

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE
MANGANÊS E ENXOFRE: EFEITOS NA SOJA E NO
DESENVOLVIMENTO DE FITOPATÓGENOS**

DANIEL LUAN PEREIRA ESPINDOLA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2015**

**TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE
MANGANÊS E ENXOFRE: EFEITOS NA SOJA E NO
DESENVOLVIMENTO DE FITOPATÓGENOS**

DANIEL LUAN PEREIRA ESPINDOLA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. WALBER LUIZ GAVASSONI

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

E775t	<p>Espíndola, Daniel Luan Pereira. Tratamento de sementes com fosfito de manganês e enxofre : efeitos na soja e no desenvolvimento de fitopatógenos. / Daniel Luan Pereira Espíndola. – Dourados, MS : UFGD, 2015. 50f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Walber Luiz Gavassoni. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. <i>Glycine max.</i> 2. <i>Bradyrhizobium japonicum.</i> 3. <i>Sclerotinia sclerotiorum.</i> I. Título.</p> <p>CDD – 631.825</p>
-------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

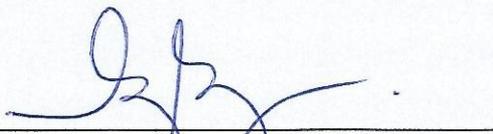
**TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE MANGANÊS E
ENXOFRE: EFEITOS NA SOJA E NO DESENVOLVIMENTO DE
FITOPATÓGENOS**

Por

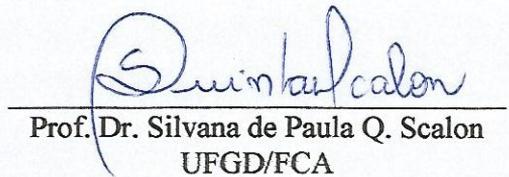
Daniel Luan Pereira Espindola

Dissertação apresentada como requisito exigido para obtenção do título de MESTRE
EM AGRONOMIA

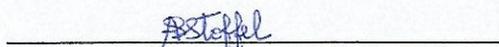
Aprovada em: 25/02/2015



Prof. Dr. Walber Luiz Gavassoni
Orientador - UFGD/FCA



Prof. Dr. Silvana de Paula Q. Scalon
UFGD/FCA



Prof. Dr. Adriana V. S. Stoffel
UNIGRAN



Prof. Dr. Lilian Maria Arruda Bacchi
UFGD/FCA

A Deus,

por que ele é bom e o seu amor dura para sempre!

A minha família,

por todo apoio dado no cumprimento desta jornada.

A Luana S. Pegoraro,

por estar ao meu lado nas horas boas e ruins, sendo sempre uma fonte

inesgotável de amor e paciência.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus que em sua benevolência me concedeu determinação e sabedoria para concluir com sucesso mais uma fase de minha vida.

À minha família que sempre me deu o suporte necessário para alcançar meus objetivos. Em especial, à minha mãe Rosicler Pereira e minha noiva Luana S. Pegoraro, por serem de fundamental importância para a conclusão deste objetivo.

À Universidade Federal da Grande Dourados por proporcionar a oportunidade de iniciar e concluir o Programa de Mestrado em Agronomia.

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida.

Ao Prof^o. Dr. Walber Luiz Gavassoni e a Prof^a. Dr. Lilian Maria Arruda Bacchi por mais que orientar, servir como exemplo de ética e competência profissional.

Aos meus amigos, Anderson Parada, Vitor Azambuja, Bruno C. Alvaro Pontim, Lucia M. Hirata, Cassia de Carvalho, Claudia Marsiglia e tantos outros que participaram dos meus momentos de felicidades, desânimos e dificuldades.

A todos os colegas do Laboratório de Fitopatologia pelo companheirismo e por estarem sempre dispostos a me auxiliar quando necessário.

E a todas as pessoas que por meio direto ou indireto me auxiliaram no desenvolvimento desse trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO GERAL.....	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
2. CAPÍTULO I - TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE MANGANES E ENXOFRE: EFEITOS NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E NODULAÇÃO DA SOJA.....	7
2.1. INTRODUÇÃO	9
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	11
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
2.4. CONCLUSÃO	27
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
3. CAPÍTULO II- TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE MANGANÊS E ENXOFRE: EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DE FITOPATÓGENOS.....	31
3.1. INTRODUÇÃO	33
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	35
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
3.4. CONCLUSÃO	48
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I – TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE MANGANES E ENXOFRE: EFEITOS NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E NODULAÇÃO DA SOJA

PÁGINA

- QUADRO 1. Tratamento de sementes de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes produtos comerciais. 10
- QUADRO 2. Tratamento de sementes de soja cv. BMX Magna RR em função de diferentes produtos comerciais, com (+) ou sem (-) inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* 12
- QUADRO 3. Tratamento de sementes de soja cv. BMX Magna RR em função de diferentes produtos comerciais e sob diferentes capacidades de retenção hídrica (CRH). 13
- QUADRO 4. Efeito do tratamento de sementes na estatura de plantas (EP) (cm), massa seca de parte aérea (MSPA) (g), massa seca do sistema radicular (MSSR) (g), área foliar (AF) (cm² planta⁻¹) e área radicular (AR) (cm² planta⁻¹) 53 dias após a emergência de plantas de soja cv. BMX Magna RR, sob três condições de disponibilidade de água. Dourados, 2014. 22
- QUADRO 5. Efeito do tratamento de sementes no teor de clorofila aos 35 (SPAD35), 44 (SPAD44) e 53 dias (SPA53) após a emergência de plantas de soja cv. BMX Magna RR, sob três condições de disponibilidade de água. Dourados, 2014. 24

CAPÍTULO II - TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE MANGANÊS E ENXOFRE: EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DE FITOPATÓGENOS

- QUADRO 1. Tratamento de sementes de soja cv. BMX Magna RR previamente expostas a inóculo de *Colletotrichum truncatum* em função de diferentes produtos comerciais. 34

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE MANGANES E ENXOFRE: EFEITOS NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E NODULAÇÃO DA SOJA

	PÁGINA
FIGURA 1. Germinação de sementes (A) e emergência (B) de plantas de soja cv. BMX Magna RR, aos 7 e 10 dias após a semeadura, respectivamente, em função de diferentes tratamentos de semente. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha = 0,05$). Dourados- MS, novembro de 2014.	15
FIGURA 2. Lesões escurecidas no hipocótilo (A) e no cotilédone (B) de plântulas de soja cv. BMX Magna RR, oriundas de sementes tratadas com Ultra Sannity [®] . Foto: Daniel L. P. Espindola, 2014.	16
FIGURA 3. Estatura de plantas de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tratamentos de sementes, na presença e ausência com ou sem inoculação de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> , aos 50 dias após a emergência. Colunas seguidas da mesma letra maiúscula dentro da mesma condição de disponibilidade de inóculo e colunas seguidas pela mesma letra minúscula entre as condições de inóculo não diferem entre si pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados- MS, novembro de 2014.	17
FIGURA 4. Massa seca da parte aérea (A) e massa seca do sistema radicular (B) de plantas de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tratamentos de sementes, com ou sem inoculação de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> , aos 50 dias após a emergência. Colunas seguidas da mesma letra maiúscula dentro da mesma condição de disponibilidade de inóculo e colunas seguidas pela mesma letra minúscula entre as condições de inóculo não diferem entre si pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados- MS, novembro de 2014. . . .	18
FIGURA 5. Número de nódulos/planta (A) e massa de nódulos/planta (B) de raízes de soja cv. BMX Magna RR em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, com ou sem inoculação de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> , aos 50 dias após a emergência. Colunas seguidas da mesma letra maiúscula dentro da mesma condição de disponibilidade de inóculo e colunas seguidas pela mesma letra minúscula entre as condições de inóculo não diferem entre si pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados- MS, novembro de 2014. . . .	20

CAPÍTULO II - TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE MANGANÊS E ENXOFRE: EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DE FITOPATÓGENOS

- FIGURA 1. Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) dos fungo *S. sclerotiorum* (A), *Rhizoctonia solani* (B), *Colletotrichum truncatum* (C) e *Macrophomina phaseolina* (D) em meio de cultura BDA com diferentes concentrações de fosfito de manganês e enxofre, aos 3, 3, 7 e 3 dias após a repicagem, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de análise de regressão. Dourados-MS, novembro de 2014. 36
- FIGURA 2. Germinação de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *Colletotrichum truncatum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados- MS, novembro de 2014. 39
- FIGURA 3. Incidência de *Colletotrichum truncatum* em plântulas de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *C. truncatum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados- MS, novembro de 2014. 40
- FIGURA 4. Emergência de plântulas de soja cv. BMX Magna RR aos 7 (CV= 5,7%), 14 (CV=5,2%) e 21 (CV=4,5%) dias após a semeadura, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *C. truncatum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados- MS, novembro de 2014. 41
- FIGURA 5. Germinação de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *Sclerotinia sclerotiorum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados- MS, novembro de 2014. 42
- FIGURA 6. Incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* em plântulas de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *S. sclerotiorum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados- MS, novembro de 2014. 43

FIGURA 7. Emergência de plântulas de soja cv. BMX Magna RR aos 7 (CV=12,2%), 14 (CV= 6,0%) e 21 (CV= 5,0%) dias após a semeadura, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *S. sclerotiorum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados- MS, novembro de 2014. 44

TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE MANGANÊS E ENXOFRE: EFEITOS NA SOJA E NO DESENVOLVIMENTO DE FITOPATÓGENOS

RESUMO GERAL- Com o crescimento da população mundial e com as possíveis alterações climáticas que poderão ser observadas nas próximas décadas, surgem grandes preocupações relacionadas ao sistema produtivo da soja, tornando-se necessário o desenvolvimento de técnicas que promovam sua sustentabilidade. O tratamento de sementes tem grande potencial a ser desenvolvido na cultura da soja, sendo utilizado com o objetivo de promover proteção inicial às plantas contra vários organismos fitoparasitas e estresses ambientais, além de proporcionar em alguns casos efeitos fisiológicos que favorecem o aumento de produção de grãos. Sendo assim, visou-se utilizar o fosfito de manganês e enxofre (FMnS) no tratamento de sementes e avaliar seus efeitos na soja e no desenvolvimento de fitopatógenos. Os experimentos foram realizados na unidade 2 da Universidade Federal da Grande Dourados, junto ao Laboratório de Microbiologia Agrícola e Fitopatologia FCA-UFGD localizada no município de Dourados - MS. Avaliou-se a germinação, emergência, desenvolvimento inicial, nodulação e comportamento sob estresse hídrico de plantas oriundas de sementes tratadas com FMnS isolado ou em associação com fungicidas. Também foram realizados experimentos visando verificar o efeito *in vitro* do FMnS sobre os fungos *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum truncatum* e *Macrophomina phaseolina* e no tratamento de sementes na presença de *C. truncatum* e *S. sclerotiorum*. Concluiu-se que o uso do FMnS no tratamento de sementes apesar de afetar a emergência das plantas, promoveu incremento na massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e área radicular de plantas mantidas em condições ideais de disponibilidade de água; não apresentou efeitos deletérios a simbiose da planta com bactérias noduladoras; promoveu controle *in vitro* de *S. sclerotiorum*, *R. solani*, *C. truncatum* e *M. phaseolina*; e promoveu menor incidência de *C. truncatum* e *S. sclerotiorum* em plântulas de soja.

Palavras chaves: *Glycine max*; *Bradyrhizobium japonicum*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Rhizoctonia solani*; *Colletotrichum truncatum*; *Macrophomina phaseolina*; Déficit hídrico;

SEED TREATMENT WITH MANGANESE AND SULPHUR PHOSPHITE: EFFECTS ON SOYBEAN AND DEVELOPMENT PATHOGENS

GENERAL ABSTRACT - With the growing world population and possible climate change that can be observed in the coming decades, there are major concerns related to the production of soybean system, making it necessary to develop techniques that promote sustainability. Seed treatment has great potential to be developed in soybeans and is used in order to promote initial protection of plants against various plant parasites organisms and environmental stresses, as well as providing in some cases physiological effects that promote grain production increase. Thus, the aim was to use of manganese and sulfur phosphite (FMnS) for seed treatment and evaluate its effects on the development of soy and plant pathogens. The experiments were performed in Unit 2 of the Federal University of Grande Dourados, with the Agricultural Microbiology Laboratory of Phytopathology FCA-UFGD located in the municipality of Dourados - MS. We evaluated the germination, emergence, early development, nodulation and behavior under water stress of plants grown from seeds treated with isolated FMnS or in combination with fungicides. We also performed experiments in order to verify the *in vitro* effect of FMnS on fungi *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum truncatum* and *Macrophomina phaseolina* and seed treatment in the presence of *C. truncatum* and *S. sclerotiorum*. It was concluded that the use of FMnS seed treatment although affect plant emergence, promoted increase in shoot dry weight, dry weight of root and root zone of plants grown in ideal conditions of water availability; no deleterious effects to the plant symbiosis with bacterium nodulation; promoted *in vitro* control of *S. sclerotiorum*, *R. solani*, *C. truncatum* and *M. phaseolina*; and promoted a lower incidence of *C. truncatum* and *S. sclerotiorum* on soybean seedlings.

Key words: *Glycine max*; *Bradyrhizobium japonicum*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Rhizoctonia solani*; *Colletotrichum truncatum*; *Macrophomina phaseolina*; water stress;

INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura mundial enfrentará nas próximas décadas grandes desafios relacionados à produção das suas principais “commodities”. A demanda mundial de alimentos exigirá dos agricultores um aumento de cerca de 60% da produção observada no globo terrestre nos últimos anos, devido ao crescimento populacional da maioria dos países (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2014).

Outro fator preocupante a ser considerado são as possíveis mudanças climáticas provocadas pela atividade humana na Terra. Estimativas sugerem um aumento na temperatura global de 2 a 4°C até o ano de 2050, o que implicará em grandes impactos negativos à produção de diversas culturas, devido ao aumento dos períodos de estiagem, extremos climáticos e ciclones tropicais, além da diminuição da precipitação anual. Culturas de importância como a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e o trigo (*Triticum aestivum* L.) poderão sofrer decréscimos em suas produções anuais de até 70 e 50% respectivamente, caso soluções não sejam tomadas para minimizar estes fatores agravantes (WORLD BANK GROUP, 2014).

Esta problemática exigirá dos pesquisadores, técnicos e agricultores grandes esforços no intuito de melhorar as técnicas produtivas, visando maiores produções, maior proteção às culturas contra as intempéries climáticas e menores impactos ambientais.

