



Universidade de Brasília  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária  
Curso de Graduação em Agronomia

Nathália de Lima Medeiros

**INFLUÊNCIA DE FOSFITO DE POTÁSSIO NO  
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE FEIJÃO, PIMENTÃO E SOJA.**

Brasília, DF  
Dezembro, 2015

NATHÁLIA DE LIMA MEDEIROS

**INFLUÊNCIA DE FOSFATO DE POTÁSSIO NO  
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE FEIJÃO, PIMENTÃO E SOJA.**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília como parte dos requisitos parciais para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Dr. Luiz Eduardo Bassay Blum

Brasília, DF  
Dezembro, 2015

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

### **Influência de fosfito de potássio no desenvolvimento inicial de feijão, pimentão e soja.**

Aluno: Nathália de Lima Medeiros

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília como parte dos requisitos parciais para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

#### **APROVADA POR:**

---

Dr. Luiz Eduardo Bassay Blum (UnB – Fitopatologia)  
(Orientador)

---

Dra. Michelle Souza Vilela – CPF: 919.623.401-63 (UnB – FAV)  
(Examinador Interno)

---

Dra. Larissa de Brito Caixeta – CPF: 016.744.021-71 (UnB – Fitopatologia)  
(Examinador Interno)

À todos que buscam a evolução através da pesquisa.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus pela vida, ao meus pais por me apoiarem nas minhas decisões.

Ao Luiz Blum por todos os ensinamentos e oportunidades durante o período do estágio.

Ao Tiago, Aldo, Larissa, Marcos, Sr<sup>o</sup> Helio, Sr Alexandre, Daniel e Rosilene pelos conselhos e ajudas nos momentos mais difíceis.

Aos meus colegas, Gabriel e Millena, aos meus irmãos Jéssica e Leonardo que me ajudaram e me deram força durante toda a pesquisa.

À todos os mestres, por contribuírem na minha formação acadêmica.

À Universidade de Brasília pela bolsa concedida durante todo o período de estágio e por disponibilizar as instalações para a condução dos experimentos.

“O Senhor é o meu Pastor e nada me faltará”

Salmos: 23 , 1

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do fosfito de potássio (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20% K<sub>2</sub>O; Phytogard®) no desenvolvimento inicial de feijão (*Phaseolus vulgaris*), pimentão (*Capsicum annuum*) e soja (*Glycine max*). Se a variação de doses aplicadas do fosfito de potássio teve interferência positiva ou negativa no desenvolvimento inicial do feijão, pimentão e soja. Foram realizados quatro experimentos em casa de vegetação com fosfito e fungicida, utilizaram-se 4 diferentes doses recomendadas pelos fabricantes para utilização do fosfito : 0,5 mL/L; 1,0 mL/L; 1,5 mL/L 2,0 mL/L; O experimentos foram separados em: Experimento 1, com três aplicações de doses variadas de fosfito, tanto via foliar como via rega na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*). Experimento 2, com duas aplicações de doses variadas de fosfito, tanto via foliar como via rega na cultura do pimentão (*Capsicum annuum*). Experimento 3, com uma aplicação de doses variadas de fosfito, tanto via foliar como via rega na cultura da soja (*Glycine max*). Experimento 4, com uma aplicação da dose comercial de 1,5ml/L do produto de fosfito juntamente com a aplicação do fungicida 2ml/L da dose comercial do Carbendazin, via foliar na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*). Aos 30 dias após o semeio, foram avaliadas em todos os experimentos: número de folhas (NF), porcentagem de área queimada (PQ), tamanho da raiz principal (TR) e da parte aérea (TA), peso da raiz (PR) e da parte aérea (PA) e massa seca da raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA). Os resultados dos três primeiros experimentos mostraram diferença significativa em relação a fitotoxidez. A aplicação via foliar gerou muita fitotoxidez nas plantas e a aplicação do fosfito de potássio via rega apresentou os melhores resultados no desenvolvimento inicial das plantas em relação ao número de folhas (NF), tamanho da raiz principal (TR) e da parte aérea (TA), peso da raiz (PR) e da parte aérea (PA). Das doses aplicadas de fosfito de potássio. As doses 1ml e 1,5ml da dose comercial do produto de fosfito de potássio via rega apresentaram os melhores resultados na cultura da soja. No quarto experimento a aplicação do fosfito de potássio juntamente com o fungicida não se mostrou mais eficaz no desenvolvimento da planta do que somente a utilização do fosfito.

**Palavras-chave:** Fosfito; Leguminosas; Olerícolas.

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| TABELA 1. Número médio de folhas (NF), da massa fresca de feijoeiro com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega.....  | 16 |
| TABELA 2. Tamanho da parte aérea (TA) e tamanho da raiz (TR), em centímetros da massa fresca de feijoeiro com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega.....                    | 17 |
| TABELA 3. Peso da parte aérea (PA) e peso da raiz (PR), em gramas da massa fresca de feijoeiro com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega.....                               | 17 |
| TABELA 4. Número médio de folhas afetadas (NFA) e porcentagem de área queimada (PQ) por fito-toxidez em feijoeiro com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega.....            | 18 |
| TABELA 5. Número médio de folhas (NF), da massa fresca de plantas de pimentão com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega.....  | 20 |
| TABELA 6. Tamanho da parte aérea (TA) e tamanho da raiz (TR), em centímetros da massa fresca de plantas de pimentão com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega.....          | 20 |
| TABELA 7. Peso da parte aérea (PA) e peso da raiz (PR), em gramas da massa fresca de plantas de pimentão com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega.....                     | 21 |
| TABELA 8. Número médio de folhas de pimentão afetadas (NFA) e porcentagem de área queimada (PQ) por fito-toxidez nas plantas com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega..... | 22 |
| TABELA 9. Número médio de folhas (NF), da massa fresca de plantas de soja com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega.....  | 25 |
| TABELA 10. Peso da parte aérea (PA) e peso da raiz (PR), em gramas da massa fresca de plantas de soja com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega.....                        | 26 |
| TABELA 11. Tamanho da parte aérea (TA) e tamanho da raiz (TR), em centímetros da massa fresca de plantas de soja com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega.....             | 26 |

