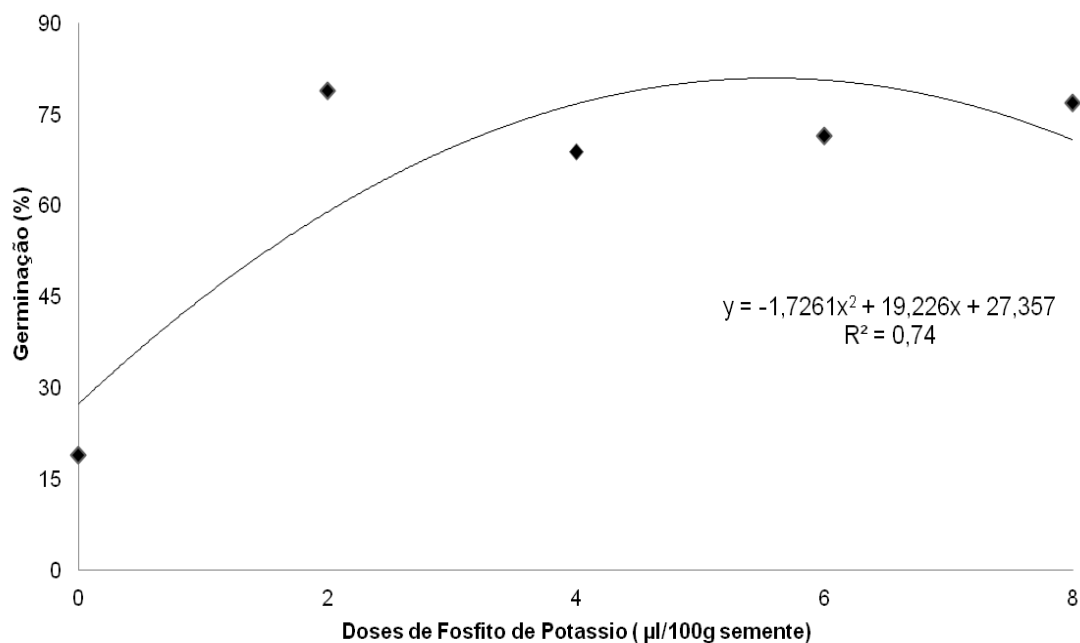


FIGURA 4 – Germinação de sementes de soja cultivar Brasmax Garra 63164RSF IPRO, em substrato inoculado com *Sclerotium rolfsii*, em resposta a diferentes doses de fosfito de potássio.

Os tratamentos que receberam as doses de fosfito de potássio, obtiveram as maiores porcentagens de germinação, em torno de 50 % acima da testemunha, o que possibilita afirmar que o fosfito de potássio ao inibir o fungo acaba auxiliando no processo germinativo e o mesmo aplicado diretamente sobre as sementes não influencia neste parâmetro. Medeiros et al. (2016) constataram que a utilização de fosfito de potássio, não causou efeito negativo nos índices de germinação de soja quando aplicado isolado ou em associação a fungicidas via sementes.

Outro fato que deve ser destacado é que os fosfitos possuem alta solubilidade em água, o que permite sua absorção pelas sementes, o que faz com que nutram o embrião das sementes e tenham ação em fungos prejudiciais à germinação, pelo efeito fungicida (MULLER, 2015).

Entretanto, nota-se que acima da dose de 5,6 µL/ 100 g sementes, ocorrerá um decréscimo na germinação das sementes, o que pode ser explicado pela salinidade do fosfito de potássio, que em dose elevadas pode desestruturar membranas, e ou, interferir no potencial osmótico da semente impedindo a absorção de água para correta degradação de reservas e consequente maior índice de germinação. Espindola (2015) utilizando fosfito de manganês (Ultra

Sannity®) via tratamento de sementes em soja, verificou nível moderado de fitotoxicidade em dose de 2m L^{-1} , com lesões no hipocótilo e cotilédone das sementes.

5 CONCLUSÃO

A partir da concentração de 2 ml L⁻¹ de fosfito de potássio há redução no crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii*.

O tratamento de sementes de soja com fosfito de potássio até a dose de 5,6 µL/100g aumenta a germinação e não causa fitotoxicidade em sementes de soja.

O fosfito de potássio promove redução na incidência de *S. rolfsii*.