Atualmente a soja destaca-se como a cultura oleaginosa de maior importância para o Brasil, com a safra de 2013/2014 atingindo 86,1 milhões de toneladas de grão produzidos (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2014), ficando apenas atrás dos Estados Unidos com produção estimada de 91,4 milhões de toneladas, nesta mesma safra (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2015). A produção da soja poderia ser ainda maior, no entanto, vários fatores limitam o rendimento da cultura, dentre estes, as doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides ficam em evidência, ocasionando perdas anuais estimadas em 15 a 20% da safra, podendo em alguns casos chegar a 100%, sob condições favoráveis ao patógeno (EMBRAPA, 2013).

Os patógenos podem parasitar praticamente todos tecidos das plantas de soja, em todas as suas fases de desenvolvimento, causando problemas diminuição do vigor ou morte, até perdas totais da produção da cultura. Grande parte desses agentes etiológicos são fungos encontrados no solo e restos culturais e/ou sendo introduzidos nas áreas de cultivo através das sementes (EMBRAPA, 2005). Neste contexto, os fungos *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum truncatum* e *Macrophomina phaseolina*, são patógenos de grande importância para a cultura da soja no Brasil, sendo de maior ou menor relevância de acordo com cada região do país e sua respectiva característica ambiental e de cultivo.

Os efeitos negativos causados por estes fungos à produtividade da soja podem ser minimizados com a utilização do manejo integrado de doenças, envolvendo desde técnicas de manejo cultural ao uso de pesticidas. Dentre estas técnicas, o tratamento de sementes pode promover controle sobre estes patógenos quando associados às sementes e/ou solo. Segundo Menten e Moraes (2010) tratamento de sementes consiste na aplicação de processos físicos ou substâncias (químicas, biológicas e bioquímicas) que favoreçam o crescimento e desenvolvimento da planta, através da eliminação e/ou proteção de possíveis patógenos presentes na semente, ou em sua fase inicial de desenvolvimento no campo. A adoção deste método de combate a patógenos proporciona melhores estandes, atraso no início de epidemias e maior rendimento das plantas. Além desses vários benefícios, o custo da aplicação desta técnica é baixo, representando de 0,5 a 1% do custo total de produção.

Outra característica de interesse promovida pelo tratamento de sementes está relacionada a efeitos fisiológicos benéficos às plantas, favorecendo vários fatores como o incremento da massa, maior resistência a períodos de estiagem, estimulando ao seu sistema de autodefesa, entre outros (CROP LIFE FOUNDATION, 2013).

Os benefícios promovidos pelo uso do tratamento de sementes têm estimulado cada vez mais sua adoção pelos agricultores. Esta crescente demanda praticamente dobrou o faturamento do mercado global deste tipo de agroquímico, em um intervalo de seis anos, de acordo com registros feitos entre 2002 e 2008 (MUNKVOLD, 2009). Atualmente o mercado brasileiro de fungicidas registrados para o tratamento de sementes pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento dispõe de 30 produtos, sendo 20 destes recomendados para a cultura da soja (BRASIL, 2015).

Seguindo essa tendência, formulações a base de fosfito utilizadas em aplicações na parte aérea da planta como adubo foliar, visando além de disponibilizar nutrientes, combater patógenos através de seu efeito fungistático e ativador da defesa da planta (ARRUDA, 2014; GARBELLOTO et al., 2009; MCGRATH, 2004; LOBATO, et al., 2010), apresentam possível potencial para serem utilizadas no tratamento de sementes.

O fosfito é um sal de metal alcalino obtido a partir de ácido fosforoso, geralmente associado a nutrientes. Apesar de conter moléculas de fósforo em sua constituição, não é metabolizado pela planta, não sendo utilizado como fonte de nutriente (MCDONALD et al., 2001). Sua função principal está relacionada ao auxílio no controle de fitopatógenos (THAO e YAMAKAWA, 2009), sendo recomendado para o manejo integrado de plantas, de forma complementar ao uso de pesticidas e/ou em sua substituição em parte das aplicações, buscando minimizar os problemas com toxidez e diminuir o custo de produção (LOBATO et al., 2008).

Seus efeitos contra patógenos são caracterizados pela inibição da fosforilação oxidativa de oomicetos como *Phytophthora infestans*, ação fungistática sobre fungos retardando seu crescimento micelial e suprimindo sua germinação e esporulação. Além disso, de forma indireta, pode auxiliar a ativação dos mecanismos de defesa da planta (MCGRATH, 2004; GARBELOTTO et al., 2009; LOBATO, et al., 2010).

Outra característica de interesse do uso do fosfito está ligada ao seu maior tempo ativo na planta, quando comparado a outros pesticidas, por ser de difícil metabolização pela planta (BRUNINGS et al., 2013). Devido a estas características, o emprego do fosfito no tratamento de sementes pode vir a apresentar potencial no controle de fungos fitopatogênicos associados às sementes e presentes no solo, entretanto, informações relacionadas a esta interação são incipientes.

O produto comercial Ultra Sannity[®] é constituído por um complexo mineral a base de fosfito de manganês e enxofre, registrado como fertilizante foliar (BRASIL, 2015), indicado para disponibilização de nutrientes a plantas e estimulação de sua autodefesa, promovendo maior sanidade e resistência da planta a enfermidades (SPRAYTEC, 2014). Este agroquímico a base de fosfito apesar de já utilizado comercialmente na aplicação foliar, até o momento tem seus efeitos no tratamento de sementes desconhecidos, demandando assim, de pesquisas relacionadas à sua interação com as sementes, plântulas e patógenos. Nesse intuito, o presente trabalho teve como

objetivo avaliar os efeitos promovidos pelo tratamento de sementes de soja com fosfito de manganês e enxofre na soja e na supressão de fungos fitopatogênicos, buscando promover o desenvolvimento e aprimoramento de novas técnicas de cultivo, que maximizem a produtividade da soja, minimizem os custos e atenuem os impactos ao ambiente.

1.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, J. H. **Ação de agroquímicos no controle de mofo branco em soja**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco - PR.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários: Consulta de produtos formulados**. Disponível em URL: < http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acessado em 03 de fev. 2015.

BRUNINGS, A. M.; DATNOFF, L. E.; SIMONNE, E. H. **Fungicidal activity and nutritional value of phosphorous acid**. 2014. Disponível em URL: <<http://pnwhandbooks.org/plantdisease/pesticide-articles/fungicidal-activity-and-nutritional-value-phosphorous-acid>> Acessado dia 03 de fev. de 2015.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Brasília: Observatório agrícola, n. 12, 127 p., 2014.

CROP LIFE FOUNDATION. **The role of seed treatment in modern U.S. crop production: a review of benefits**. 2013. Disponível em URL: <<http://www.croplifeamerica.org/sites/default/files/SeedTreatment.pdf>> Acessado em 20 de out. 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Fungos em sementes de soja detecção, importância e controle**. Dourados: Agropecuária Oeste, 72 p., 2005.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de Produção de Soja Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 265 p., 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The state of food and agriculture: Innovation in family farming**. 2014. Disponível em URL: < <http://www.fao.org/publications/sofa/2014/en/>> Acessado em 11 de dez. 2014.

GARBELLOTO, M.; HARNIK, T.Y.; SCHMIDT, D.J. Efficacy of phosphonic acid, metalaxyl-M and copper hydroxide against *Phytophthora ramorum* *in vitro* and *in planta*. **Plant Pathology**, Chichester, v. 58, p. 111–119, 2009.

LOBATO, M. C.; OLIVIERI, F. P.; ALTAMIRANDA, E. A. G.; WOLSKI, E. A.; DALEO, G. R.; CALDIZ, D. O.; ANDREU, A. B. Phosphite compounds reduce disease severity in potato seed tubers and foliage. **European Journal of Plant Pathology**, Wageningen, v. 122, p. 349–358, 2008.

LOBATO, M.C.; OLIVIERI, F.P.; DALEO, G.R.; ANDREU, A.B. Antimicrobial activity of phosphites against different potato pathogens. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v. 117, n.3, p. 102–109, 2010.

MCDONALD, A. E.; GRANT, B. R.; PLAXTON, W. C. Phosphite (phosphorous acid): Its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, vol. 24, n.10, p. 1505–1519, 2001.

MCGRATH, M. T. **What are fungicides**. 2004. Disponível em URL: < <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/topics/Pages/Fungicides.aspx>> Acessado em 15 de dez. de 2014.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Avanços no tratamento e recobrimento de sementes. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 52 – 53, 2010.

MUNKVOLD, G. P. Seed pathology progress in academia and industry. **Annual review of phytopathology**, v. 47, p. 285-311, 2009.

SPRAYTEC. **Descrição Ultra Sannity®**. 2014. Disponível em URL: < <http://www.spraytecfertilizantes.com.br/produto/index/id/67/nome/ULTRA+SANNITY>> Acessado em 21 de out. de 2014.

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

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. 2015. Disponível em URL:< <http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>> Acessado em 14 de fev. de 2015.

WORLD BANK GROUP. **Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal**. 2014. Disponível em URL: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/20595>> Acessado em 11 de dez. 2014.

CAPÍTULO I

TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE MANGANÊS E ENXOFRE: EFEITOS NA GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E NODULAÇÃO DA SOJA

RESUMO - A utilização de sementes constitui-se em um importante método de propagação das culturas agrícolas de importância mundial. Neste contexto, o desenvolvimento de agroquímicos utilizados no tratamento de sementes que permitam preservarem o seu potencial genético durante o armazenamento e/ou expressá-lo após a semeadura, é cada vez mais necessário. O fosfito de manganês e enxofre (FMnS) é um adubo foliar que além de fornecer nutrientes as plantas, promove o controle de patógenos, entretanto, os efeitos de sua utilização no tratamento de sementes ainda são desconhecidos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com FMnS (Ultra Sannity[®]) isolado ou em associação com fungicidas, sobre a germinação, crescimento e nodulação da soja em condições de presença e ausência de déficit hídrico. Os experimentos foram conduzidos na Unidade 2 da Universidade Federal da Grande Dourados, em casa de vegetação e na área experimental do Laboratório de Microbiologia Agrícola e Fitopatologia FCA-UFGD, localizado no município de Dourados – MS. Foram realizados experimentos que avaliaram o efeito do tratamento de sementes de soja com FMnS sobre: a germinação das sementes; a emergência de plântulas; a estatura de plantas, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, número e massa de nódulos; e sobre a estatura de plantas, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, área foliar, área radicular e teor de clorofila (através do índice SPAD), na presença e ausência de déficit hídrico. Concluiu-se que o uso do FMnS no tratamento de sementes de soja não apresenta níveis fitotóxicos que impeçam a germinação, ou prejudiquem o acúmulo de massa e estatura das plantas, entretanto, a emergência das plantas foi prejudicada; não apresenta toxicidade a simbiose entre a planta e as bactérias formadoras de nódulo; e sob condições ideais de disponibilidade de água promove incremento sobre a massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e área radicular.

Palavras chave: *Glycine max*; *Bradyrhizobium japonicum*; déficit-hídrico;

SEED TREATMENT WITH MANGANESE AND SULPHUR PHOSPHITE: EFFECTS ON GERMINATION, GROWTH AND SOY NODULATION

ABSTRACT - The use of seeds constitutes an important method of spreading crops of global importance. In this context, the development of pesticides used in seed treatment allowing to preserve their genetic potential during storage and / or express it after seeding, it is increasingly necessary. The manganese and sulfur phosphite (FMnS) is a foliar fertilizer and provides nutrients the plants, promotes the control of pathogens, however, the effects of their use in seed treatment are still unknown. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of seed treatment with FMnS (Ultra Sannity®) alone or in combination with fungicides on the germination, growth and soybean nodulation in conditions of presence and absence of water deficit. The experiments were conducted at Unit 2 of the Federal University of Grande Dourados, in the greenhouse and in the experimental area of Agricultural Microbiology Laboratory of Phytopathology FCA-UFGD, located in Dourados - MS. Experiments were performed to evaluate the effect of soybean seed treatment with FMnS on: seed germination; seedling emergence; the plant height, shoot dry weight, dry root weight, number and mass of nodules; and on plant height, dry weight of shoot, dry root weight, leaf area, root area and chlorophyll content (through SPAD index) in the presence and absence of water deficit. It was concluded that the use of FMnS in the treatment of soybean seeds has no phytotoxic levels that prevent germination, or affect the mass accumulation and plant height, however, the emergence of the plants was impaired; no toxicity symbiosis between the plant and the bacterium nodulation; and under ideal conditions of water availability promotes an increase on the dry weight of shoot, dry root weight and root area.

Key words: *Glycine max*; *Bradyrhizobium japonicum*; water deficit;

2.1. INTRODUÇÃO

A produção de grande parte das culturas agrícolas de importância mundial é caracterizada pela utilização de sementes como fonte de propágulo, sendo esta, um componente essencial para a viabilização do cultivo em larga escala. Esta característica tem estimulado a adoção de estratégias que visam melhorar a qualidade genética, física, sanitária e fisiológica das sementes, buscando proporcionar às culturas expressarem todo o seu potencial produtivo (JULIATTI, 2010).

Neste contexto, o tratamento de sementes já vem sendo utilizado como agente sanitário desde o início da era Cristã. Atualmente, é amplamente utilizado no controle de fungos, insetos e nematoides associados às sementes e/ou na fase inicial de desenvolvimento das plantas, na promoção de efeitos fisiológicos benéficos às plantas, na inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio, na proteção química das sementes contra herbicidas e na disponibilização de nutrientes (INTERNATIONAL SEED TRADE FEDERATION, 1999; CROP LIFE FOUNDATION, 2013).

No Brasil, o primeiro registro de recomendação técnica do tratamento químico de sementes, foi feito em 1981, durante a I Reunião de Pesquisa de Soja da Região Centro Sul do Brasil (EMBRAPA, 1981), sendo desde então utilizado no país.

Apesar de seus inúmeros benefícios e sua ampla comercialização, a utilização do tratamento de sementes de forma errônea pode trazer grandes prejuízos, como os observados na safra brasileira de 2000/2001, onde o uso em larga escala de fungicidas com o princípio ativo thiram (Rhodiauram 500 SC), causou grandes problemas de fitotoxicidade à cultura da soja, reduzindo sua produtividade em várias regiões do país (EMBRAPA, 2000).

Outros fatores que têm merecido igual atenção estão ligados ao uso de misturas de princípios ativos e/ou adoção de várias modalidades de tratamento de sementes em um mesmo lote, que podem causar sinergismos negativos. Esta problemática tem estimulado vários cuidados na escolha do tratamento de sementes e de suas possíveis associações. Levando isso em consideração, o desenvolvimento de novos produtos a serem empregados no tratamento de sementes deve objetivar além de seu efeito principal, obter características secundárias que no mínimo não prejudiquem a viabilidade de outras modalidades de tratamento de sementes também utilizadas e não

promovam efeitos negativos à germinação, crescimento, desenvolvimento e expressão de todo o potencial produtivo das plantas.