|  |    |
|--|----|
| TABELA 12. Número médio de folhas de soja afetadas (NFA) e porcentagem de área queimada (PQ) por fito-toxidez nas plantas de soja com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega..... | 27 |
| TABELA 13. Número médio de folhas (NF), da massa fresca de feijoeiro com tratamentos de fosfito de potássio e fungicida via foliar.....  | 29 |
| TABELA 14. Tamanho da parte aérea (TA) e tamanho da raiz (TR), em centímetros da massa fresca de feijoeiro com tratamentos de fosfito de potássio e fungicida via foliar.....                          | 29 |
| TABELA 15. Peso da parte aérea (PA) e peso da raiz (PR), em gramas da massa fresca de feijoeiro com tratamentos de fosfito de potássio e fungicida via foliar.....                                     | 30 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1. A esquerda, feijoeiro com evidente fitotoxidez devida a aplicação foliar da dose de 2ml do produto fosfito de potássio, a esquerda a mesma dose do produto porém aplicação via rega, não apresentou fito-toxidez.....  | 15 |
| FIGURA 2. A esquerda, plantas de pimentão com evidente fitotoxidez devida a aplicação foliar da dose de 1,5ml do produto fosfito de potássio, a direita a mesma dose do produto, porém com aplicação via rega, não apresentou fito-toxidez.....                              | 21 |
| FIGURA 3. A esquerda, plantas de pimentão com leve fitotoxidez, aparentemente imperceptível onde foi feita a aplicação foliar da dose de 0,5ml do produto fosfito de potássio, a direita a mesma dose do produto, porém aplicação via rega, não apresentou fito-toxidez..... | 22 |
| FIGURA 4. Diferença do tamanho das raízes das plantas de soja, a esquerda com 2ml de fosfito de potássio via rega, a direita a mesma dose do produto, porém aplicação via foliar. À direita é notável a fitotoxidez nas plantas com o fosfito de potássio via foliar.....    | 24 |
| FIGURA 5. Diferença do tamanho das raízes das plantas de feijão que foram aplicados tratamentos de fosfito de potássio e fungicida via foliar.....   | 30 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 1  |
| 2. OBJETIVO .....  | 3  |
| 2.1. OBJETIVO ESPECÍFICO.....  | 3  |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA .....   | 3  |
| 3.1. CULTURA DO FEIJOEIRO, ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) .....  | 3  |
| 3.2. CULTURA DA SOJA, ( <i>Glycine max L.</i> ).....   | 4  |
| 3.3. CULTURA DO PIMENTÃO, ( <i>Capsicum annuum L.</i> ).....   | 5  |
| 3.4. FOSFITO.....  | 6  |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS.....   | 9  |
| 4.1. Localização.....  | 9  |
| 4.2. Ensaios em casa de vegetação.....   | 10 |
| 4.3. Avaliação do Fosfito no Desenvolvimento Inicial de Plantas em casa de vegetação .....   | 10 |
| 4.3.1. EXPERIMENTO 1- Efeito de três aplicações de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial do feijão.....   | 11 |
| 4.3.2. EXPERIMENTO 2- Efeito de duas aplicações de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial do pimentão..... | 11 |
| 4.3.3. EXPERIMENTO 3- Efeito de uma aplicação de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial da soja.....       | 12 |
| 4.3.4. EXPERIMENTO 4- Efeito da aplicação do fosfito de potássio juntamente com o fungicida no desenvolvimento inicial do feijão.....          | 13 |
| 4.3.5. Variáveis analisadas.....   | 13 |

|  |    |
|--|----|
| 5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....  | 14 |
| 5.1. Efeito de três aplicações de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial do feijão.....  | 14 |
| 5.2.Efeito de duas aplicações de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial do pimentão..... | 18 |
| 5.3.Efeito de uma aplicação de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial da soja.....       | 23 |
| 5.4.Efeito da aplicação do fosfito de potássio juntamente com o fungicida no desenvolvimento inicial do feijão.....          | 27 |
| 6. CONCLUSÃO.....  | 31 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 32 |



## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de produtos à base de fosfitos na agricultura tem se intensificado nos últimos anos. Alguns desses produtos são comercializados como fungicidas, mas a maioria deles é registrada no Ministério da Agricultura para uso como fertilizante (NOJOSA et al., 2005).

Uma das preocupações em relação ao uso desses fertilizantes é a falta de conhecimento dos reais benefícios que eles possam proporcionar às plantas e o seu reflexo na produtividade das culturas. Embora sua comercialização não seja recente, restam muitas perguntas a serem respondidas sobre seus efeitos na nutrição das plantas, em especial a nutrição fosfatada. Neste aspecto, chama a atenção o fato de muitos desses produtos serem denominados de “fonte superior de fósforo (P)” (ARAUJO, 2008).

O fosfito é um composto derivado de ácido fosforoso ( $H_2PO_3$ ) e é considerado um fertilizante. O íon fosfito tem aproximadamente 7% a mais de fósforo por molécula do que o fosfato (BLUM & DIANESE, 2010).

Os fosfitos apresentam alta solubilidade em água e em solventes orgânicos sendo absorvidos mais rapidamente por raízes e folhas do que os fosfatos (BLUM et al. 2006; BLUM, 2008; NEVES, 2006; RIBEIRO JUNIOR, 2006).

Os fosfitos apresentam rápida absorção pelas raízes, folhas e córtex do tronco, com menor exigência de energia da planta. São ainda bons complexantes, favorecendo a absorção de K, Ca, B, Zn, Mo, Mn e outros nutrientes. As misturas permitidas com outros produtos e algumas formulações de fosfitos podem reduzir o pH da solução, melhorando a eficiência de alguns herbicidas (VITTI et al. 2005).

O uso de formulações à base de fosfitos de potássio tem sido alvo de constantes estudos em várias instituições de pesquisa no Brasil, em culturas como uva, nectarina, manga, rosas, pepino, citros, café, hortaliças, algodão, trigo e soja (IRVING & KUC, 1990; MUCHARROMAH & KUC, 1991; REUVENI et al. 1996).

Uma das formas alternativas para controle de doenças em plantas é fazer com que a mesma produza substâncias que induzam a defesa, ou seja, após ser tratada com um composto indutor a planta produz respostas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que retardam o processo infeccioso e o desenvolvimento da doença em seus tecidos, porém sem causar efeito direto na germinação do esporo e formação do apressório (AGRIOS, 2005).

Entre os compostos capazes de induzir a resistência estão os sais de potássio, cuja efetividade tem sido demonstrada contra diversos patógenos. Além de sua aplicação isolada, a associação de tais compostos com fungicidas tem-se apresentado como uma alternativa muito eficaz no manejo de doenças, em virtude de ocorrer efeito aditivo ou sinérgico quando os fungicidas são utilizados de forma conjunta (NEVES, 2006).

A aplicação do fosfito de potássio em determinados patossistemas pode ser capaz de ativar mecanismos de defesa e produzir fitoalexinas, substâncias naturais de autodefesa que conferem resistência contra fitopatógenos (JACKSON et al., 2000; NOJOSA; RESENDE, 2005; REUVENI; AGAPOV; REUVENI, 2004; STADNIK; TALAMINI, 2004).

Baixos níveis de fosfito provocam retardamento no metabolismo do patógeno, estimulando os mecanismos de defesa do hospedeiro, fazendo com que a planta suporte de melhor forma os efeitos do ataque de doenças. Entende-se que a rápida absorção dos fosfatos, sua elevada sistematicidade, a baixa toxicidade ao hospedeiro, a melhoria do estado nutricional das plantas e seu baixo custo, aliado ao efeito indireto contra diversas doenças, faz deste composto uma ferramenta que pode apresentar um grande potencial de uso no controle de patógeno. ( PEREZ et al , 1995).

## **2. OBJETIVO GERAL**

Verificar se a variação de doses aplicadas do fosfito de potássio tem interferência positiva ou negativa no desenvolvimento inicial da planta.

### **2.1. OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Se a variação de doses aplicadas do fosfito de potássio tem interferência positiva ou negativa no desenvolvimento inicial da planta;
- Analisar se houve fitotoxidez da aplicação via foliar e via rega do fosfito de potássio;
- Analisar o desenvolvimento das plantas de feijão com fosfito de potássio e fosfito de potássio associado ao fungicida.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. CULTURA DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ocupa lugar de destaque na agricultura brasileira, sendo caracterizado como forte produto no mercado interno, cujos grãos representam uma importante fonte de proteína e minerais na dieta da população, além de possuir notória importância sócio econômica. O feijoeiro comum é a espécie mais cultivada do gênero *Phaseolus* no mundo (YOKOYAMA, 2002)

O feijão é um importante constituinte da dieta alimentar dos brasileiros, (BONETT et al. 2006). O feijoeiro é cultivado, praticamente em todo território nacional com um rendimento médio de 904 kg ha<sup>-1</sup>, apresentando o Brasil como o maior produtor e consumidor de feijão. A produtividade média é considerada baixa, pelo fato do pequeno uso de sementes certificadas e pelo manejo inadequado da cultura, no controle de doenças e pragas. (CONAB, 2010).