6 REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5. ed. San Diego: Elsevier, 2005. 922p.
- AMIRI, A.; BOMPEIX, G. Control of *Penicillium expansum* with potassium phosphite and heat treatment. **Crop Protection**, v.30, p. 222- 227, 2011.
- ARAÚJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro e no controle pós-infeccional da mancha-foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 1, p. 54-59, 2010.
- BARBOSA, A. S. Potencial de ação elicitor dos biofertilizantes líquidos na indução de resistência sistêmica vegetal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 1453-1457, 2007.
- BENDENDO, I. P. Classificação de doenças. Manual de fitopatologia. Princípios e conceitos. v. 1, 4ª Ed. **Ceres**, cap. 20, p. 423 - 426, 2011.
- BLUM, E. B.; AMARANTE, C. V. T.; DEZANET, A. LIMA, E. B.; HACK NETO, P.; ÁVILA, R. D.; SIEGA, V. Fosfitos aplicados em pós-colheita reduzem o mofo-azul em maçãs 'Fuji' e 'Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 29, n.2, p. 265-268, 2007.
- BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y. Uso dos fosfitos e compostos naturais no controle das doenças da macieira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 12., 2011, Fraiburgo, SC, **Anais...Caçador: Epagri**, vol 1. p: 54-66. 2011.
- BORIN, R. C.; POSSENTI, J. C.; REY, M. S.; BERNARDI, C.; MAZARO, S. M. Fosfitos associados a fungicidas para controle de doenças e sanidade de sementes de milho, **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, v.10, n.1, p.83-92, 2017.

CARVALHO, P. R. S. Extratos vegetais: potencial elicitador de fitoalexinas e atividade antifúngica em antracnose do cajueiro. **Tese (Doutorado)**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” UNESP, Jaboticabal-SP. 64 f. 2010.

CARVALHO, B. O. Fungicida e ativador de defesa no controle da ferrugem asiática, na produção e na qualidade das sementes de soja. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Lavras: UFLA. 46p. 2012.

CASTANHO, G.; SANTOS NETO, J.; SILVA, C. M.; ALVES, D. S.; ANDRADE, L. M. Fosfito de potássio como indutor de gliceolina em soja. **Iniciação Científica CESUMAR**. v. 16, n. 2, p. 131-137. 2014.

DIANESE, A.C.; BLUM, L. E. B. O uso de fosfitos no manejo de doenças fúngicas em fruteiras e soja. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

DIANESE, A.C.; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B.; LOPES, L. F. Aplicação de fosfito de potássio, cálcio ou magnésio para a redução da podridão do pé do mamoeiro em casa de vegetação. **Ciência Rural**. v. 39, n.8, p.2309-2314, 2009.

ESPINDOLA, D. L. P. Tratamento de sementes com fosfito de manganês e enxofre: efeitos na soja e no desenvolvimento de fitopatógenos. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 50f. 2015.

MACHADO, J. U. M. ; ARNS, R. B. ; MEDEIROS, J. P. Q. ; PINHO, R. S. C. . **FOSFITO DE POTÁSSIO NO CONTROLE IN VITRO DE Sclerotinia sclerotiorum**. In: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2016, Uruguaiana. Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v.08, n.2 2016.

FERREIRA, D. F. **Sisvar** - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

HOMHELD, V. Efeitos do potássio nos processos da rizosfera e na resistência das plantas às doenças. In: Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira. **Anais**. Piracicaba, 2005.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. CAMARGO, L. E. A. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas**. 4ª Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p. 569-588. 2011.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. Murcha de esclerócio (*S. rolfsii*) In: LOPES, C. A. **Doenças do tomateiro**. Brasília. Embrapa Hortaliças. p 39 - 40, 2005.

MARCUZZO, L. L.; SCHULLER, A. Sobrevivência e viabilidade de escleródios de *Sclerotium rolfsii* no solo. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.3, p.281-283, 2014.

MEDEIROS, J. P. Q.; FALCAO, J. U. M.; ARNS, R. B.; PINHO, R. S. C. Fosfito de potássio na incidência de fungos e na germinação de sementes de soja. In: **Anais....** Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, Uruguaiana. 2016.

MENEGHETTI, R. C. Avaliação do fosfito de potássio sobre o progresso de *Phakopsora pachyrhizi* em soja. **Tese (doutorado)**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS. 65 f. 2009.