A evolução das técnicas de tratamento de sementes tem promovido o surgimento de princípios ativos com a capacidade de além de cumprir estes pré-requisitos, promover também efeitos secundários benéficos à fisiologia da planta (BALARDIN et al., 2011; VENANCIO et al., 2003). Dentre esses elementos, composições a base de fosfito amplamente utilizado em diversas culturas como adubo foliar apresentam potencial, devido as suas características de rápida absorção e translocação na planta, de disponibilização de nutrientes associados a sua molécula e ação contra patógenos, através da inibição do crescimento micelial e esporulação dos fungos, além da indução da ativação das defesas da planta (GUEST e BOMPEIX, 1990; LOBATO, et al., 2010), entretanto, pesquisas que comprovem sua ação benéfica ainda são incipientes.

Nesta linha de ingrediente ativo, o produto comercial Ultra Sannity[®] é um fertilizante foliar composto por fosfito de manganês, enxofre (FMnS), utilizado em aplicações foliares na cultura da soja (SPRAYTEC, 2014). Devido a suas características, a utilização no tratamento de sementes com FMnS pode trazer benefícios no controle de fungos fitopatogênicos à soja, entretanto, seus efeitos sobre o crescimento da planta, sobre a associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio e quando a cultura é exposta a períodos de baixa disponibilidade de água, são pouco conhecidos, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas que comprovem e viabilizem seu uso.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do FMnS isolado ou em associação com fungicidas, sobre a germinação, crescimento e nodulação da soja em condições ideais de disponibilidade de água e em condições de estresse hídrico.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Microbiologia Agrícola e Fitopatologia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada na Rodovia Dourados à Itahum, Km 12 – Dourados - MS.

- Efeito do tratamento de sementes na germinação e emergência de soja

O experimento foi desenvolvido em delineamento experimental inteiramente casualizado com oito tratamentos e cinco repetições. Foram tratadas sementes de soja do cultivar BMX Magna RR, dispendo-se 1 kg de semente em saco plástico, e pipetando-se a dose recomendada para cada tratamento sobre a superfície das sementes conforme demonstrado no Quadro 1, em seguida foi feita a homogeneização dos produtos com as sementes pela agitação manual da mistura por dois minutos.

Quadro 1. Tratamento de sementes de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes produtos comerciais.

Tratamento	Ingrediente Ativo	Dose (mL.kg sementes ⁻¹)
Testemunha	-----	-
Standak Top [®] (ST)	Piraclostobina +tiofanato-metílico + fipronil (PTF)	2
Avicta Completo [®] (AC)	Abamectin +thiamethoxam + fludioxonil+ mefenoxan (ATFM)	(¹)
Derosal Plus [®] (DP)	Carbendazim + tiram (CT)	2
Ultra Sannity [®] (US)	Fosfito + manganês + enxofre (FME)	2
ST [®] + US [®]	PTF + FME	2+2
AC [®] + US [®]	ATFM + FME	(*)+2
DP [®] + US [®]	CT + FME	2+2

¹ Avicta Completo-Avicta(abamectina:500 g.L⁻¹)+Cruiser(thiamethoxam: 350g. L⁻¹)+Maxim Advanced (fludioxonil: 25 g.L⁻¹+ mefenoxan 20g.L⁻¹+thiabendazole 150g.L⁻¹), na dose de 200,125 e 100 mL de p.c. 1 kg de sementes⁻¹

Cada parcela foi composta por 50 sementes, dispostas em três folhas de papel germitest previamente esterilizadas e umedecidas com água estéril, posteriormente foram enroladas e incubadas em BOD sob temperatura de 25°C com fotoperíodo de doze horas durante sete dias. Após esse período os rolos de papel foram abertos para contagem das sementes germinadas.

O teste de emergência de plântulas foi realizado em canteiros utilizando-se sementes de soja do cultivar BMX Magna RR com os mesmos tratamentos apresentados no Quadro 1.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições. A unidade experimental foi formada por 1 m² de canteiro, constituído por Latossolo Vermelho distroférico, o mesmo foi dividido em quatro linhas para posterior semeadura. Foram semeadas 13 sementes por linha de canteiro, totalizando assim 52 sementes/parcela. A partir da semeadura, os canteiros foram irrigados diariamente por um sistema de irrigação por aspersão, com uma lamina média diária de 10 mm de água.

Aos dez dias após a semeadura, foi constatada a estabilização da emergência das plantas, em seguida, foi feita a contagem das plantas emergidas e calculada a porcentagem de emergência de cada tratamento.

- Efeito do tratamento de sementes sobre a altura, nodulação, massa seca da parte aérea e sistema radicular de plantas de soja

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se delineamento experimental inteiramente casualizados e em esquema fatorial com dois fatores e dez repetições, sendo o primeiro fator quatro tratamentos de semente e o segundo presença e ausência de *Bradyrhizobium japonicum*, conforme descrito no Quadro 2.

A unidade experimental foi constituída por um vaso plástico de 1,7 litros, contendo 1,5 kg de substrato previamente esterilizado, formado por uma mistura de areia, Latossolo Vermelho distroférico (horizonte B) e substrato Bioplant[®] na proporção de 2:2:1.

As sementes de soja do cultivar BMX Magna RR foram tratadas em duas etapas. Na primeira, foi aplicado os fungicidas e o fosfito sobre as sementes, em seguida foi feita a agitação manual da mistura durante dois minutos para homogeneização. Após a secagem das sementes, foi realizada a segunda etapa, adicionando-se o inóculo de *B. japonicum*, e realizando-se nova agitação para homogeneização. Após o tratamento, foram semeadas cinco sementes por vaso a 1 cm de profundidade.

A irrigação foi realizada diariamente, procurando manter o substrato com disponibilidade de água próxima a 100% da capacidade de retenção hídrica. Aos 15 dias após a emergência das plantas, foi feito o desbaste, mantendo-se uma planta por vaso.

Quadro 2. Tratamento de sementes de soja cv. BMX Magna RR em função de diferentes produtos comerciais, com (+) ou sem (-) inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*.

<i>B. japonicum</i>	Produto comercial	Ingrediente Ativo	Dose (mL.kg sementes ⁻¹)
-	Testemunha	-----	-
-	Standak Top [®] (ST)	Piraclostobina +tiofanato-metílico + fipronil (PTF)	2
-	Ultra Sannity [®] (US)	Fosfito + manganês + enxofre (FME)	2
-	ST [®] +US [®]	PTF+FME	2+2
+	Testemunha	-----	-
+	ST [®]	PTF	2
+	US [®]	FME	2
+	US [®] +US [®]	PTF+FME	2+2

Aos 50 dias após a emergência, as plantas foram coletadas e avaliadas, mensurando-se a estatura de plantas, massa seca da parte aérea e do sistema radicular, número e massa de nódulos.

Para avaliação de massa seca da parte aérea e do sistema radicular, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel pardo e levadas à estufa de renovação e circulação de ar por 72 horas, a 50°C. Posteriormente, foram separadas e pesadas em balança analítica, obtendo-se assim os valores da massa seca. Logo após a pesagem da massa do sistema radicular, os nódulos foram destacados das raízes para serem contados e pesados.

- Efeito do tratamento de sementes em plantas de soja submetidas a condições de estresse hídrico

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com condições ambientais parcialmente controladas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com dois fatores e quatro repetições, sendo o primeiro, quatro tratamentos de semente e o segundo, três condições de disponibilidade de água, conforme demonstrado no Quadro 3.

A unidade experimental utilizada foi constituída por um vaso com volume de 1,7 L, contendo 1,5 kg de substrato formado por areia, Latossolo Vermelho distroférico (horizonte B) e substrato Bioplant[®] na proporção de 2:2:1. Em cada vaso foram semeadas cinco sementes a 1 cm de profundidade. Após dez dias da emergência das plantas, foi feito o desbaste, mantendo-se a mais vigorosa em cada parcela.

Quadro 3. Tratamento de sementes de soja cv. BMX Magna RR em função de diferentes produtos comerciais e sob diferentes capacidades de retenção hídrica (CRH).

CRH (%)	Produto comercial	Ingrediente Ativo	Dose (mL.kg sementes ⁻¹)
100	Testemunha	-----	-
100	Standak Top [®] (ST)	Piraclostobina +tiofanato-metílico + fipronil (PTF)	2
100	Ultra Sannity [®] (US)	Fosfito + manganês + enxofre (FME)	2
100	ST [®] +US [®]	PTF + FME	2+2
50	Testemunha	-----	-
50	ST [®]	PTF	2
50	US [®]	FME	2
50	ST [®] +US [®]	PTF + FME	2+2
25	Testemunha	-----	-
25	ST [®]	PTF	2
25	US [®]	FME	2
25	ST [®] +US [®]	PTF + FME	2+2

Para a determinação da capacidade de retenção hídrica (CRH), foram coletadas amostras do substrato preparado em anéis volumétricos. As amostras foram saturadas e pesadas, sendo posteriormente, levadas ao sistema de extração de água (Câmara de Richards) previamente ajustado para um potencial osmótico de - 0,033 MPa, valor correspondente a capacidade de campo de solo. As amostras foram deixadas no sistema até a umidade do substrato atingir o equilíbrio com o potencial osmótico empregado, logo após, foram pesadas para determinação da CRH do substrato, por diferença da massa dos anéis saturados e após ter passado pelo processo de extração de água.

A partir desses resultados, posteriormente a semeadura, as parcelas passaram a receber irrigação diária com volume de água correspondente a 100% da CRH do substrato, até o estabelecimento da emergência das plântulas, em seguida, foi empregado o início da exposição das plantas aos diferentes regimes hídricos (25, 50 e 100% CRH).

Foram feitas avaliações dos índices SPAD de clorofila utilizando o medidor de clorofila Konica Minolta – Spad 502, da folha central do ultimo trifólio totalmente aberto de cada planta, aos 35, 44 e 53 dias após a emergência das plantas.

Aos 53 dias após a emergência, as plantas foram coletadas para avaliação da estatura, massa seca da parte aérea e do sistema radicular, área foliar e área radicular.

Os resultados obtidos em todos os experimentos foram submetidos à análise de variância e ao teste LSD, admitindo-se $p < 0,05$, por meio do programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011). Para os dados em porcentagem de germinação e emergência, foi utilizada a transformação arco-seno da raiz quadrada de $x+1$, e para os dados numéricos de massa e número de nódulos a transformação em raiz quadrada.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Efeitos do tratamento de sementes na germinação e emergência de soja

A germinação das sementes de soja foi afetada apenas pelo tratamento com Avicta Completo®, apresentando média inferior aos demais tratamentos (Figura 1A). Apesar deste efeito negativo, tanto este tratamento quanto os demais, apresentaram índices de germinação satisfatórios com valores no mínimo 15% maiores do que os exigidos pela Instrução Normativa 25/2005, para sementes de soja comerciais que é de 80% (BRASIL, 2005).

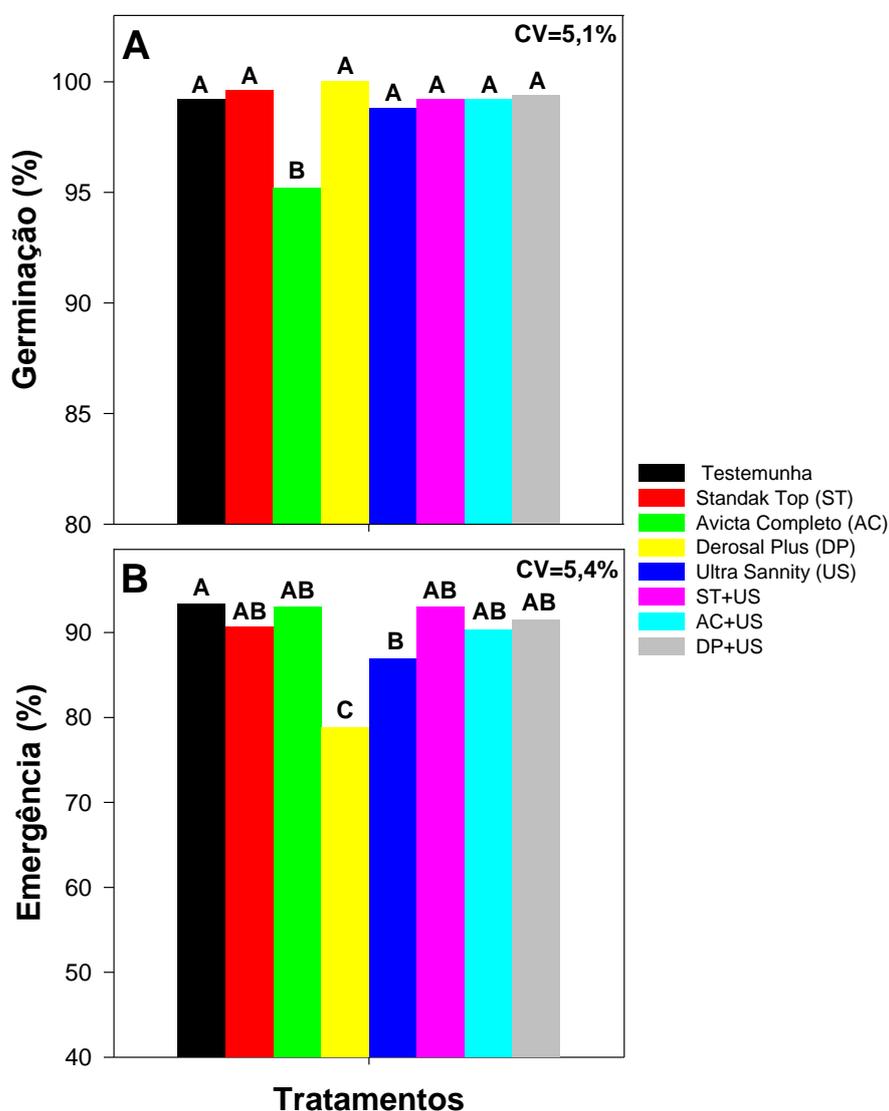


Figura 1. Germinação de sementes (A) e emergência (B) de plantas de soja cv. BMX Magna RR, aos 7 e 10 dias após a semeadura, respectivamente, em função de diferentes tratamentos de semente. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha = 0,05$). Dourados - MS, novembro de 2014.

Apesar de o Ultra Sannity® ser um produto registrado para aplicação foliar, sua utilização neste ensaio não impediu a germinação das sementes quando foi utilizado isolado ou em associação com outros fungicidas, proporcionando germinação semelhante aos demais produtos. Entretanto, vale ressaltar que algumas das plântulas oriundas de sementes tratadas com este agroquímico apresentavam lesões escurecidas no hipocótilo (Figura 2. A) e cotilédone (Figura 2. B) provavelmente promovidas por um nível moderado de fitotoxicidade.