O feijão é um dos alimentos básicos de vários povos, principalmente do brasileiro, constituindo a sua principal fonte de proteína vegetal. Seu teor protéico pode chegar a 33% com valor energético de 341cal/100g (POMPEU, 1987).

O maior consumidor deste produto é verificado nas Américas (41,7%), Ásia (34,2%), África (18,6%), Europa (3,8%) e Oceania (0,1%). Os países em desenvolvimento são responsáveis por 87,1% do consumo mundial e por 89,8% da produção (FAO, 2008).

### **3.2. CULTURA DA SOJA (*Glycine max L.*)**

A soja (*Glycine max L.*) cultivada em todo o mundo é uma leguminosa originária do Leste da Ásia, mais precisamente das regiões Central e Oeste da China. Foi cultivada pela primeira vez no Brasil em 1901, na Estação Agropecuária de Campinas e introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul em 1914 (EMBRAPA, 2004). Após a década de 60, com o interesse crescente da indústria de óleo, a demanda do mercado internacional e a aptidão edafoclimática brasileira, tornou-se a espécie anual mais produzida no país (BICKEL, 2004).

Nas últimas cinco décadas, a soja tem apresentado uma taxa de crescimento superior à taxa de crescimento populacional, ocupando papel fundamental na alimentação humana e animal nos cinco continentes (CARRARO, 2003).

Para os próximos dez anos, prevê-se um crescimento da produção mundial, sustentado principalmente pelo aumento da produção desta cultura no continente sul-americano, em especial no Brasil e na Argentina. No Brasil, a soja encontrou condições edafo-climáticas favoráveis na região Sul, expandindo-se posteriormente para outras regiões, principalmente para o Centro-Oeste. Com esta grande expansão de fronteira agrícola para outras regiões, verificou-se uma demanda crescente de sementes para plantio, (EMPRAPA, 2003).

### **3.3. CULTURA DO PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)**

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é originário da América Central, sendo suas formas selvagens encontradas desde o norte do Chile até o México. A importância econômica desta cultura pode ser percebida pela sua ampla distribuição ao redor do mundo, sendo Estados Unidos, México, Itália, Japão, Índia e Brasil os principais produtores mundiais (FILGUEIRA, 1982; CASALI e COUTO, 1984; SILVA et al., 1999; DAG e KAMMER, 2001).

No que se refere às características, trata-se de uma solanácea arbustiva, perene, porém cultivada como cultura anual, podendo atingir mais de 1 m de altura. O maior volume de raízes se concentra nos primeiros 30 cm de solo, todavia com pouco desenvolvimento lateral. As flores são pequenas, isoladas e hermafroditas, sendo a planta autógama (FILGUEIRA, 2008).

O pimentão é uma hortaliça de grande importância socioeconômica para o Brasil. Constitui uma excelente alternativa de produção para as áreas irrigadas e de sequeiro do semiárido nordestino, pois é de fácil adaptação às diversas condições edafoclimáticas (LORENTZ et al., 2002).

### **3.4. FOSFITO**

Dentre os nutrientes de plantas, não há dúvida que o fósforo (P) é aquele que mais tem recebido atenção pela pesquisa em fertilidade do solo e nutrição de plantas, haja vista sua complexa dinâmica, especialmente em solos tropicais, onde sua disponibilidade para as plantas é bastante limitada (NOVAIS & SMITH, 1999). Dessa forma, embora o P seja, dentre os macronutrientes, um dos menos exigidos pelas plantas, é o mais usado em adubações no Brasil.

O fósforo não ocorre na natureza como elemento livre. Devido à sua alta reatividade, ele se combina rapidamente com outros elementos como o oxigênio e o hidrogênio para formar oxianions fosfatos ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ ), os quais fazem parte dos diversos minerais fosfatados que, por sua vez, são a fonte primária do elemento para a produção dos diversos fertilizantes à base de fósforo (ARAUJO, 2008).

O fósforo faz parte do trifosfato de adenosina (ATP) gerado na respiração e na fotossíntese, isto é, a energia gasta na absorção dos minerais e a própria síntese ou formação de proteínas. É importante na floração e na frutificação, além de ajudar no desenvolvimento radicular. Faltando fósforo, as folhas adquirem coloração verde azulada e depois apresentam tonalidades roxas, seguindo-se, mais tarde, de amarelamento (MALAVOLTA et al., 1997).

A diferença básica entre o fosfito e o fosfato é que o fosfito possui um átomo de hidrogênio no lugar do oxigênio (McDONALD et al., 2001). Para ser metabolizado, o fosfato tem que reagir possivelmente com a enzima fosfatase que reconhece três dos quatro átomos de oxigênio, ligando o íon fosfato na superfície da enzima o outro átomo de oxigênio torna-se disponível para reagir com outras enzimas catalisadoras (HIROSSE, 2009).

Os fosfitos são produtos líquidos originados da neutralização do ácido fosforoso ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ ) por uma base, podem ser a base o hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, hidróxido de amônio entre outros. O mais utilizado, o hidróxido de potássio, forma o fosfito de potássio, que possui excelentes qualidades sanitárias, com atividade fungicida, atuando diretamente sobre os fungos ou ativando o mecanismo de defesa das plantas, ao induzir a produção de fitoalexinas (REUVENI, 1997).

Estes compostos podem atuar diretamente, inibindo o crescimento micelial e esporulação do patógeno (FENN & COFFEY, 1989) e indiretamente, ativando mecanismo de defesa da planta (fitoalexinas) (JACKSON et al., 2000).

Além de favorecer a prevenção e a cura das enfermidades produzidas por fungos, associa-se o uso de fosfito à melhoria do estado nutricional das plantas, sobretudo nos estágios de maior atividade metabólica, quando a aplicação do produto representaria um fornecimento suplementar de nutrientes, favorecendo o equilíbrio nutricional das plantas e o amadurecimento e qualidade dos frutos (NOJOSA et al., 2005).

O íon fosfito tem aproximadamente 7% a mais de fósforo por molécula do que o fosfato (BLUM & DIANESE, 2010). Os fosfitos apresentam alta solubilidade em água e em solventes orgânicos sendo absorvidos mais rapidamente por raízes e folhas do que os fosfatos (BLUM et al., 2006; BLUM, 2008; NEVES, 2006; RIBEIRO JUNIOR, 2006). As misturas permitidas com outros produtos e algumas formulações de fosfitos podem reduzir o pH da solução, melhorando a eficiência de alguns herbicidas (VITTI et al., 2005).

Dentre as formas reduzidas de P, os íons fosfitos são os que mais despertam interesse na agricultura. O motivo desse interesse é o fato de que, por volta da década de 1970, foi demonstrado que o fosfito, comercializado na forma etil-fosfonato (Fosetil-AI), efetivamente controlava várias doenças de plantas que vivem no solo, causadas por pseudo-fungos da classe dos Oomycetos, particularmente, *Phytophthora* sp. (GRANT et al., 1992; GRIFFITH et al., 1993).

Quando a patente da marca registrada Alliete expirou, várias indústrias começaram a produzir diversos produtos à base de fosfito pela simples reação do ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ ) com hidróxidos de amônio, potássio, sódio, cálcio e alumínio, sendo o fosfito de potássio o mais produzido (ARAUJO, 2008).

O fosfito pode ser eficiente para controlar várias espécies de *Phytophthora*. A ação direta do fosfito no metabolismo de *Phytophthora* é importante na supressão da doença, mas não é o único no controle do patógeno, pois há uma ação conjunta envolvendo também a ativação do sistema de defesa natural da planta (SMILLIE et al., 1989).