MÜLLER, I. Indução de resistência e tratamento de sementes de soja com fosfitos de potássio. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, PR. 118 f. 2015.

NOJOSA, G.B.A.; RESENDE, M.L.V., BARGUIL, B.M.; MORAES, S.R.G.; VILAS BOAS, C.H. Effect of resistance inducers on coffee against Phoma leaf spot. **Summa Phytopathologica**, v.35, n.1, p.60-62, 2009.

OGOSHI, C.; ABREU, M. S.; SILVA, B. M.; NETO, H. S.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; RESENDE, M. L. V. Potassium phosphite: a promising product in the

management of diseases caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in coffee plants. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1558-1565, 2013.

PACHECO, K. R. Avaliação de Trichoderma e de fosfito no controle de *Sclerotium rolfsii* agente da murcha de esclerócio em feijoeiro. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Nacional de Brasília- UNB, Brasília-DF, 75p. 2012.

PÁDUA, R. R.; ALVARENGA, D. O.; QUEIROZ, P. R.; MELLO, S. C. M. Avaliação e caracterização de potenciais antagonistas de *Sclerotium rolfsii* pertencentes ao gênero *Trichoderma*. Boletim de pesquisas e desenvolvimento, Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nº 165. 23 p, 2007.

PASCHOLATI, S. F. Fisiologia do parasitismo. Como as plantas se defendem dos patógenos. Manual de Fitopatologia. **Ed. Agronômica Ceres**, v.1, 4ª Ed, cap 35. p 593 – 636. 2011.

PEREIRA, C. L., GARCIA, M. M., BRACCINI, A. L., PIANA, S. C., FERRI, G. C., MATERA, T. C., FELBER, P. H., MARTELI, D. C. V. Efeito da adição de biorregulador ao tratamento industrial sobre a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) aos sessenta dias de armazenamento convencional. **Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales**. p. 15-22. 2016.

REIS, E. M.; LEMES, T. S.; SILVA, J. C.; LIMA, F. S. O. Atividade fungitóxica de fosfito de potássio sobre o isolado de *Sclerotinia rolfsii* da cultura da soja (*Glycine Max*). In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2013. Salvador, 2013. **Anais**. Salvador: Anais do Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2013. p. 2-8.

RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; RESENDE, M. L. V.; PEREIRA, R. B.; CAVALCANTI, F. R.; AMARAL, D. R.; PÁDUA, M. A. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb. em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência e Agrotecnologia**. v. 30. n. 1. p. 629-636, 2006.

ROCHA SOBRINHO, G. G.; RODRIGUES, G. B.; SANTOS, A.; JESUS JUNIOR, W. C.; NOVAES, Q. S.; Effect of potassium phosphite on the mycelial growth and

density of *Fusarium solani* in passion flower vine. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v. 42, n. 2, p. 180-182, 2016.

SANTOS, H. A. A. S ; PRIA, M. D. ; SILVA, O. C ; MIO, L. L. M. de. 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.

SANTOS, I.; TOMAZELI, V. N.; MORALES, R. G. F. Resíduos orgânicos e solarização para o controle das doenças do feijoeiro causadas por *Sclerotium rolfsii*. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p 209 - 223, 2009.

SERRA, I. M. R. de S.; SILVA G. S. da. Caracterização Biológica e Fisiológica de Isolados de *Sclerotium rolfsii* obtidos de pimentão no Estado do Maranhão. **Fitopatologia Brasileira**, São Luís, v.30, n.1, p. 61-66, 2005.

SILVA, O. C.; SANTOS, H. A. A.; DESCHAMPS, C.; DALLA PRIA, M.; MAY-DE MIO, L. L. Fontes de fosfito e acibenzolar-Smetílico associados a fungicidas para o controle de doenças foliares na cultura da soja. **Tropical Plant Pathology**. v.38. p. 72-77, 2013.

THAO, H.T.B.; YAMAKAWA, T. Phosphite (phosphorous acid): fungicide, fertilizer or bio-stimulator. **Soil Science & Plant Nutrition** v.55, n.2, p.228–234, 2009.

TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S. **Fitopatologia: Conceitos e Exercícios de Laboratório**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 575p

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. p. 17.2005.