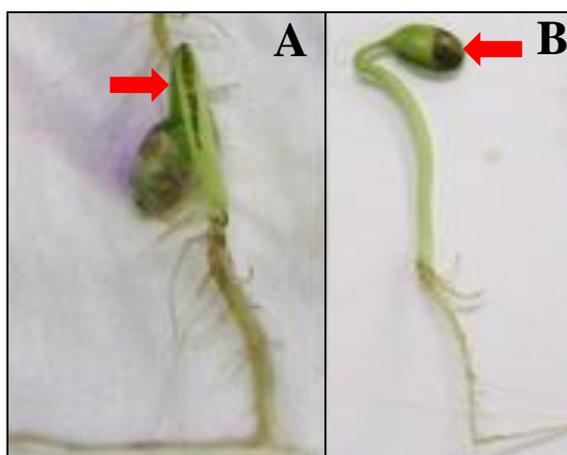


Figura 2. Lesões escurecidas no hipocótilo (A) e no cotilédone (B) de plântulas de soja cv. BMX Magna RR, oriundas de sementes tratadas com Ultra Sannity®. Foto: Daniel L. P. Espindola, 2014.

Nas avaliações da porcentagem de emergência aos dez dias após a semeadura (Figura 1B), apenas os tratamentos com Derosal Plus® e Ultra Sannity®, diferiram significativamente da testemunha, diminuindo a emergência das plantas. O tratamento com Derosal Plus®, proporcionou menor emergência, entretanto, de maneira oposta, outros autores como Pereira et al. (2011), encontraram em suas avaliações de emergência de plantas de soja oriundas de sementes tratadas com este agroquímico, efeito favorável a emergência das plantas, provavelmente promovidos pelo seu efeito de proteção contra patógenos. Já quanto ao Ultra Sannity®, especula-se que a menor emergência tenha ocorrido devido às lesões e consequente diminuição do vigor das plântulas ocasionadas por um moderado nível de fitotoxicidade promovida por este agroquímico (Figura 2).

Existem registros na literatura de que o tratamento com Avicta Completo®, através do ingrediente ativo thiamethoxam, promove a expressão de genes relacionados à síntese e atividade de enzimas reguladoras da produção de aminoácidos precursores de

fitohormônios, possuindo efeito benéfico à germinação e emergência de plantas (BALARDIN et al., 2011), entretanto neste experimento, este benefício não pode foi observado.

A utilização do Ultra Sannity[®] associado aos fungicidas não prejudicou a emergência de plantas, sendo que, a associação com o fungicida Derosal Plus[®] apresentou efeito sinérgico positivo, eliminando o decréscimo observado quando o produto Derosal Plus[®] foi utilizado isoladamente.

- Efeito do tratamento de sementes sobre a altura, nodulação, massa seca da parte aérea e sistema radicular de plantas de soja

Ao avaliar a estatura da parte aérea das plantas (Figura 3), nenhum dos tratamentos diferiu da testemunha tanto na presença quanto na ausência de inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. A única diferença significativa observada foi entre o tratamento Ultra Sannity[®] e Standak Top[®] + Ultra Sannity[®], onde o primeiro apresentou incremento na estatura das plantas não inoculadas com a bactéria simbiote. Não houve diferença significativa entre os tratamentos inoculados e os não inoculados com *B. japonicum*.

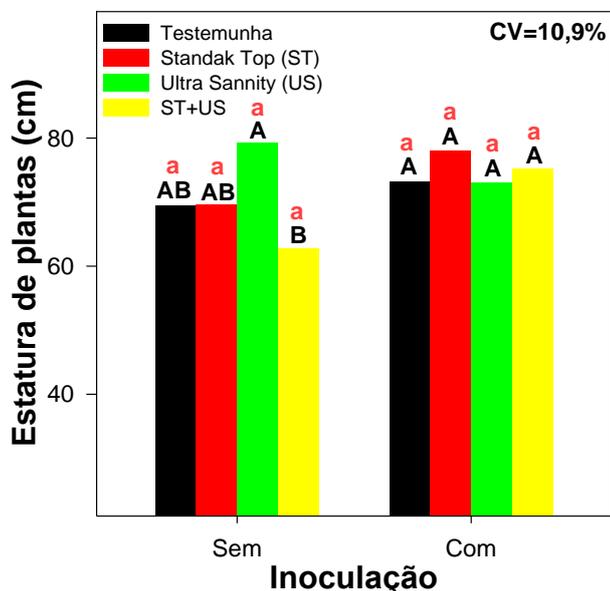


Figura 3. Estatura de plantas de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tratamentos de sementes, com ou sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, aos 50 dias após a emergência. Colunas seguidas da mesma letra maiúscula dentro da mesma condição de disponibilidade de inóculo e colunas seguidas pela mesma letra minúscula entre as condições de inóculo não diferem entre si pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados - MS, novembro de 2014.

Nas avaliações de massa seca da parte aérea (Figura 4A), os tratamentos com agroquímicos não diferiram da testemunha, tanto na ausência quanto presença de inoculação de *B. japonicum*, a única diferença significativa observada foi entre o tratamento Standak Top[®] que apresentou maiores valores de massa, quando comparado aos tratamentos Ultra Sannity[®] e Standak Top[®] + Ultra Sannity[®] em condições sem inóculo de *B. japonicum*.

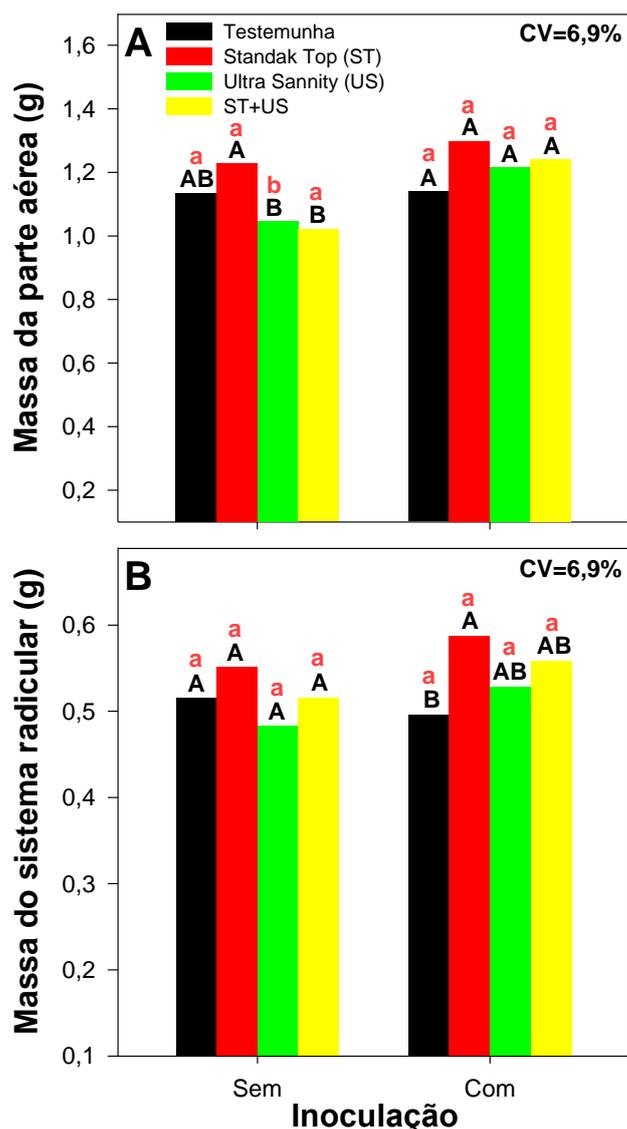


Figura 4. Massa seca da parte aérea (A) e massa seca do sistema radicular (B) de plantas de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tratamentos de sementes, com ou sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, aos 50 dias após a emergência. Colunas seguidas da mesma letra maiúscula dentro da mesma condição de disponibilidade de inóculo e colunas seguidas pela mesma letra minúscula entre as condições de inóculo não diferem entre si pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados - MS, novembro de 2014.

Apenas o tratamento Ultra Sannity[®] na presença de inoculação com *B. japonicum*, apresentou incremento na massa seca da parte aérea, quando comparado ao mesmo tratamento sem inoculação.

A massa seca do sistema radicular das plantas (Figura 4B) foi afetada significativamente pelos tratamentos com agroquímicos, somente nas plantas oriundas de sementes inoculadas com *B. japonicum*. Nestas condições, o tratamento com Standak Top[®] favoreceu o desenvolvimento das raízes diferindo-se da testemunha. Balardin et al. (2011) de maneira semelhante, também constataram incremento na massa seca do sistema radicular de plantas de soja, promovido pelo tratamento das sementes com este mesmo ingrediente ativo, atribuindo este efeito benéfico, à ação de estímulo da piraclostrobina sobre o crescimento de tecidos vasculares e aumento das taxas de fotossíntese da planta (VENANCIO et al., 2003; KÖHLE et al., 2002). Nos demais tratamentos não foram encontradas diferenças significativas na massa seca do sistema radicular, tanto entre as condições de inóculo, quanto entre os tratamentos.

O número de nódulos e a massa de nódulos não foram alterados significativamente pela inoculação com *B. japonicum* (Figura 5 A e B). Apesar de o solo utilizado no experimento ter sido esterilizado, foram detectadas bactérias fixadoras de nitrogênio mesmo nas raízes de plantas oriundas de sementes não inoculadas com *B. japonicum*.

Bigaton (2005) ao avaliar o efeito de micronutrientes e fungicidas no tratamento de sementes de soja sobre a nodulação e fixação biológica do nitrogênio, também encontrou a presença de nódulos nas plantas oriundas de sementes não inoculadas no tratamento testemunha com solo previamente esterilizado. Esta condição atípica encontrada nos dois experimentos, provavelmente ocorreu devido à contaminação das parcelas sem inoculação, através da água utilizada na irrigação das plantas e/ou dos materiais utilizados para o manuseio do solo e/ou por alguma contaminação natural de bactérias presentes previamente nas sementes.

Nestas condições as únicas diferenças significativas encontradas entre os tratamentos neste experimento ocorreram quando as sementes não receberam inoculação, com os tratamentos Standak Top[®] e Standak Top[®] + Ultra Sannity[®] apresentando incremento significativo ao número de nódulos quando comparados ao tratamento apenas com Ultra Sannity[®]. Apesar desta diferença no número de nódulos por planta, a massa de nódulos por planta não apresentou diferença significativa entre os tratamentos tanto na ausência quanto presença de inoculação com *B. japonicum*.

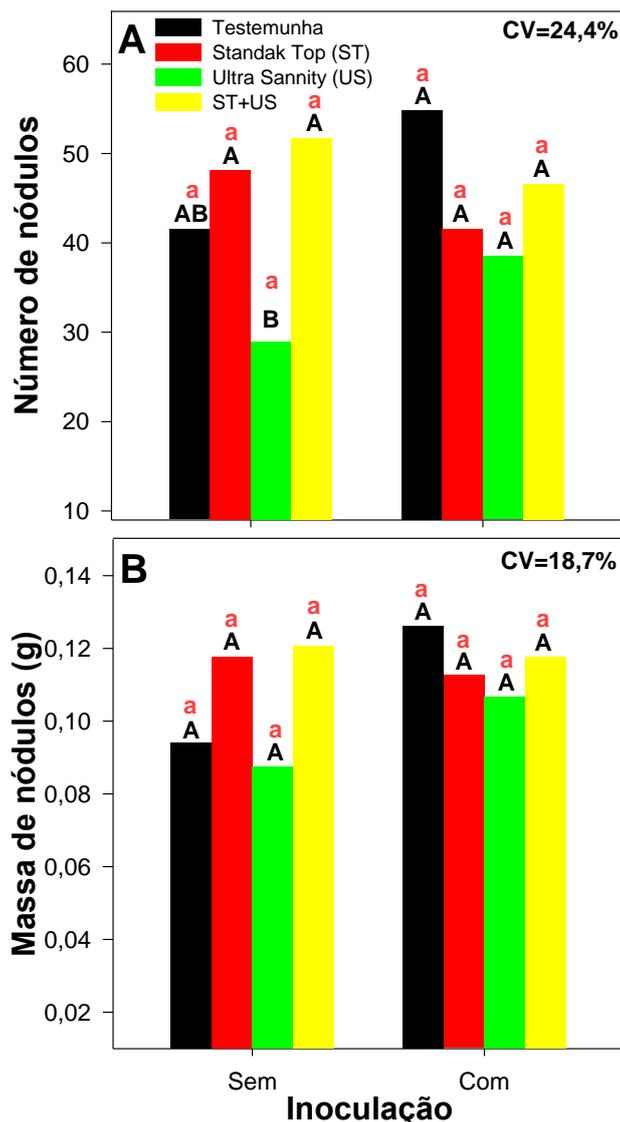


Figura 5. Número (A) e massa de nódulos (B), obtidos de raízes de soja cv. BMX Magna RR em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, com ou sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, aos 50 dias após a emergência. Colunas seguidas da mesma letra maiúscula dentro da mesma condição de disponibilidade de inóculo e colunas seguidas pela mesma letra minúscula entre as condições de inóculo não diferem entre si pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados - MS, novembro de 2014.

De maneira semelhante, Alcântara Neto et al. (2014), ao utilizarem o tratamento de sementes com Standak Top[®], não encontraram diferenças significativas na massa de nódulos de plantas de soja inoculadas com *B. japonicum*, devido à baixa toxicidade causada às bactérias *B. japonicum* promovida por este agroquímico, permitindo assim, melhor manutenção das unidades formadoras de colônias.

A utilização do Ultra Sannity[®], tanto isolado quanto em associação, não diferiu da testemunha no número e massa de nódulos não demonstrando níveis de toxicidade prejudiciais a simbiose entre a planta e as bactérias sintetizadoras de nitrogênio.

- Efeito do tratamento de sementes em plantas de soja submetidas a condições de estresse hídrico

O experimento que avaliou o efeito do tratamento de sementes em plantas de soja submetidas a diferentes condições de estresse hídrico foi influenciado significativamente, tanto pelas condições de disponibilidade de água, quanto pelo tratamento de sementes. Entre as condições de 100% da capacidade de retenção hídrica (CRH) e 50% da CRH não foram encontradas diferenças significativas em nenhuma das variáveis de crescimento da planta (estatura de plantas (EP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR), área foliar (AF) e área radicular (AR)), conforme demonstrado no Quadro 4.