Os fosfitos também possuem ação indireta no controle de patógenos, ao estimular a formação de fitoalexinas, uma substância natural de autodefesa da planta (DERCKES & CREASY, 1989)

O fosfito de potássio inibe o crescimento dos esporos dos fungos, agindo diretamente sobre o patógeno, inibindo as enzimas da via glicolítica, e conseqüentemente, a produção de energia (STEHMANN & GRANT, 2000).

O uso de formulações à base de fosfitos de potássio tem sido alvo de constantes estudos em varias instituições de pesquisa no Brasil, em culturas como uva, nectarina, manga, rosas, pepino, citros, café, hortaliças, algodão, trigo e soja (IRVING & KUC, 1990; MUCHARROMAH & KUC, 1991; REUVENI et al., 1996). Seu efeito no controle de doenças tem sido observado contra espécies de Oomycetes, como *Phytophthora* em pimentão e *Plasmopara viticola* em videira (FOSTER et al., 1998; GALVÃO et al., 2006). Vários trabalhos vêm comprovando a eficiência dos fosfitos no controle do míldio da videira (DALBÓ & SCHUCK, 2003; SONEGO et al., 2003; GALVÃO et al., 2006).

Atualmente, muitos produtos à base de fosfitos são comercializados não só como fungicidas, mas também como fertilizantes para aplicações foliares e para a fertirrigação. Sua recomendação como fertilizante em geral está associada ao fato de possuírem, em sua composição, nutrientes como o cálcio, o amônio e o potássio, dependendo da base utilizada para neutralizar o  $H_3PO_3$  e o próprio fósforo. Conforme as informações contidas nos rótulos desses produtos, a aplicação do fosfito é sugerida para qualquer cultivo, incluindo culturas de grãos, espécies frutíferas, olerícolas e plantas ornamentais (ARAUJO, 2008).

Muitas empresas produtoras de agroquímicos dão destaque aos fosfitos como fonte superior de P, enfatizando a melhoria no estado nutricional e vigor das culturas tratadas com tais produtos, principalmente nos estádios de maior atividade metabólica, quando a aplicação do produto representaria um fornecimento suplementar de nutrientes.

Embora os nutrientes acompanhantes do íon fosfito, como o cálcio, o amônio e o potássio, possam, normalmente, ser utilizados como nutrientes, não há evidências de que as plantas possam utilizar os fosfitos diretamente como fonte de P e causar os benefícios mencionados. Ao contrário, a maioria das pesquisas realizadas tanto no campo, quanto em condições controladas, tem demonstrado efeitos nulos ou negativos do fosfito sobre as plantas em comparação ao fosfato quando aplicados via radicular ou foliar (CARSWELL et al., 1996; FOSTER et al., 1998; TICCONI et al., 2001; VARADARJAN et al., 2002; SINGH et al., 2003; LEE & TSAI, 2005; SCHROETTER et al., 2006, THAO et al., 2008).

Embora, muito raramente, há também, relatos do efeito benéfico do fosfito sobre as plantas, como o aumento da intensidade floral, produção, tamanho e qualidade dos frutos (LOVATT & MIKKELSEN, 2006). É possível que os efeitos benéficos do fosfito sobre as plantas sejam, de forma indireta, pela supressão de patógenos que, mesmo em baixos níveis de doenças, sem apresentar sintomatologia aparente, seriam suficientes para reduzir a produção e a qualidade dos produtos (MC DONALD et al.,2001).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Localização**

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Micologia do Departamento de Fitopatologia do Instituto de Ciências Biológicas e casa de vegetação da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília (-15.736329, -47.883540) – Brasília/DF.

## **4.2. Ensaios em Casa de Vegetação**

Os ensaios em casa de vegetação foram conduzidos na Estação Biológica da Universidade de Brasília, com as culturas do feijoeiro (cultivar Estilo), pimentão (cultivar All Big) e soja (cultivar BRS 8581) em vasos plásticos com capacidade de 3 kg, contendo solo autoclavado (121°C/1hora).

Os experimentos se iniciaram no mês de agosto, época de inverno, entretanto o clima estava bastante seco no centro oeste. A temperatura presente na casa de vegetação durante o experimento variou de 26° a 27 °C .

## **4.3. Avaliação do Fosfito no Desenvolvimento Inicial de Plantas em casa de vegetação**

Foram realizados quatro experimentos em casa de vegetação com fosfito e fungicida. Utilizaram-se 4 diferentes doses recomendadas pelos fabricantes para utilização deste produto : Fosfito K (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20% K<sub>2</sub>O; Phytogard®) 0,5 mL/L; Fosfito K (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20% K<sub>2</sub>O; Phytogard®) 1,0 mL/L; Fosfito K (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20% K<sub>2</sub>O; Phytogard®) 1,5 mL/L; Fosfito K (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 20% K<sub>2</sub>O; Phytogard®) 2,0 mL/L da dose comercial do produto Phytogard®. No quarto experimento utilizou 2ml/L da dose comercial do fungicida Carbendazin,

O plantio da cultura do pimentão foi realizado em sementeiras de isopor com 112 células com capacidade de 7 litros, com substrato Bioplant® (Agregantes: Casca de pinus. Vermiculita, casca de arroz e nutrientes Ph: 6,0 – 6,5/CE: 0,6-1,4(1:5) /CE: 1,5-2,8 (1:2)) foram semeadas as sementes de pimentão. Após as plântulas apresentarem 10 cm, foram transplantadas 3 plântulas para o vaso plástico com solo autoclavado, sem adubação, com capacidade de 3Kg.

#### **4.3.1. EXPERIMENTO 1- Efeito de três aplicações de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial do feijão.**

O primeiro experimento foi conduzido com três repetições e dez tratamentos: foram semeadas 3 sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) por vaso. Após a emergência da planta de feijão apresentando 10 cm de comprimento, foram feitas três aplicações de fosfito de potássio em concentrações variadas a cada sete dias [ 0,5 ml/L, 1,0 ml/L , 1,5ml/L e 2 ml/L da dose comercial do produto] via foliar e via rega. Nos ensaios por via rega foi colocado em cada planta 10ml da solução de fosfito, diluída de acordo com a recomendação, já nos ensaios por via foliar, foi borrifado em cada planta 10ml da solução de fosfito, também diluída de acordo com a recomendação. Como testemunha por via rega realizou-se apenas aplicação de 10ml de água e como testemunha por via foliar realizou-se apenas a borrifação de 10 ml de água. A primeira aplicação aconteceu no dia 18 de setembro de 2015 e a avaliação ocorreu no dia 25 de setembro de 2015. A segunda aplicação ocorreu no dia 25 de setembro e a avaliação da fitotoxidez ocorreu no dia 02 de outubro de 2015. A terceira aplicação ocorreu no dia 02 de outubro de 2015 e a avaliação final foi feita no dia 09 de outubro de 2015.

#### **4.3.2. EXPERIMENTO 2- Efeito de duas aplicações de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial do pimentão.**

O segundo experimento foi conduzido com três repetições e dez tratamentos: foram semeadas 3 sementes de pimentão (*Capsicum annuum*) por vaso, após a emergência da planta de pimentão, apresentando 10 cm de comprimento, foram feitas duas aplicações de fosfito de potássio em concentrações variadas a cada sete dias [ 0,5 ml/L, 1,0 ml/L , 1,5ml/L e 2 ml/L da dose comercial do produto], via foliar e via rega. Nos ensaios por via rega foi colocado em cada planta 10ml da solução de fosfito, diluída de acordo com a recomendação, já nos ensaios por via foliar foi borrifado em cada planta 10ml da solução de fosfito, também diluída de acordo com a recomendação.

Como testemunha por via rega realizou-se apenas aplicação de 10 ml de água e como testemunha foliar realizou-se apenas a borrifação de 10 ml de água. A primeira aplicação de fosfito de potássio ocorreu no dia 02 de outubro de 2015 e a avaliação das plantas foram feitas no dia 09 de outubro de 2015. A segunda aplicação ocorreu no dia 09 de outubro de 2015 e a avaliação da área queimada ocorreu no dia 16 de outubro de 2015.

#### **4.3.3. EXPERIMENTO 3- Efeito de uma aplicação de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial da soja.**

O terceiro experimento foi conduzido com três repetições e dez tratamentos: foram semeadas 3 sementes de soja (*Glycine max*) por vaso, após a emergência da planta de soja, apresentando 10 cm de comprimento, foi feita uma aplicação de fosfito de potássio em concentrações variadas [ 0,5 ml/L, 1,0 ml/L , 1,5ml/L e 2 ml/L da dose comercial do produto], via foliar e via rega. Nos ensaios por via rega foi colocado em cada planta 10ml da solução de fosfito, diluída de acordo com a recomendação, já nos ensaios por via foliar foi borrifado em cada planta 10ml da solução de fosfito, também diluída de acordo com a recomendação. Como testemunha por via rega realizou-se apenas aplicação de 10 ml de água e como testemunha por via foliar realizou-se apenas a borrifação de 10 ml de água. A aplicação na cultura do feijão ocorreu no dia 23 de outubro de 2015 e as análises foram feitas na semana seguinte, dia 30 de outubro de 2015.

#### **4.3.4. EXPERIMENTO 4- Efeito da aplicação do fosfito de potássio juntamente com o fungicida no desenvolvimento inicial do feijão.**

O quarto experimento foi conduzido com três repetições e quatro tratamentos: foram semeadas 3 sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) por vaso, após a emergência da planta de feijão, apresentando 10 cm de comprimento, foi feita uma aplicação de fosfito de potássio na concentração 1,5ml/L (da dose comercial do produto), 2ml/L de fungicida (Carbendazin, dose comercial do produto), e a aplicação conjunta tanto do fosfito e do fungicida nas concentrações anteriormente citadas, todas elas via foliar. No ensaio foi borrifado em cada planta 10ml da solução de fosfito e 10ml da solução de fungicida, diluída de acordo com a recomendação. Como testemunha realizou-se apenas a borrifação de 10 ml de água. A aplicação dos tratamentos no feijão ocorreu no dia 16 de outubro de 2015 e as análises das variáveis, número de folhas e fitotoxidez, ocorreram no dia 23 de outubro de 2015.

#### **4.3.5. Variáveis analisadas**

Aos 30 dias após o semeio, foram avaliadas em todos os experimentos citados acima: número de folhas (NF), porcentagem de área queimada (PQ), tamanho da raiz principal (cm) (TR) e da parte aérea (cm) (TA), peso da raiz (g)(PR) e da parte aérea (g)(PA) e massa seca da raiz(g) (MSR) e da parte aérea(g) (MSPA). Para a análise da massa foi utilizado uma balança laboratorial de precisão e para a coleta de dados do tamanho da parte aérea e tamanho radicular foi utilizado uma régua de 30cm.

Foi avaliado a fito-toxidez das aplicações do fosfito e poder ativo no desenvolvimento e no controle de fungos oportunistas que aparecem durante o crescimento da planta. Foi estimada a porcentagem da área queimada de cada folha afetada por fitotoxidez através da literatura do autor Clive James - A Manual of Assessment Keys for Plant Diseases, que explica como mensurar essa área afetada.

O delineamento utilizado foi o em fatorial, com dois fatores (aplicação e doses) e três números de blocos. O quarto experimento foi o em blocos casualizados, com três blocos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias geradas foram submetidas para comparação pelo teste Scott-Knott ( $P \leq 0,05\%$ ) utilizando o programa “ASSISTAT Versão” 7.7 beta (2015).

## **5. RESULTADO E DISCUSSÃO**

### **5.1. Efeito de três aplicações de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial do feijão.**

Na análise da massa fresca o número de folhas (NF) foi afetado pelas três aplicações do fosfito de potássio via foliar. No teste via foliar apresentaram em média 3,8 folhas significativamente menor que o teste feito via rega com 9,3 folhas. Em relação as diferentes doses aplicadas do fosfito via foliar, houve variação entre si em números de folhas e todas elas se diferenciaram em relação a testemunha que apresentou em média 7,3 folhas. A menor quantidade de folhas foi observada na dose de 2 ml de fosfito de potássio que apresentou 2 folhas, já a dose de 0,5 ml proporcionou 4,3 folhas. Na aplicação via rega não houve variação na quantidade de folhas nas diferentes doses do fosfito de potássio. Todas as doses apresentaram variação no número de folhas quando aplicadas via foliar e rega, a que houve maior discrepância da quantidade de folhas nos dois modos de aplicação foi a dose 1,5 ml que apresentou em média 2,6 folhas no teste de aplicação via foliar e 10,3 folhas no teste de aplicação via rega. Houve diferença quando o fosfito de potássio foi aplicado viga rega e foliar para todas as doses (Tabela 1).

O tamanho da parte aérea (TA) não apresentou diferença no modo de aplicação nem na variação da dosagem do fosfito de potássio. Isso foi causado pelo fato de o fosfito não poder ser utilizado como nutriente essencial, neste caso o fosfato, o qual tem importantes funções celulares (MALAVOLTA et al., 1976)(Tabela 2).

O tamanho da raiz (TR) apresentou somente variação do tamanho no modo de aplicação, via foliar apresentou menor média do tamanho de raiz com 6,34 cm e via rega apresentou maior média do tamanho de raiz com 10,12 cm, mostrando a eficiência da adubação via rega (Tabela 2).

O peso da parte aérea (PA) foi maior na aplicação via rega apresentando uma média significativa de 2,94g, já via foliar apresentou 1,39g. Os dados de Thao e Yamanakawa et al. (2009) com diferentes culturas, demonstraram que o fosfito não é fonte de fósforo adequada para a nutrição de plantas (Tabela 3).

Os resultados para o peso da raiz (PR) não apresentaram resultados significantes para a variação de dosagem, nem para o modo de aplicação. (Tabela 3).

Em relação a fito-toxidez do fosfito de potássio, a aplicação foliar apresentou em média 2,1 folhas afetadas (NFA) com 74% dessas folhas queimadas (PQ), já a aplicação via rega não apresentou fito-toxidez das plantas. As doses 1,5ml e 2ml do fosfito de potássio, via foliar, foram as mais agressivas na porcentagem de área queimada, tendo 100% da área de suas folhas queimadas (Tabela 4)(Figura 1).



FIGURA 1. A esquerda, feijoeiro com evidente fitotoxidez devida a aplicação foliar da dose de 2ml do produto fosfito de potássio. A esquerda a mesma dose do produto porém aplicação via rega, não apresentou fito-toxidez. Foto: Nathália Medeiros, 2015.

As evidências encontradas até o momento apontam para três efeitos principais pelos quais os fosfitos reduzem o crescimento das plantas. O primeiro seria a supressão de genes relacionados com a expressão de mecanismos de superação da deficiência de P, como as fosfatases ácidas e os transportadores de fosfato de alta afinidade (TICCONI et al., 2001; VARADARAJAN et al. 2002).

O segundo seria a inibição competitiva do fosfito com o fosfato, principalmente sob baixa disponibilidade de fosfato (Lee & Tsai, 2005).