Os tratamentos que receberam disponibilidade de água de 100% da capacidade de retenção hídrica (CRH), quando comparados aos de 25% da CRH, em geral, apresentaram médias superiores para às variáveis de EP, MSPA, MSSR, AF e AR, com exceção apenas da MSSR, com o tratamento com Standak Top[®] sob a CRH de 100% não diferindo significativamente do tratamento com Standak Top[®] sob a CRH de 25%. Alguns dos tratamentos com CRH de 50% quando comparados aos com CRH de 25%, também apresentaram médias superiores nas variáveis EP (Standak Top[®]), MSPA (Standak Top[®]), MSSR (todos os tratamentos), AF(testemunha) e AR (exceto Ultra Sannity[®]). Estes resultados demonstram que as plantas cultivadas com CRH correspondente a 25%, tiveram seu crescimento prejudicado, devido ao efeito negativo que o déficit hídrico promove sobre processos essenciais para a morfologia da planta, como diminuição da turgescência, divisão e extensão celular, paralização da expansão foliar e radicular, fechamento dos estômatos, e em casos mais extremos, aceleração da senescência e queda foliar (SANTOS e CARLESSO, 1998; BLUM, 2011).

Quadro 4. Efeito do tratamento de sementes na estatura de plantas (EP) (m), massa seca de parte aérea (MSPA) (g), massa seca do sistema radicular (MSSR) (g), área foliar (AF) (cm² planta⁻¹) e área radicular (AR) (cm² planta⁻¹) 53 dias após a emergência de plantas de soja cv. BMX Magna RR, sob três condições de disponibilidade de água. Dourados, 2014.

Trat. ¹	EP (m)			MSPA (g)			MSSR (g)		
	CRH ³			CRH			CRH		
	100%	50%	25%	100%	50%	25%	100%	50%	25%
T1	0,86bA ²	0,75aAB	0,48aB	1,48bA	1,15aAB	0,71aB	0,43bA	0,38bA	0,24aB
T2	1,00aA	0,79aA	0,47aB	1,47bA	1,28aA	0,76aB	0,38bAB	0,40aA	0,26aB
T3	0,91abA	0,86aAB	0,57aB	1,60abA	1,30aAB	0,90aB	0,51aA	0,44aA	0,28aB
T4	1,09aA	0,82aAB	0,52aB	1,69aA	1,27aAB	0,83aB	0,50aA	0,44aA	0,29aB
CV(%)	16,5			13,3			13,7		
Trat. ¹	AF (cm ²)			AR (cm ²)					
	CRH			CRH					
	100%	50%	25%	100%	50%	25%			
T1	202,06aA	165,73aA	94,7aB	77,61bcA	67,53aA	28,64aB			
T2	200,05aA	161,19aAB	105,65aB	67,31cA	74,55aA	31,61aB			
T3	217,88aA	164,02aAB	114,61aB	89,45aA	68,58aAB	40,15aB			
T4	213,20aA	157,38aAB	109,57aB	87,72abA	67,56aA	35,73aB			
CV(%)	13,1			15,2					

¹ Tratamentos : T1 – testemunha, T2 – Standak Top[®], T3 – Ultra Sannity[®] e T4 – Standak Top[®] + Ultra Sannity[®]. ² Linhas seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente dentro da mesma condição de disponibilidade de água e colunas seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre as condições de disponibilidade de água pelo teste LSD de Student ($\alpha = 0,05$). ³ CRH: Capacidade de retenção hídrica. ⁴ CV: Coeficiente de variação (%).

Entre os tratamentos de semente, foram encontradas diferenças significativas sob as condições de 100% da CRH, com o tratamento Standak Top[®] apresentando incremento significativo de 14% na estatura de plantas. Já o tratamento Ultra Sannity[®] promoveu incremento significativo sobre as variáveis massa seca do sistema radicular e área radicular, de 15,8 e 13,2% respectivamente. A associação dos dois agroquímicos no tratamento Standak Top[®] + Ultra Sannity[®], também gerou resultados positivos, proporcionando aumento de 21,1% na estatura de plantas, 12,4% na massa seca da parte aérea e 15,1% na massa seca do sistema radicular. Entre os tratamentos com agroquímicos também foram encontradas diferenças significativas, onde, o tratamento Standak Top[®] apresentou média inferior na massa seca do sistema radicular e área radicular, quando comparado aos tratamentos Ultra Sannity[®] e Standak Top[®] + Ultra Sannity[®], e média inferior na massa seca da parte aérea quando comparado apenas ao tratamento Standak Top[®] + Ultra Sannity[®].

No entanto, nos tratamentos onde foram adotadas condições de 50% da CRH, a maioria das variáveis não apresentaram diferenças significativas, com exceção apenas da massa seca do sistema radicular, onde, todos os tratamentos com agroquímico favoreceram o crescimento da massa radicular. Seguindo esta mesma tendência, nos tratamentos sob condições extremas de déficit hídrico (25%CRH), nenhuma das variáveis sofreu influência significativa ocasionada pelos tratamentos.

Da mesma maneira, Balardin et al. (2011) encontraram incremento na estatura de plantas de soja cv. FUNDACEP 53 RR tratadas com Standak Top[®] quando comparadas a testemunha sem tratamento de sementes, em condições ideais de disponibilidade de água. Estes autores também constataram aumento do volume radicular, massa seca radicular e área foliar das plantas, sendo estes benefícios justificados pelos efeitos fisiológicos benéficos promovidos pela piraclostrobina, através do retardamento da senescência da planta, e consequentes efeito de prolongamento da fotossíntese (KÖHLE et al., 2002).

Oliveira (2011), ao avaliar o efeito de aplicações de fosfito de potássio via radicular através de solução nutritiva, em plantas de soja cv. Conquista sob condições de boa disponibilidade de água, registrou aumento de cerca de 36% na massa da parte aérea de plantas que receberam aplicação de fosfito. Supõe-se que esses efeitos benéficos possam estar associados ao estímulo sobre os processos bioquímicos relacionados ao metabolismo secundário, promovidos pelo ânion fosfito, no entanto, poucas informações sobre os efeitos fisiológicos promovidos por essas moléculas são encontradas na literatura, sendo necessário o desenvolvimento de mais trabalhos que confirmem esses benefícios.

Na variável de índice SPAD, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos tanto para as condições de disponibilidade de água, quanto para o tratamento de sementes (Quadro 5).

Aos 35 dias, o índice SPAD da testemunha sob condições de 50 e 25% da CRH foi maior que o observado nas condições de 100% da CHR. Seguindo essa mesma tendência aos 44 dias o índice SPAD do tratamento Standak Top[®] sob condições de 100% da CHR foi inferior aos observados sob 50 e 25% da CHR e aos 53 dias tanto o tratamento Standak Top[®] teve o índice SPAD sob condições de 100% da CHR inferior aos encontrados sob 25% da CHR, quanto o tratamento Ultra Sannity[®] teve o índice de 100% da CHR inferior aos observados sob as condições de 50% da CHR. Os resultados encontrados nesse experimento mostram um efeito inverso ao que é encontrado na

literatura, sendo que, em geral, as plantas sob condições de déficit hídrico sofrem um decréscimo no teor de clorofila (BASTOS et al., 2012; DUTRA et al., 2012; SILVA et al., 2014).

Quadro 5. Efeito do tratamento de sementes no teor de clorofila aos 35 (SPAD35), 44 (SPAD44) e 53 dias (SPA53) após a emergência de plantas de soja cv. BMX Magna RR, sob três condições de disponibilidade de água. Dourados, 2014.

Trat. ¹	SPAD35			SPAD44			SPAD53		
	CRH ³			CRH			CRH		
	100%	50%	25%	100%	50%	25%	100%	50%	25%
T1	12,22aB	14,78aA	15,32aA	12,56aA	14,20aA	14,39aA	13,34aA	13,76bA	13,99aA
T2	13,14aA	14,02abA	14,70aA	11,46aB	14,92aA	14,66aA	12,24aB	13,84bAB	16,18aA
T3	12,34aA	12,62bA	14,54aA	12,34aA	14,10aA	14,50aA	12,84aB	17,48aA	15,00aAB
T4	12,60aA	13,00abA	14,46aA	12,32aA	14,08aA	14,24aA	13,60aA	15,60abA	16,08aA
CV(%)	14,0			14,6			14,4		

¹ Tratamentos : T1 – testemunha, T2 – Standak Top[®], T3 – Ultra Sannity[®] e T4 – Standak Top[®] + Ultra Sannity[®]. ² Linhas seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente dentro da mesma condição de disponibilidade de água e colunas seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre as condições de disponibilidade de água pelo teste LSD de Student ($\alpha = 0,05$). ³ CRH: Capacidade de retenção hídrica. ⁴ CV: Coeficiente de variação (%).

O tratamento de sementes também influenciou o índice SPAD, com o tratamento Ultra Sannity[®] nas condições de 50% da CHR, apresentando um decréscimo de 15%, quando comparado a testemunha aos 35 dias, entretanto, aos 44 dias esse efeito negativo já não é mais observado, não sendo encontradas diferenças significativas entre nenhum dos tratamentos de semente. Já aos 53 dias, o tratamento Ultra Sannity[®] em condições de 50% da CRH, apresentou média 21% superior às observadas nos tratamentos testemunha e Standak Top[®].

Apesar de vários trabalhos documentarem o “efeito verde” promovido pela piraclostrobina em plantas de soja (EMBRAPA, 2010; FAGAN et al., 2010), estimulando maior retenção foliar, menor degradação dos teores de clorofila e consequente maiores períodos de fotossíntese (KÖHLE et al., 2002), o teor de clorofila em nenhuma das condições de disponibilidade de água foi favorecido pelos tratamentos Standak Top[®] e Standak Top[®] + Ultra Sannity[®], neste experimento. O único acréscimo aos teores de clorofila proporcionado pelo tratamento de sementes ocorreu nas plantas que receberam o tratamento Ultra Sannity[®] em condições de 50% da CRH aos 53 dias após a emergência das plantas. Este efeito benéfico pode ter ocorrido devido às moléculas de manganês associadas ao fosfito, estarem prontamente disponíveis a planta após sua absorção, favorecendo assim, a síntese de clorofila (TEIXEIRA et al., 2004).

Teixeira et al. (2004) ao avaliarem o efeito da aplicação foliar de Mn em feijoeiro, constataram que a aplicação de uma dose única deste elemento é pouco eficaz em aumentar os teores de clorofila, com seu efeito sendo insignificante logo após alguns dias da aplicação. Estas constatações reforçam a necessidade do desenvolvimento de mais estudos utilizando o FMnS visando esclarecer melhor sua interação com as planta, quando este agroquímico é utilizado no tratamento de sementes.

2.4. CONCLUSÃO

A aplicação de fosfito de manganês e enxofre (FMnS) via tratamento de sementes não apresenta níveis de fitotoxicidade que impeçam a germinação das sementes de soja.

Sua utilização, apesar de prejudicar a emergência das plantas, não apresenta efeitos fitotóxicos sobre o acúmulo de massa, crescimento em estatura da planta e seus processos de fixação biológica de nitrogênio, não sendo tóxico a simbiose formada com as bactérias sintetizadoras de nitrogênio.

Sob condições ideais de disponibilidade de água o FMnS promove incremento sobre a massa seca do sistema radicular e área radicular. Já sob condições moderadas de estresse hídrico promove incremento sobre a massa seca do sistema radicular e sobre o teor de clorofila.

Quando utilizado em associação com fungicida em condições ideais de disponibilidade de água promove incremento sobre a estatura de plantas, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular. Já quando utilizado em associação com fungicida em condições moderadas de estresse hídrico promove incremento na massa seca do sistema radicular.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L. P.; ARAÚJO, A. S. F.; PETTER, F. A.; ALMEIDA, F. A.; ALBUQUERQUE, J. A. A. Tempo de contato e de combinações de fungicidas, aditivo e inoculante sobre a sobrevivência de rizóbios e nodulação da soja. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 1, p. 149-154, abr. 2014.

BALARDIN, R. S.; SILVA, F. D. L.; DEBONA, D.; CORTE, G. D.; FAVERA, D. D.; TORMEN, N. R. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.7, p. 1120-1126, jul, 2011.

BASTOS, E. A.; RAMOS, H. M. M.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; NASCIMENTO, F. N.; CARDOSO, M. J. Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v. 1, n.1, p. 31-37, 2012.

BIGATON, D. **Fungicidas e micronutrientes aplicados em tratamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e seus efeitos sobre nodulação e a fixação biológica de nitrogênio**. 2005. 43 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

BLUM, A. Plant Breeding for Water-Limited Environments: Plant Water Relations, Plant Stress and Plant Production. **Springer: Science+Business Media**, p. 11-55, 2011.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005**. 2005. Disponível em URL: <[http://www.lassul.com.br/v1 /upload/downloads/file_5.pdf](http://www.lassul.com.br/v1/upload/downloads/file_5.pdf)> Acessado em 15 de dez. de 2014.

CROP LIFE FOUNDATION. **The role of seed treatment in modern U.S. crop production: a review of benefits**. 2013. Disponível em URL: <<http://www.croplifeamerica.org/sites/default/files/SeedTreatment.pdf>> Acessado em 20 de out. 2014.

DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F.; PAIM, L. R.; SCALON, S. P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, s. 1, p. 2657-2668, 2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Caracterização dos problemas de fitotoxicidade de plântulas de soja devido ao tratamento de sementes com fungicida Rhodiauram 500 sc, na safra 2000/01**. Londrina: Embrapa Soja, 27 p., 2000.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Efeito de fungicidas no controle da ferrugem da soja, na produtividade e nos teores nutricionais em folhas e grãos**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 24 p., 2010.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendação do tratamento químico de sementes de soja *Glycine max* (L.) Merrill.** Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 9 p., 1981.

FAGAN, E. B.; DOURADO NETO, D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R. B.; YEDA, M. P.; MASSIGNAM, L. F.; OLIVEIRA, R. F.; MARTINS, K. V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 771-777, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The state of food and agriculture: Innovation in family farming.** 2014. Disponível em URL: < <http://www.fao.org/publications/sofa/2014/en/>> Acessado em 11 de dez. 2014.

GHEST, D.I.; BOMPEIX, G. The complex mode of action of phosphonates. **Australian Plant Pathology**. Orange, v. 19, n.4, p. 114-115, 1990.

INTERNATIONAL SEED TRADE FEDERATION. Seed Treatment and Environment Committee. **A tool for sustainable agriculture.** Nyon, 8 p., 1999.

JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 54 – 55, 2010.

KÖHLE, H.; GROSSMANN, K.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. **Modern Fungicides and Antifungal Compounds III.** Boon, 14 p., 2002.