O terceiro seria a incapacidade das plantas de metabolizarem o P na forma de fosfito (McDONALD et al., 2001).

É importante ressaltar, entretanto, que esses efeitos surgem ou se intensificam quando as plantas estão com baixo suprimento de fósforo (VARADARAJAN et al., 2002; Singh et al., 2003; LEE & TSAI, 2005).

TABELA 1. Número médio de folhas (NF), da massa fresca de feijoeiro com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | Via Foliar | Via Rega |
|------------------------|------------|----------|
| <b>Testemunha</b>      | 7.3 Ba     | 9.0 Aa   |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 4.3 Bb     | 9.3 aA   |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 2.6 bC     | 9.0 aA   |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 2.6 Bc     | 10.3 aA  |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 2.0Bc      | 9.0 aA   |
| <b>MÉDIA</b>           | 3.8 b      | 9.3 a    |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 2. Tamanho da parte aérea (TA) e tamanho da raiz (TR), em centímetros da massa fresca de feijoeiro com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | TA (cm)    |          | TR (cm)    |          |
|------------------------|------------|----------|------------|----------|
|                        | Via Foliar | Via Rega | Via Foliar | Via Rega |
| <b>Testemunha</b>      | 28.1       | 33.1     | 8.0        | 9.7      |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 28.0       | 31.6     | 7.9        | 9.3      |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 20.7       | 41.5     | 4.7        | 11.6     |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 27.0       | 33.1     | 5.5        | 10.2     |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 20.8       | 35.5     | 5.4        | 9.6      |
| <b>MÉDIA</b>           | 24.9 a     | 34.9 a   | 6.3 b      | 10.1 a   |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3. Peso da parte aérea (PA) e peso da raiz (PR), em gramas da massa fresca de feijoeiro com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | PA (g)     |          | PR (g)     |          |
|------------------------|------------|----------|------------|----------|
|                        | Via Foliar | Via Rega | Via Foliar | Via Rega |
| <b>Testemunha</b>      | 2.36       | 2.37     | 0.26       | 3.23     |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 1.68       | 3.14     | 0.17       | 0.33     |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 0.38       | 2.89     | 0.04       | 0.29     |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 2.00       | 3.94     | 0.07       | 0.24     |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 0.54       | 2.38     | 0.11       | 0.23     |
| <b>MÉDIA</b>           | 1.39 b     | 2.94 a   | 0.13 a     | 0.86 a   |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4. Número médio de folhas afetadas (NFA) e porcentagem de área queimada (PQ) por fito-toxidez em feijoeiro com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega (Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | NFA        |          | PQ (%)     |          |
|------------------------|------------|----------|------------|----------|
|                        | Via Foliar | Via Rega | Via Foliar | Via Rega |
| <b>Testemunha</b>      | 0.0 aC     | 0.0 Aa   | 0.0 aD     | 0.0 aA   |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 4.0 aA     | 0.0 Ba   | 75.1 aC    | 0.0 bA   |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 2.3 aB     | 0.0 bA   | 95.0 aB    | 0.0 bA   |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 2.6 aB     | 0.0 Ba   | 100.0 aA   | 0.0 bA   |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 1.6 aB     | 0.0 Ba   | 100.0 aA   | 0.0 bA   |
| <b>MÉDIA</b>           | 2.1 a      | 0.0 b    | 74.0 a     | 0.0 b    |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## 5.2. Efeito de duas aplicações de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial do pimentão.

No pimentão, na análise da massa fresca, o número de folhas por aplicação via rega foi maior do que na aplicação de fosfito de potássio via foliar. (Tabela 5). Em relação ao tamanho da parte aérea e da raiz não houve resultados significantes na diferenciação das doses, no entanto nos dois tipos de aplicação a via rega apresentou plantas maiores do que na aplicação de fosfito de K via foliar (Tabela 6).

Em geral, a redução do crescimento das plantas, devido ao fosfito, é atribuída a diversos efeitos relacionados, diretamente ou indiretamente, ao metabolismo vegetal e à nutrição fosfatada. Os fatores que regulam ou interferem na disponibilidade de fosfato dentro das células têm consequências drásticas no desenvolvimento das plantas e da maioria dos organismos (NOJOSA et al., 2005).

Em relação ao tamanho das raízes não apresentou valores significantes tanto na variação de doses como no modo de aplicação (Tabela 6). Porém no peso da raiz houve valores significantes na interação das doses com o modo de aplicação. As doses 1,5 e 2ml apresentaram os melhores resultados de aplicação via rega, porém estes também apresentaram os piores resultados via foliar (Tabela 7).

O peso da parte aérea teve a mesma análise de resultado que o peso da raiz, a dose 1,5 e 2ml também apresentaram os melhores resultados de aplicação via rega, estes apresentaram também os piores resultados via foliar, desta forma nota-se a eficácia da adubação de potássio via rega (Tabela 7).

De maneira geral, plantas com baixo suprimento de P investem parte dos fotoassimilados para o aumento da produção de raízes e, assim, aumentam o volume de solo a ser explorado pela mesma, tendo como consequência o aumento da quantidade de P extraído do meio. Contudo, em plantas tratadas com fosfito sob deficiência de fosfato, tem se verificado redução na relação raiz:parte aérea (VARADARAJAN et al., 2002) e diminuição na densidade de pelos radiculares (TICCONI et al., 2001).

Na verificação se houve fito-toxidez do produto na planta, notou-se que esta ocorreu somente na aplicação via foliar, a dose 2ml do produto de fosfito de potássio apresentando um maior número de folhas afetadas, 5,6 folhas e a dose 0,5ml apresentou o menor número de folhas afetadas, 2 folhas (Tabela 8)(Figura 3).

Na porcentagem de área queimada nas folhas percebeu-se que a aplicação via foliar nas doses 1,5 e 2ml de fosfito de potássio apresentou a maior porcentagem de área queimada, 8,4% e 7,6% respectivamente (Tabela 8)(Figura 2).

TABELA 5. Número médio de folhas (NF), da massa fresca de plantas de pimentão com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega ( Brasília-DF, novembro ,2015).

| <b>NF</b>              |                   |                 |
|------------------------|-------------------|-----------------|
|                        | <b>Via Foliar</b> | <b>Via Rega</b> |
| <b>Testemunha</b>      | 7.3               | 8.3             |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 8.0               | 8.3             |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 8.0               | 8.0             |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 6.6               | 8.0             |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 6.0               | 8.0             |
| <b>MÉDIA</b>           | 7.2 b             | 8.1 a           |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 6. Tamanho da parte aérea (TA) e tamanho da raiz (TR), em centímetros da massa fresca de plantas de pimentão com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega (Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | <b>TA (cm)</b>    |                 | <b>TR (cm)</b>    |                 |
|------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|                        | <b>Via Foliar</b> | <b>Via Rega</b> | <b>Via Foliar</b> | <b>Via Rega</b> |
| <b>Testemunha</b>      | 20.3              | 22.3            | 8.3               | 4.6             |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 20.6              | 22.0            | 6.3               | 5.6             |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 19.6              | 22.0            | 10.0              | 6.3             |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 19.3              | 22.6            | 6.0               | 6.3             |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 17.6              | 24.3            | 5.6               | 9.3             |
| <b>MÉDIA</b>           | 19.5 b            | 22.6 a          | 7.2 a             | 6.4 a           |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.



FIGURA 2. A esquerda, plantas de pimentão com evidente fitotoxidez devida a aplicação foliar da dose de 1,5ml do produto fosfito de potássio, a direita a mesma dose do produto, porém com aplicação via rega, não apresentou fito-toxidez. Foto: Nathália Medeiros, 2015.

TABELA 7. Peso da parte aérea (PA) e peso da raiz (PR), em gramas da massa fresca de plantas de pimentão com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | PA (g)     |          | PR (g)     |          |
|------------------------|------------|----------|------------|----------|
|                        | Via Foliar | Via Rega | Via Foliar | Via Rega |
| <b>Testemunha</b>      | 4.06 aA    | 3.97 aA  | 0.63 aA    | 0.47 aA  |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 4.71 aA    | 4.33 aA  | 0.68 aA    | 0.67 Aa  |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 4.21 aA    | 4.84 aA  | 0.62 aA    | 0.69 aA  |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 3.17 bB    | 4.55 aA  | 0.32 bB    | 0.70 Aa  |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 2.79 bB    | 5.01 aA  | 0.24 bB    | 0.69 Aa  |
| <b>MÉDIA</b>           | 3.79 b     | 4.54 a   | 0.50 b     | 0.64 a   |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.



FIGURA 3. A esquerda, plantas de pimentão com leve fitotoxidez, com aplicação foliar de 0,5ml de fosfito de potássio. A direita a mesma dose do produto, porém aplicação via rega, não apresentou fito-toxidez. Foto: Nathália Medeiros, 2015.

TABELA 8. Número médio de folhas afetadas (NFA) e porcentagem de área queimada (PQ) por fito-toxidez em plantas de pimentão com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | NFA        |          | PQ (%)     |          |
|------------------------|------------|----------|------------|----------|
|                        | Via Foliar | Via Rega | Via Foliar | Via Rega |
| <b>Testemunha</b>      | 0.0 aD     | 0.0 aA   | 0.0 aC     | 0.0 aA   |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 2.0 aC     | 0.0 Ba   | 0.9 aC     | 0.0 aA   |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 4.3 aB     | 0.0 bA   | 4.8 aB     | 0.0 bA   |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 4.6 aB     | 0.0 Ba   | 8.4 aA     | 0.0 bA   |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 5.6 aA     | 0.0 Ba   | 7.6 aA     | 0.0 bA   |
| <b>MÉDIA</b>           | 3.3 a      | 0.0 b    | 4.3 a      | 0.0 b    |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

### **5.3. Efeito de uma aplicação de concentrações diferentes do fosfito de potássio no desenvolvimento inicial da soja.**

Em relação ao número de folhas, houve uma maior quantidade na aplicação via rega com uma média de 12,6 folhas e na aplicação via foliar 9,9 folhas. A aplicação via foliar da dose 1,5ml apresentou a menor quantidade de folhas quando comparada com a testemunha (Tabela 9).

Houve valores significantes no resultado do tamanho da parte aérea, na aplicação via foliar todos os resultados apresentaram tamanho menor quando comparado com a testemunha, o resultado da dose 2ml de fosfito de potássio via foliar apresentou 34,3cm sendo o pior resultado. Já na aplicação via rega todos os resultados foram bons quando comparados com a testemunha, porem a dose 0,5 ml de fosfito de potássio foi o melhor resultado, apresentando 91,6 cm da parte aérea (Tabela 11).

A raiz se desenvolve na busca de nutrientes para seu crescimento, sendo assim os resultados para o tamanho das raízes mostrou que as raízes cresceram mais na aplicação via rega do que a via foliar. O melhor resultado apresentado foi da dose 2ml de fosfito de potássio via rega com 20,6cm e o pior resultado foi o da dose 2ml de fosfito de potássio via foliar com 5,3 cm (Tabela 11)(Figura 4).

Os efeitos negativos do fosfito sobre as plantas, entretanto, se verificam e ou se intensificam quando estas estão sob baixa disponibilidade de P na forma de fosfato (TICCONI et al., 2001; SCHROETTER et al., 2006, THAO et al., 2008).

Esses efeitos são atribuídos à supressão dos mecanismos de superação de deficiência de P, desenvolvidos pelas plantas, os quais estariam associados à expressão de genes ligados ao aumento da atividade de fosfatases (TICCONI et al., 2001; LEE & TSAI, 2005), sinalização para a expressão de genes para transportadores de alta afinidade para P e alongação do sistema radicular (VARADARAJAN et al., 2002).



FIGURA 4. Diferença do tamanho das raízes das plantas de soja, A esquerda com 2ml de fosfito de potássio via rega, a direita a mesma dose do produto, porém aplicação via foliar. À direita é notável a fitotoxidez nas plantas com o fosfito de potássio via foliar. Foto: Nathália Medeiros, 2015.

A aplicação do fosfito de potássio via rega apresentou os melhores resultados do peso da parte aérea em relação à aplicação via foliar. O melhor resultado foi a dose de 1ml via rega, apresentando em média 2,8g do peso da parte aérea e o pior resultado foi a dose 2ml via foliar que teve em média 1,29g do peso da parte aérea(Tabela 10).

Novamente a aplicação via rega se mostrou eficiente no desenvolvimento das plantas quando comparada com a aplicação foliar. Não houve variação significativa nos resultados via foliar. O peso da raiz na aplicação via foliar foi menor em relação ao peso da raiz na aplicação via rega.

O melhor resultado foi da dose de 2ml do fosfito de potássio via rega com 0,25g e o pior resultado foi da dose 1,5 ml do fosfito de potássio via foliar apresentando uma média de 0,04g (Tabela 10).

Embora, muito raros, existem relatos do efeito benéfico do fosfito sobre as plantas, como o aumento da intensidade floral, produção, tamanho e qualidade dos frutos (LOVATT & MIKKELSEN, 2006).

Não houve folhas afetadas por fito-toxidez na aplicação via rega, já na aplicação foliar apresentou fito-toxidez. A dose que apresentou mais folhas afetadas foi a de 1,5ml de fosfito de potássio, porem a dose que apresentou a maior porcentagem de área de folha queimada foi a de 2ml de fosfito de potássio (Tabela 12).