LOBATO, M.C.; OLIVIERI, F.P.; DALEO, G.R.; ANDREU, A.B. Antimicrobial activity of phosphites against different potato pathogens. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v. 117, n.3, p. 102–109, 2010.

OLIVEIRA, N. P. **Fosfito fornecido via radicular e foliar sobre a produção, nutrição de fósforo e amenização da toxidez de glifosato em soja.** 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

OLIVEIRA, V. A.; MARTINS, L. P.; GONÇALVES, R. C.; BENÍCIO, L. P. F.; COSTA, D. L.; LUDWIG, J. Use of seed treatment with fungicide in control of *Colletotrichum truncatum* and physiological quality of soybean seeds *Glycine max*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 4, n. 2, p. 98-106, mai. 2013.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, G. E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 158-164, fev. 2011.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p. 287-294, 1998.

SILVA, M. A.; SANTOS, C. M.; VITORINO, H. S.; RHEIN, A. F. L. Pigmentos fotossintéticos e índice SPAD como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 173-181, fev. 2014.

SPRAYTEC. **Descrição Ultra Sannity®**. 2014. Disponível em URL: < <http://www.spraytecfertilizantes.com.br/produto/index/id/67/nome/ULTRA+SANNITY>> Acessado em 21 de out. de 2014.

TEIXEIRA, I. A.; BORÉM, A.; ANDRADE, M. J. B.; GIÚDICE, M. P. D.; CECON, P. R. Teores de clorofila em plantas de feijoeiros influenciadas pela adubação com manganês e zinco. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 147-152, 2004.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 9 n. 3, p. 59-68, dez. 2003.

CAPTULO II

TRATAMENTO DE SEMENTES COM FOSFITO DE MANGANÊS E ENXOFRE: EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DE FITOPATÓGENOS

RESUMO – A utilização de fungicidas no tratamento de sementes constitui-se em uma importante ferramenta de combate aos fungos fitopatogênicos que atacam as culturas agrícolas em seu período inicial de desenvolvimento. Apesar do mercado destes agroquímicos já contar com diversos produtos com vários mecanismos de ação, a descoberta e/ou aprimoramento de novos princípios ativos que além de combater patógenos, promovam efeitos fisiológicos benéficos às plantas, são necessários visando garantir a viabilidade e aprimoramento do uso desta técnica. Neste intuito o fosfito de manganês e enxofre (FMnS) é um adubo foliar que além de disponibilizar nutrientes as plantas, promove o controle de fungos e oomicetos, entretanto, sua utilização no tratamento de sementes visando o combate de fungos fitopatogênicos ainda é pouco estudada. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do FMnS sobre os fungos fitopatogênicos *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum truncatum* e *Macrophomina phaseolina in vitro*, e seu efeito sobre *C. truncatum* e *S. sclerotiorum* quando utilizado no tratamento de sementes expostas a esses patógenos. Os experimentos foram desenvolvidos na Unidade 2 da Universidade Federal da Grande Dourados, junto ao Laboratório de Microbiologia Agrícola e Fitopatologia FCA-UFGD, localizado no município de Dourados – MS. Foi realizado um ensaio para cada um dos fungos *S. sclerotiorum*, *R. solani*, *C. truncatum* e *M. phaseolina* visando avaliar o efeito de diferentes concentrações (0, 250, 500 e 1000 ppm) de FMnS (Ultra Sannity®) sobre seu crescimento micelial *in vitro*, através do cálculo do índice de velocidade de crescimento micelial e também o efeito da utilização deste agroquímico no tratamento de sementes de soja previamente expostas aos fungos *C. truncatum* e *S. sclerotiorum*, avaliando-se a germinação e emergência das plantas e incidência dos fungos nas sementes pós-germinadas. Após as avaliações concluiu-se que o fosfito promoveu redução do crescimento micelial *in vitro* de *S. sclerotiorum*, *R. solani*, *C. truncatum* e *M. phaseolina*. Sua utilização no tratamento de sementes promoveu menor incidência de *C. truncatum* e *S. sclerotiorum* em plântulas de soja.

Palavras chaves: *Glycine-max*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Rhizoctonia solani*; *Colletotrichum truncatum*; *Macrophomina phaseolina*;

SEED TREATMENT WITH MANGANESE AND SULPHUR PHOSPHITE: EFFECTS ON PATHOGENS DEVELOPMENT

ABSTRACT - The use of fungicides for seed treatment constitutes an important tool to combat pathogenic fungi that attack crops in their initial period of development. Despite the market these pesticides already have several products with various mechanisms of action, the discovery and / or improvement of new active principles in addition to fighting pathogens, promote beneficial physiological effects to plants, are needed to ensure the viability and improvement of the use of this technique. To this end the manganese and sulfur phosphite (FMnS) is a foliar fertilizer in addition to providing nutrients plants, promotes the control of fungi and oomycetes, however, their use in the treatment of seeds in order to combat pathogenic fungi is not well known. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of FMnS on pathogenic fungi *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum truncatum* and *Macrophomina phaseolina* *in vitro*, and its effect on *C. truncatum* and *S. sclerotiorum* when used to treat the exposed seeds these pathogens. The experiments were conducted in Unit 2 of the Federal University of Grande Dourados, with the Agricultural Microbiology Laboratory of Phytopathology FCA-UFGD, located in the municipality of Dourados - MS. A test was conducted for each of the fungi *S. sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *C. truncatum* and *M. phaseolina* to evaluate the effect of different concentrations (0, 250, 500 and 1000 ppm) FMnS (Ultra Sannity®) on its mycelial growth *in vitro*, through the calculation of mycelial growth rate index and also the effect of using this agrochemical in the treatment of soybean seeds previously exposed to *C. truncatum* and *S. sclerotiorum* fungi, evaluating germination and plant emergence and incidence of fungi in post-germinated seeds. After the evaluations concluded that the phosphite promoted reduction of *in vitro* mycelial growth of *S. sclerotiorum*, *R. solani*, *C. truncatum* and *M. phaseolina*. Its use as a seed treatment promoted lower incidence of *C. truncatum* and *S. sclerotiorum* on soybean seedlings.

Key words: *Glycine max*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Rhizoctonia solani*; *Colletotrichum truncatum*; *Macrophomina phaseolina*;

3.1. INTRODUÇÃO

Desde sua primeira recomendação no Brasil em 1981(EMBRAPA, 1981), a utilização do tratamento químico de semente em soja tem adquirido cada vez mais importância. Estimativas de 2008 sobre o mercado global deste tipo de agroquímico registram que o mesmo mais que dobrou em um intervalo de seis anos (de 2002 a 2008) atingindo um faturamento anual de dois bilhões de dólares (MUNKVOLD, 2009). Esta técnica atingiu tamanho patamar, que culturas de importância para o país, como a soja, têm praticamente todas as suas sementes tratadas com fungicidas antes da semeadura (JULIATTI, 2010). Atualmente são registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 30 fungicidas recomendados para o tratamento de sementes de diversas culturas, sendo desses, 20 recomendados para a cultura da soja (BRASIL, 2015).

A utilização de fungicidas no tratamento de sementes de soja possibilita o controle de várias doenças associadas às sementes e/ou as plantas durante o seu período inicial de desenvolvimento, melhorando assim, a germinação e o estande inicial das plantas, principalmente em casos onde enfrentam condições adversas durante seu desenvolvimento inicial. Outro fator favorável ao uso do tratamento de sementes na soja está relacionado à sua precisão de aplicação, pois, quando comparado a outras técnicas de controle de fungos fitopatogênicos, como a aplicação de fungicidas em sulco ou foliar, sua exposição à área de cultivo é 90 e 99% menor, respectivamente, minimizando assim, o risco ambiental causado pela exposição aos princípios ativos (CROP LIFE FOUNDATION, 2013).

Apesar de já ser uma técnica de benefício comprovado e de uso comum para a maioria das culturas agrícolas, dispondo de grande variedade de ingredientes ativos e mecanismos de ação (BRASIL, 2015), os fungicidas comercializados para o tratamento de sementes ainda apresentam muito potencial a ser desenvolvido. Fatores como o nível de toxicidade dos produtos comerciais, gama de patógenos controlados, período de ação do produto e translocação na planta são algumas das características que podem ser melhoradas com o aprimoramento dos ingredientes ativos já existentes ou pelo desenvolvimento de novas moléculas.

Composições a base de fosfito estão entre os elementos que podem apresentar características de interesse para serem utilizadas no tratamento de semente contra fungos fitopatogênicos, pois, inibem o crescimento micelial e esporulação de vários

fungos, inibem a fotofosforilação oxidativa de oomicetos e estão ligados a ativação da defesa contra doenças das plantas. Outras características de interesse deste composto estão ligadas a sua rápida absorção pela planta, sua capacidade de translocação via xilema e floema, seu maior período de ação, pois, não é metabolizado pela planta, sua menor toxicidade e sua possibilidade de disponibilizar nutrientes ligados às moléculas de fosfito, sendo considerado um fertilizante foliar (GUEST e BOMPEIX, 1990; LOBATO et al., 2010; MCGRATH, 2004).

O produto Ultra Sannity[®] é um complexo a base de fosfito de manganês e enxofre (FMnS), utilizado na aplicação foliar, com o objetivo de conferir as plantas, maior sanidade, através da ativação dos mecanismos de autodefesa das mesmas, incrementando o controle de doenças da parte aérea (SPRAYTEC, 2014). Devido as suas características de composição e sua ação benéfica contra doenças da parte aérea, sua utilização no tratamento de sementes pode apresentar benefícios, entretanto, informações relacionadas à sua interação com as sementes e com as plantas em seu período inicial de desenvolvimento, e aos fungos que as atacam durante essas fases, são incipientes.

Em vista do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do FMnS, sobre fungos fitopatogênicos *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum truncatum* e *Macrophomina phaseolina in vitro* e no tratamento de sementes de soja previamente expostas a *C. truncatum* e *S. sclerotiorum*.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

- Diferentes concentrações de fosfito de manganês e enxofre (FMnS) no desenvolvimento *in vitro* de fungos patogênicos a soja

Inóculo dos fungos fitopatogênicos *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Rhizoctonia solani*, foram obtidos junto ao Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da UFGD, e inóculo de *Colletotrichum truncatum* LAPS 327, junto ao Laboratório de Patologia de Sementes – LAPS - UFLA, posteriormente, foram cultivados em meio BDA e incubados a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, para serem utilizados, como fonte de inóculo na implantação dos experimentos.

Os experimentos foram realizados em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 15 repetições. A unidade experimental foi constituída por placas de Petri com 10 mL de meio BDA, sob diferentes concentrações (0, 250, 500 e 1000 ppm) de FMnS.

Discos de micélio de 4 mm de diâmetro foram transferidos para o centro das placas de Petri contendo meio BDA com as concentrações de FMnS especificadas anteriormente. Após a repicagem do fungo, as placas foram vedadas com filme plástico e incubadas em BOD a temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas.

Posteriormente, o crescimento micelial do fungo foi avaliado em intervalos de 24 h, mensurando-se o diâmetro da colônia, com o auxílio de um paquímetro digital. As medições foram interrompidas quando o crescimento micelial atingiu a borda da placa.

A partir dos dados dos diâmetros das colônias, foi calculado o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) do fungo para cada concentração, através da fórmula adaptada de Oliveira (1991):

$$\text{IVCM} = \frac{\sum (D - D_a)}{N}$$

Sendo:

IVCM= índice de velocidade de crescimento micelial

D= diâmetro médio do dia da mensura da colônia

Da= diâmetro médio da colônia do dia anterior

N= número de dias após a inoculação

Estes procedimentos foram realizados em quatro ensaios, um para cada espécie de fungo (*M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *R. solani* e *C. truncatum*).

- Efeito do tratamento de sementes de soja na presença de *Colletotrichum truncatum* e *Sclerotinia sclerotiorum*.

Foram realizados dois experimentos um com o fungo *C. truncatum* e outro com *S. sclerotiorum*.

A inoculação das sementes com o fungo *C. truncatum* foi realizada com a utilização da técnica de restrição hídrica em meio BDA, através da adição do soluto manitol no meio, para o ajuste do potencial hídrico em -0,9 Mpa, conforme fórmula de Van't Hoff (SALISBURY e ROSS, 1991). O meio foi vertido em placas de Petri, posteriormente sendo feita a repicagem de dois discos de micélio para as placas. Foram preparadas também, placas com meio BDA em restrição hídrica sem a exposição ao patógeno. Após o micélio fúngico ter preenchido todas as placas onde o fungo foi repicado, sementes de soja BMX Magna RR previamente desinfestadas superficialmente com hipoclorito de sódio a 1% durante dois minutos, foram distribuídas sobre a superfície da placa, posteriormente, esta foi vedada e incubadas em BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, durante 40 horas. Sobre as placas contendo apenas meio BDA + manitol, as sementes foram distribuídas e incubadas sob as mesmas condições de ambiente, por 40 horas. Após esse período, foi feita a mistura de semente expostas e não expostas ao fungo na proporção de 1:4 respectivamente, sendo feito logo em seguida o tratamento de sementes conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1. Tratamento de sementes de soja cv. BMX Magna RR previamente expostas a inóculo de *Colletotrichum truncatum* em função de diferentes produtos comerciais.

Tratamentos	Ingrediente Ativo	Dose (mL.kg sementes ⁻¹)
Testemunha	-----	-
Standak Top [®] (ST)	Piraclostobina+tiofanato-metílico+fipronil(PTF)	2
Ultra Sannity [®] (US)	Fosfito+manganês+enxofre (FME)	2
ST [®] +US [®]	PTF+FME	2+2

Para a análise do índice de germinação e incidência de *C. truncatum* nas sementes, foi montado o teste de rolo de papel com delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, onde cada parcela foi constituída por 50 sementes distribuídas em três folhas de papel germitest previamente esterilizadas e umedecidas com água estéril, posteriormente foram enroladas e incubadas em temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas durante

sete dias. Após esse período, foram realizadas as avaliações de germinação e incidência de *C. truncatum*.

Também foi montado um teste de emergência em bandeja, realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Cada parcela foi constituída por bandejas de plástico contendo 5 kg de substrato na proporção de 2 partes de areia, 2 de Latossolo Vermelho distroférico (horizonte B) e 1 de substrato Bioplant[®]. Em cada bandeja foram semeadas 50 sementes distribuídas em cinco linhas. Foram feitas avaliações da emergência das plantas aos 7,14 e 21 dias após a semeadura.

Estes procedimentos foram repetidos na segunda etapa, apenas substituindo-se o fungo *C. truncatum* por *S. sclerotiorum*.

Os resultados obtidos em todos os experimentos foram submetidos à análise de variância e ao teste LSD, admitindo-se $p < 0,05$, por meio do programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011). Nos dados de porcentagem foi utilizada a transformação arco-seno da raiz quadrada de $x+1$.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Diferentes concentrações de fosfito de manganês e enxofre no desenvolvimento *in vitro* de fungos patogênicos a soja

Nas avaliações de diferentes concentrações de fosfito de manganês e enxofre (FMnS) sobre o crescimento micelial *in vitro* dos fungos *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum truncatum* e *Macrophomina phaseolina*, foi observada uma tendência semelhante para os quatro fungos, com o aumento da concentração de FMnS no meio de cultura resultando na diminuição de suas velocidades de crescimento micelial (Figura 1).

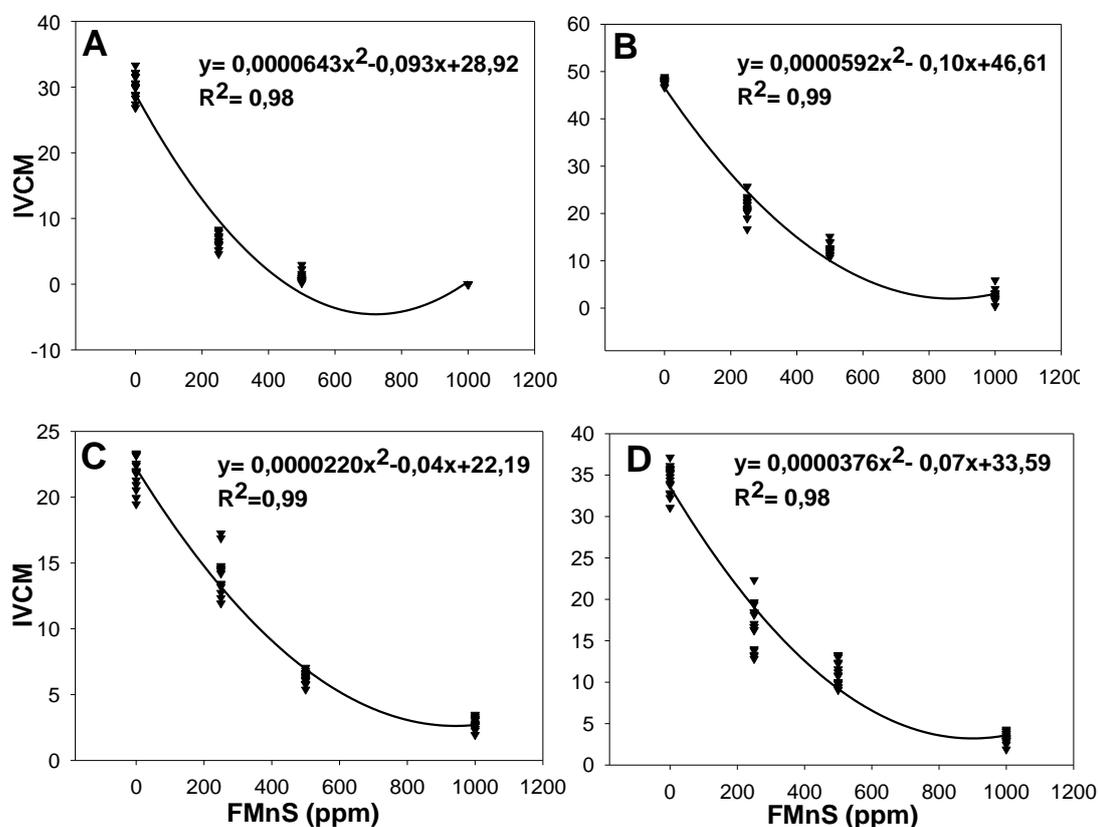


Figura 1. Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) dos fungos *S. sclerotiorum* (A), *Rhizoctonia solani* (B), *Colletotrichum truncatum* (C) e *Macrophomina phaseolina* (D) em meio de cultura BDA com diferentes concentrações de fosfito de manganês e enxofre, aos 3, 3, 7 e 3 dias após a repicagem, respectivamente. Foi aplicado o teste de análise de regressão. Dourados - MS, novembro de 2014.

Apenas o fungo *S. sclerotiorum* teve seu índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) igualado a zero a partir da concentração de 455 ppm de FMnS, para os outros três fungos o menor IVCM observado foi de 2,01 para *R. solani* na concentração

de 869 ppm de FMnS, de 2,6 para *C. truncatum* na concentração de 943 ppm de FMnS e de 3,21 para o fungo *M. phaseolina* na concentração de 899 ppm de FMnS.

Apesar da inibição de 100% do crescimento micelial de *S. sclerotiorum* promovida pelo FMnS neste experimento, seus efeitos sobre o crescimento do fungo durante maiores períodos são desconhecidos. Arruda (2014), utilizando concentrações menores de fosfito, ao avaliar o efeito de diferentes agroquímicos no desenvolvimento *in vitro* de *S. sclerotiorum*, sendo dois deles fosfitos de potássio denominados pelo autor de fosfito A (150 ppm de P_2O_5 e 100 ppm de K_2O . mL^{-1}) e fosfito B (87 ppm de P_2O_5 e 63 ppm de K_2O . mL^{-1}), observou inibição do crescimento micelial do fungo de 41 e 33%, respectivamente, na primeira avaliação aos sete dias após a incubação, entretanto, em avaliações posteriores aos 21 dias, este efeito de inibição não foi mais observado para nenhum dos dois agroquímicos, mostrando que essas concentrações promovem efeito fungistático sobre o fungo, retardando seu crescimento micelial durante alguns dias.

Na avaliação de *R. solani*, a dose de 1000 ppm de FMnS foi suficiente para reduzir praticamente todo o crescimento micelial do fungo aos 3 dias após a repicagem. Schurt et al. (2013), avaliaram a eficiência de diferentes moléculas no controle de *R. solani in vitro*, 48 horas após sua repicagem, também encontraram redução significativa no crescimento micelial do fungo, promovida pelo uso do fosfito de potássio (27% P_2O_5 e 27% K_2O) utilizado na dose de 6 $mL.L^{-1}$ de meio de cultura (6000 ppm), sendo atribuída esta redução a um efeito osmótico exercido sobre o fungo, pela alta concentração salina deste tipo de agroquímico.

O fungo *C. truncatum* apresentou a menor velocidade de crescimento micelial entre os fungos testados, permitindo assim um maior número de avaliações (sete avaliações), sendo que, a concentração de 1000 ppm promoveu a maior redução do crescimento micelial do fungo. Caixeta et al. (2012) ao avaliarem o efeito de diferentes concentrações de fosfito de potássio (30% P_2O_5 e 20% K_2O) sobre o diâmetro de *C. lindemuthianum* isolado de plantas de feijão, observaram que concentrações deste agroquímico acima de 125 ppm no meio de cultura começam a promover efeito significativo na redução do crescimento micelial deste fungo, sendo constatado o valor mais relevante na concentração de 500 ppm.

Trabalhos que abordem o efeito do fosfito sobre *M. phaseolina*, não foram encontrados na literatura. No presente trabalho, foi constatado efeito fungistático do FMnS sobre este patógeno semelhante aos demais fungos testados, com o mesmo tendo

seu crescimento micelial reduzido de acordo com o aumento da concentração do produto.

Este efeito promovido pelo uso do FMnS sobre os quatro fungos, em geral ocorre devido ao efeito direto causado por este agroquímico no controle de patógenos de planta, sendo atribuído a sua ação fungistática, inibindo o crescimento micelial e esporulação dos fungos, (LOBATO, et al., 2010) e a um possível efeito osmótico prejudicial ao crescimento dos fungos, promovido pela alta concentração salina do fosfito (SCHURT et al., 2013).

- Efeito do tratamento de sementes de soja previamente inoculadas com *Colletotrichum truncatum* e *Sclerotinia sclerotiorum*, sobre a incidência da doença e germinação e emergência da planta

- *Colletotrichum truncatum*:

A germinação das sementes de soja expostas a inóculo de *C. truncatum* e posteriormente tratadas com Ultra Sannity[®] e Standak Top[®], isolados ou em mistura, não foi afetada significativamente por nenhum dos tratamentos.

Apesar de não terem sido encontradas diferenças entre os tratamentos, apenas as sementes que foram tratadas com Ultra Sannity[®] isolado ou em associação com Standak Top[®], apresentaram germinação superior a 80% (Figura 2), atendendo o requisito mínimo de 80% de germinação para sementes de soja comerciais, exigido pela Instrução Normativa 25/2005 (BRASIL, 2005).

Oliveira et al. (2013) ao avaliarem sementes de soja previamente expostas a *C. truncatum* e tratadas com diferentes fungicidas em condições de laboratório e casa de vegetação, observaram que o uso do tratamento de sementes aumentou o potencial germinativo das sementes quando comparado as sementes sem tratamento, devido ao controle exercido sobre o patógeno, entretanto, apesar do controle e diminuição da incidência do fungo neste experimento, a germinação das sementes tratadas com agroquímicos não foi favorecida significativamente.

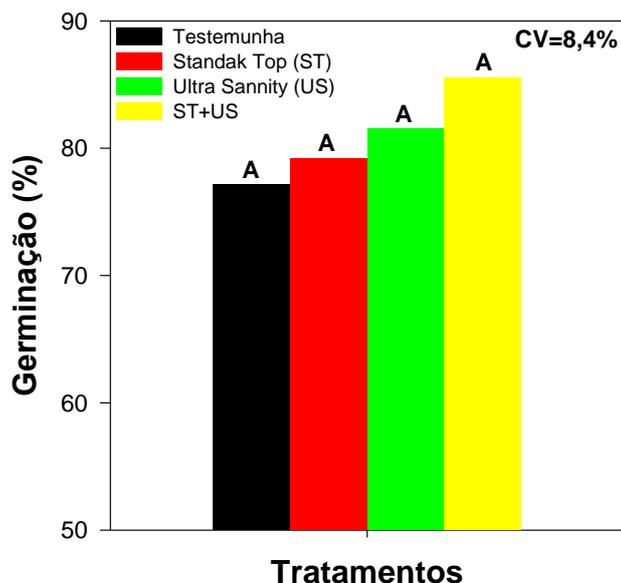


Figura 2. Germinação de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *Colletotrichum truncatum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados - MS, novembro de 2014.

A incidência de *C. truncatum* nas sementes e plântulas aos sete dias (Figura 3), foi menor em todos os tratamentos com agroquímicos, quando comparados à testemunha. A aplicação de Ultra Sannity[®] isolado, ou em associação com Standak Top[®], mostrou-se mais eficiente que a aplicação isolada de Standak Top[®], apresentando redução média de 80% na incidência do fungo. Observa-se também nesta avaliação que apesar de inicialmente todos os tratamentos conterem 20% de sementes infestadas com *C. truncatum* e 80% sadias, durante o experimento a incidência do patógeno aumentou chegando a 96% na Testemunha e 91% no tratamento com Standak Top[®].

Apesar desta alta incidência observada na testemunha e Standak Top[®], os tratamentos que continham FMnS minimizaram a incidência a valores menores que os observados mesmo antes da homogeneização da mistura de sementes (20% de sementes infestadas), sendo de 15% para o tratamento com Ultra Sannity[®] e 11% para o tratamento com Ultra Sannity[®] + Standak Top[®].

Pereira et al. (2009) ao avaliarem o tratamento fungicida de sementes de soja inoculadas com *C. truncatum*, também observaram valores de incidência maiores de 20%, em lotes de soja onde foi feita a mistura na proporção de 20% de sementes exposta ao patógeno e 80% de sementes sadias, mesmo em condições onde as sementes foram tratadas com fungicidas.

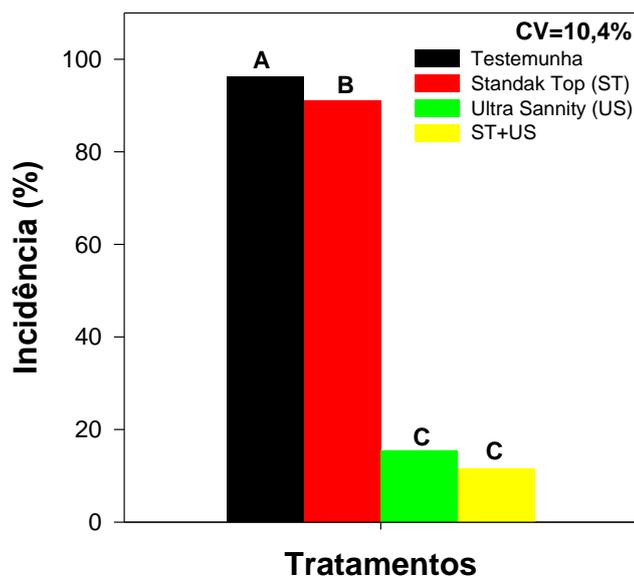


Figura 3. Incidência de *Colletotrichum truncatum* em plântulas de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *C. truncatum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados - MS, novembro de 2014.

A emergência das plantas oriundas de sementes inoculadas com *C. truncatum* foi influenciada significativamente pelo tratamento de sementes aos sete e 21 dias após a semeadura (Figura 4). Aos sete dias os tratamentos contendo FMnS, diferiram significativamente da Testemunha e Standak Top[®], reduzindo a emergência das plantas, provavelmente devido a um leve efeito fitotóxico promovido pelo produto. Entretanto, aos 14 dias esse efeito prejudicial já não foi mais observado não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Já aos 21 dias o tratamento Ultra Sannity[®] + Standak Top[®] proporcionou incremento significativo na emergência das plantas, sendo 5% maior do que o observado na Testemunha.

Este incremento benéfico observado aos 21 dias, provavelmente ocorreu devido ao maior controle da doença pela associação dos produtos e também aos efeitos fisiológicos benéficos à planta promovidos pelos mesmos (KÖHLE et al., 2002; VENANCIO et al., 2003).

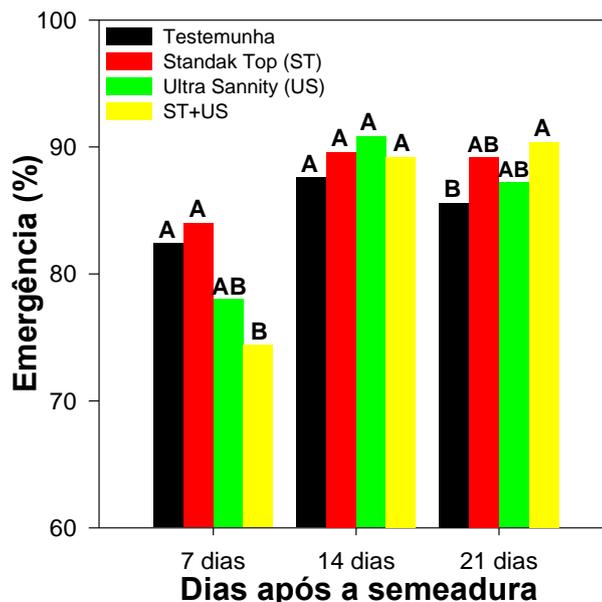


Figura 4. Emergência de plântulas de soja cv. BMX Magna RR aos 7 (CV= 5,7%), 14 (CV=5,2%) e 21 (CV=4,5%) dias após a semeadura, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *C. truncatum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados - MS, novembro de 2014.

- *Sclerotinia sclerotiorum*:

A germinação das sementes previamente expostas a *Sclerotinia sclerotiorum*, foi afetada significativamente pelos diferentes produtos químicos utilizados no tratamento de sementes (Figura 5). Os tratamentos com Standak Top[®] e Ultra Sannity[®] proporcionaram incremento significativo na germinação das plantas, quando comparados à testemunha sem tratamento. Os tratamentos com Standak Top[®] apresentaram uma média superior em 31% ao tratamento apenas com Ultra Sannity[®] e 56% superior a Testemunha. Corroborando com esses resultados Prando (2014), ao avaliar o efeito do tratamento químico na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja infectadas por *S. sclerotiorum*, também encontrou melhores índices de germinação quando o tratamento com Standak Top[®] foi utilizado.

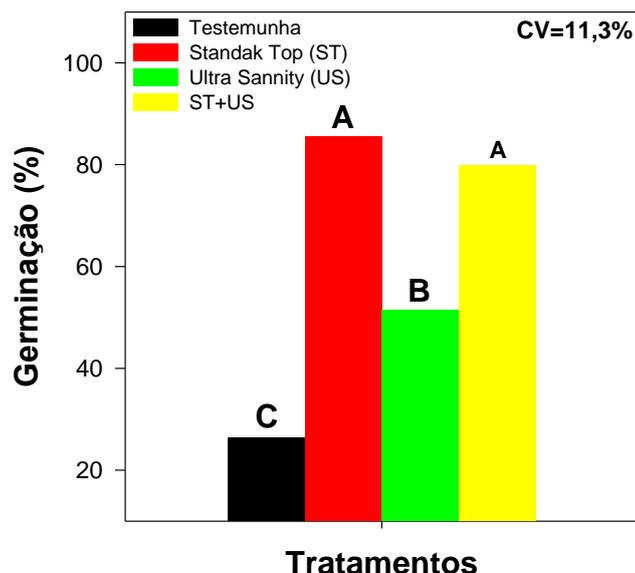


Figura 5. Germinação de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *Sclerotinia sclerotiorum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados - MS, novembro de 2014.

Este efeito benéfico à germinação das sementes, ocorreu devido à ação de controle do crescimento micelial do fungo, promovido pelos ingredientes ativos piraclostrobina e tiofanato metílico, presentes no Standak Top[®] (ZANCAN et al., 2012), impedindo assim, a contaminação de sementes sadias e a ocorrência de danos promovidos por este patógeno.

A incidência de *S. sclerotiorum* sobre as sementes também foi afetada significativamente pelo tratamento químico (Figura 6), com os agroquímicos promovendo controle da doença sobre as sementes previamente expostas ao fungo e/ou minimizando sua disseminação entre as mesmas. Os tratamentos com o produto Standak Top[®] promoveram o maior controle sobre a doença, diferindo significativamente dos tratamentos Testemunha e Ultra Sannity[®], minimizando a incidência do fungo em 99 e 98%, respectivamente. O tratamento Ultra Sannity[®] também diferiu da testemunha com uma taxa de controle de 60% da incidência da doença, entretanto, quando comparado aos tratamentos com Standak Top[®], apresentou menor eficiência.

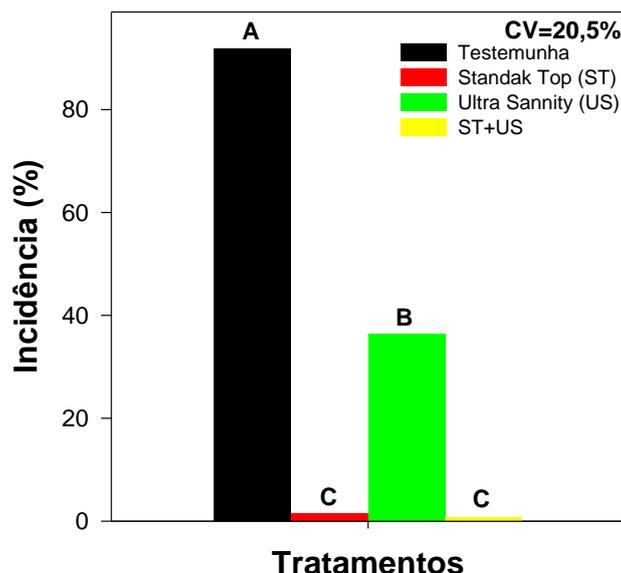


Figura 6. Incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* em plântulas de soja cv. BMX Magna RR, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *S. sclerotiorum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados - MS, novembro de 2014.

Seguindo a mesma tendência do ensaio anterior, apesar da mistura de 80% sadias e 20% expostas a *S. sclerotiorum*, a incidência do fungo também aumentou, atingindo o valor de 92% na testemunha. Estes valores ressaltam a efetividade do tratamento com Standak Top[®], tanto no controle da disseminação do fungo quanto na eliminação do inóculo nas sementes previamente expostas. Tal efeito positivo provavelmente ocorreu devido à eficiência da combinação de dois fungicidas com características diferentes, sendo um de ação sistêmica (tiofanato metílico) e outro de ação mesostêmica (piraclostrobina) encontradas nesse agroquímico (ZANCAN et al., 2012; SILVA JUNIOR et al., 2009).

O tratamento de sementes também influenciou a emergência de sementes de soja expostas previamente a *S. sclerotiorum* (Figura 7). Aos sete dias após a semeadura, os tratamentos que continham agroquímicos causaram decréscimo da emergência das plantas, com os tratamentos Standak Top[®], Ultra Sannity[®] e Standak Top[®] + Ultra Sannity[®], apresentando emergência inferior a observada na Testemunha em 33, 74 e 65%, respectivamente. Os tratamentos com agroquímicos também apresentaram diferenças entre si, com os tratamentos Ultra Sannity[®] e Standak Top[®] + Ultra Sannity[®] sendo inferiores ao tratamento Standak Top[®].

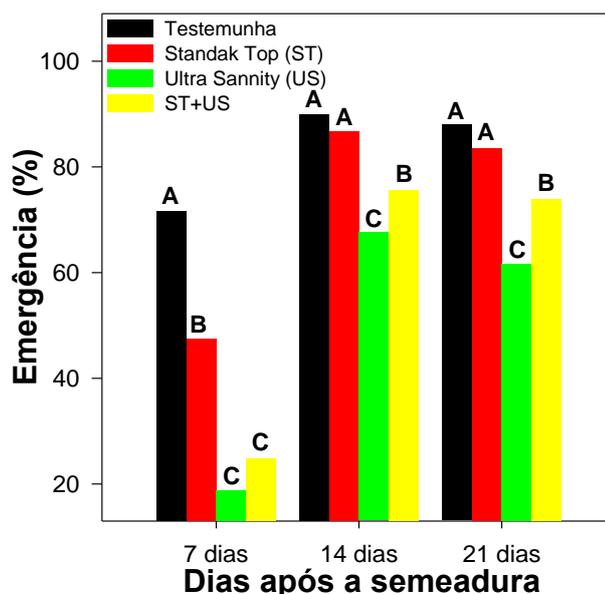


Figura 7. Emergência de plântulas de soja cv. BMX Magna RR aos 7 (CV=12,2%), 14 (CV= 6,0%) e 21 (CV= 5,0%) dias após a semeadura, em função de diferentes tipos de tratamentos de sementes, na presença de *S. sclerotiorum*. Colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste LSD de Student ($\alpha=0,05$). Dourados - MS, novembro de 2014.

Aos 14 e 21 dias, foi observada a mesma tendência entre os tratamentos, onde os tratamentos com fosfito (Ultra Sannity[®] e Standak Top[®] + Ultra Sannity[®]) apresentaram menor emergência de plantas, quando comparados a testemunha e Standak Top[®]. Além disso, o tratamento apenas com Ultra Sannity[®], obteve o menor valor de emergência entre todos os tratamentos. Estima-se que essa tendência negativa dos tratamentos com fosfito, tenha ocorrido devido a fitotoxidez promovida por este agroquímico as sementes pós-germinadas.

Apesar da alta incidência *S. sclerotiorum* observada nas sementes, devido a sua prévia exposição ao micélio fúngico, a emergência das plantas no tratamento Testemunha não sofreu grandes decréscimos. Supõe-se que devido às altas temperaturas observadas (>25°C) durante alguns dias da condução do experimento, a agressividade da doença tenha sido minimizada a níveis não prejudiciais a emergência das plantas. Tal efeito pode justificar a não diferenciação dos tratamentos com Standak Top[®], que se mostraram eficientes no controle da incidência deste fungo, entretanto, não apresentaram incremento na emergência das plantas, não diferindo da testemunha. Provavelmente em situações onde as condições sejam favoráveis ao desenvolvimento da doença, seriam encontradas diferenças entre os tratamentos. Assim como o observado por Prando (2014) ao avaliar o efeito do tratamento de sementes com Standak Top[®]

sobre a emergência de plântulas oriundas de sementes infestadas com *S. sclerotiorum* (em condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno), constatando incremento na ordem de 15% na emergência das plantas, promovido pelo uso da mesma dose deste agroquímico, em condições de casa de vegetação.

3.4. CONCLUSÃO

O uso do fosfito promove a redução no desenvolvimento *in vitro* dos fungos *S. sclerotiorum*, *R. solani*, *C. truncatum* e *M. phaseolina*.

O tratamento de sementes com fosfito reduziu a incidência de *C. truncatum* e *S. sclerotiorum* em plântulas de soja.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, J. H. **Ação de agroquímicos no controle de mofo branco em soja**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco - PR.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005**. 2005. Disponível em URL: <[http://www.lassul.com.br/v1 /upload/downloads/file_5.pdf](http://www.lassul.com.br/v1/upload/downloads/file_5.pdf)> Acessado em 15 de dez. de 2014.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários: Consulta de produtos formulados**. 2015. Disponível em URL: < http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acessado em 03 de fev. 2015.

CAIXETA, A. O.; VIEIRA, B. S.; CANEDO, E. J. Efeito do fosfito de potássio sobre fungos fitopatogênicos do feijoeiro. **Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, v.3, p. 35-43, nov. 2012.

CROP LIFE FOUNDATION. **The role of seed treatment in modern U.S. crop production: a review of benefits**. 2013. Disponível em URL: <<http://www.croplifeamerica.org/sites/default/files/SeedTreatment.pdf>> Acessado em 20 de out. 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendação do tratamento químico de sementes de soja *Glycine max* (L.) Merrill**. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 9 p., 1981.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GHEST, D.I.; BOMPEIX, G. The complex mode of action of phosphonates. **Australian Plant Pathology**. Orange, v. 19, p. 114-115, 1990.

JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 54 – 55, 2010.

KÖHLE, H.; GROSSMANN, K.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. **Modern Fungicides and Antifungal Compounds III**. Boon, 2002.

LOBATO, M.C.; OLIVIERI, F.P.; DALEO, G.R.; ANDREU, A.B. Antimicrobial activity of phosphites against different potato pathogens. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v. 117, n.3, p. 102–109, 2010.

MCGRATH, M. T. **What are fungicides**. 2004. Disponível em URL: < <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/topics/Pages/Fungicides.aspx>> Acessado em 15 de dez. de 2014.

MUNKVOLD, G. P. Seed pathology progress in academia and industry. **Annual review of phytopathology**, v. 47, p. 285-311, 2009.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativas L.*) e pimentão (*Capsicumannanum L.*)**. 1991. 111 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

OLIVEIRA, V. A.; MARTINS, L. P.; GONÇALVES, R. C.; BENÍCIO, L. P. F.; COSTA, D. L.; LUDWIG, J. Use of seed treatment with fungicide in control of *Colletotrichum truncatum* and physiological quality of soybean seeds *Glycine max*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 4, n. 2, p. 98-106, mai. 2013.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, D. A.; ROSA, M. C. M.; OLIVEIRA, G. E.; COSTA NETO, J. Tratamento fungicida de sementes de soja inoculadas com *Colletotrichum truncatum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2390-2395, dez. 2009.

PRANDO, M. B. **Efeito do tratamento químico na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja infectadas por *Sclerotinia sclerotiorum***. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, Botucatu – SP.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4 ed. Belmont: Wadsworth, 682 p., 1991.

SCHURT, D. A.; RODRIGUES, F. A.; SOUZA, N. F. A.; REIS, R. D. Eficiência de diferentes moléculas na redução dos sintomas da queima das bainhas em arroz e no crescimento de *Rhizoctonia solani in vitro*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.2, p. 221-225, abr. 2013.

SILVA JÚNIOR, J.; REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. A.; ALVES, E.; POZZA, E. A. Efeito de fungicidas sistêmico e protetores aplicados em diferentes estádios fenológicos no controle da ferrugem asiática da soja. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 705-712, jun. 2009.

SPRAYTEC. **Descrição Ultra Sannity®**. 2014. Disponível em URL: < <http://www.spraytecfertilizantes.com.br/produto/index/id/67/nome/ULTRA+SANNITY>> Acessado em 21 de out. de 2014.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 9 n. 3, p. 59-68, dez. 2003.

ZANCAN, W. L.; MACHADO, J. C.; SOUSA, B. F. M.; MATOS, C. S. M. Crescimento micelial, produção e germinação de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* na presença de fungicidas químicos e *Trichoderma harzianum*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 782-789, out. 2012.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da utilização do fosfito de manganês e enxofre (FMnS) no tratamento de sementes não inibir a germinação de sementes da soja, foi observado um nível moderado de fitotoxicidade causada por este agroquímico, sendo necessário mais estudos para estabelecer quais as implicações desses danos no estabelecimento e na produção da cultura e qual a dose mais adequada a ser utilizada, de forma a evitar o problema e manter os benefícios do FMnS. No entanto, mesmo com este dano inicial, o FMnS incrementou o crescimento da planta, favorecendo componentes da parte aérea e do sistema radicular.

O FMnS apresentou potencial para ser utilizado no controle dos fungos fitopatogênicos *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum truncatum* e *Macrophomina phaseolina*, entretanto, estudos mais detalhados devem ser realizados visando estabelecer seu período ativo de ação contra estes patógenos e qual sua dose mais adequada para cada um deles.