TABELA 9. Número médio de folhas (NF), da massa fresca de plantas de soja com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | NF         |          |
|------------------------|------------|----------|
|                        | Via Foliar | Via Rega |
| <b>Testemunha</b>      | 11.6 Aa    | 11.3 aB  |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 11.6 Aa    | 13.0 aA  |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 9.6 Bb     | 13.3 aA  |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 7.0 Bc     | 12.0 aB  |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 9.6 Bb     | 13.3 aA  |
| <b>MÉDIA</b>           | 9.9 b      | 12.60 a  |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 10. Peso da parte aérea (PA) e peso da raiz (PR), em gramas da massa fresca de plantas de soja com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | PA (g)     |          | PR (g)     |          |
|------------------------|------------|----------|------------|----------|
|                        | Via Foliar | Via Rega | Via Foliar | Via Rega |
| <b>Testemunha</b>      | 2.60 aA    | 1.42 Bd  | 0.11 aA    | 0.07 aB  |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 2.15 aA    | 2.25 Ab  | 0.11 aA    | 0.08 aB  |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 1.77 bB    | 2.80 aA  | 0.06 aA    | 0.17 aA  |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 1.31 bB    | 2.22 Ab  | 0.04 bA    | 0.19 aA  |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 1.29 bB    | 1.96 Ac  | 0.05 bA    | 0.25 aA  |
| <b>MÉDIA</b>           | 1.82 b     | 2.13 a   | 0.07 b     | 0.15 a   |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 11. Tamanho da parte aérea (TA) e tamanho da raiz (TR), em centímetros da massa fresca de plantas de soja com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | TA (cm)    |          | TR (cm)    |          |
|------------------------|------------|----------|------------|----------|
|                        | Via Foliar | Via Rega | Via Foliar | Via Rega |
| <b>Testemunha</b>      | 81.0 aA    | 72.0 Ab  | 7.3 aA     | 6.66aC   |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 74.0 bA    | 91.6 Aa  | 8.0 aA     | 11.0 aB  |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 50.6 bB    | 86.6 aA  | 6.3 bA     | 18.6 aA  |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 45.3 bB    | 71.0 Ab  | 7.0 bA     | 17.3 aA  |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 34.3 Bb    | 79.6 Ab  | 5.3 bA     | 20.6 aA  |
| <b>MÉDIA</b>           | 57.0 b     | 80.2 a   | 6.8 b      | 14.8 a   |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 12. Número médio de folhas de soja afetadas (NFA) e porcentagem de área queimada (PQ) por fito-toxidez em plantas de soja com doses variadas de fosfito de potássio via foliar e via rega ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                        | NFA        |          | PQ (%)     |          |
|------------------------|------------|----------|------------|----------|
|                        | Via Foliar | Via Rega | Via Foliar | Via Rega |
| <b>Testemunha</b>      | 0.0 aD     | 0.0 Aa   | 0.0 aB     | 0.0 aA   |
| <b>Fosfito 0,5ml/L</b> | 2.0 aC     | 0.0 Ba   | 1.55 aB    | 0.0 aA   |
| <b>Fosfito 1ml/L</b>   | 3.0 aB     | 0.0 bA   | 6.88 aB    | 0.0 aA   |
| <b>Fosfito 1,5ml/L</b> | 4.0 aA     | 0.0 Ba   | 18.08 aA   | 0.0 bA   |
| <b>Fosfito 2ml/L</b>   | 3.0 aB     | 0.0 Ba   | 26.89 aA   | 0.0 bA   |
| <b>MÉDIA</b>           | 2.4 a      | 0.0 b    | 10.68 a    | 0.0 b    |

Colunas - letras maiúsculas Linhas - letras minúsculas . As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

#### 5.4. Efeito da aplicação do fosfito de potássio juntamente com o fungicida no desenvolvimento inicial do feijão.

Nos resultados da quantidade de folhas a testemunha apresentou em média 7,6 folhas e o fosfito aplicado teve uma resposta negativa na planta, tendo uma quantidade menor de folhas, em média 4,3 folhas (Tabela 13).

A aplicação de fungicida e de fungicida associado com fosfito não apresentaram variação em relação a testemunha no tamanho da parte aérea da planta. No entanto a aplicação somente do fosfito reduziu o tamanho da parte aérea. A testemunha apresentou 26,3 cm e o fosfito apresentou 18cm. O tamanho da raiz na aplicação somente do fosfito teve um resultado insatisfatório em relação a testemunha. O resultado da testemunha foi 13,3cm e o do fosfito foi de 3cm (Tabela 14)(Figura 5).

As evidências mostram que, ao ser absorvido, o fosfito é redistribuído por todas as partes das plantas, sendo bastante móvel nos tecidos do floema e do xilema (BEZUIDENHOUT et al., 1987; SCHROETTER et al., 2006), nos quais se mantém estável como íons fosfito. De fato, após sua aplicação foliar ou radicular, não tem sido encontrado aumento significativo nos teores de P total em comparação ao fosfato aplicado via foliar ou radicular (VAVRINA, 1998; THAO et al., 2008).

O peso da parte aérea teve bons resultados com a aplicação do fosfito associado ao fungicida e somente do fungicida, porém a aplicação só do fosfito não foi boa. A testemunha apresentou 2,86g da parte aérea e o fosfito apresentou 0,95g da parte aérea (Tabela 15).

No resultado do peso da raiz, a testemunha apresentou 0,71g. O melhor resultado foi o do fungicida apresentando 0,94g e o pior resultado o do fosfito apresentando 0,10g do peso da raiz (Tabela 15).

Muitas empresas produtoras de agroquímicos dão destaque aos fosfitos como fonte superior de P, enfatizando a melhoria no estado nutricional e vigor das culturas tratadas com tais produtos, principalmente nos estádios de maior atividade metabólica, quando a aplicação do produto representaria um fornecimento suplementar de nutrientes. Embora os nutrientes acompanhantes do íon fosfito, como o cálcio, o amônio e o potássio, possam, normalmente, ser utilizados como nutrientes, não há evidências de que as plantas possam utilizar os fosfitos diretamente como fonte de P e causar os benefícios mencionados. Ao contrário, a maioria das pesquisas realizadas tanto no campo, quanto em condições controladas, tem demonstrado efeitos nulos ou negativos do fosfito sobre as plantas em comparação ao fosfato quando aplicados via radicular ou foliar (CARSWELL et al., 1996; FOSTER et al., 1998; TICCONI et al., 2001; VARADARAJAN et al., 2002; SINGH et al., 2003; LEE & TSAI, 2005; SCHROETTER et al., 2006, THAO et al., 2008).

TABELA 13. Número médio de folhas (NF), da massa fresca de plantas de feijoeiro com tratamentos de fosfito de potássio e fungicida via foliar ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                            | <b>NF</b> |
|----------------------------|-----------|
| <b>Testemunha</b>          | 7.6 a     |
| <b>Fosfito 1,5ml</b>       | 4.3 b     |
| <b>Fungicida 2ml</b>       | 10.0 a    |
| <b>Fosfito + Fungicida</b> | 9.3 a     |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 14. Tamanho da parte aérea (TA) e tamanho da raiz (TR), em centímetros da massa fresca de plantas de feijoeiro com tratamentos de fosfito de potássio e fungicida via foliar. ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                            | <b>TA (cm)</b> | <b>TR (cm)</b> |
|----------------------------|----------------|----------------|
| <b>Testemunha</b>          | 26.3 a         | 13.3 a         |
| <b>Fosfito 1,5ml</b>       | 18.0 b         | 3.0 a          |
| <b>Fungicida 2ml</b>       | 25.3 a         | 18.0 a         |
| <b>Fosfito + Fungicida</b> | 25.3 a         | 20.6 a         |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 15. Peso da parte aérea (PA) e peso da raiz (PR), em gramas da massa fresca de plantas de feijoeiro com tratamentos de fosfito de potássio e fungicida via foliar ( Brasília-DF, novembro ,2015).

|                            | PA (g) | PR(g)  |
|----------------------------|--------|--------|
| <b>Testemunha</b>          | 2.86 a | 0.71 a |
| <b>Fosfito 1,5ml</b>       | 0.95 b | 0.10 c |
| <b>Fungicida 2ml</b>       | 4.14 a | 0.94 a |
| <b>Fosfito + Fungicida</b> | 3.76 a | 0.45 b |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade



FIGURA 5. Diferença do tamanho das raízes das plantas de feijão que foram aplicados tratamentos de fosfito de potássio e fungicida via foliar. Foto: Nathália Medeiros, 2015.

## 6. CONCLUSÃO

A utilização do fosfito de potássio com três aplicações não auxilia no desenvolvimento inicial das plantas de feijão.

A utilização do fosfito de potássio com duas aplicações não auxilia no desenvolvimento inicial das plantas de pimentão.

A utilização do fosfito de potássio com uma aplicação via rega auxilia no desenvolvimento inicial das plantas de soja

A aplicação de fosfito de potássio via rega é menos fitotóxica as plântulas.

O fungicida associado ao fosfito de potássio não mostrou ser mais eficiente do que somente a utilização do fosfito.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th. ed. San Diego: Academic Press, 2005. 922p.

ARAUJO, J.L. **Crescimento e nutrição fosfatada do feijoeiro em função da aplicação via radicular e foliar de fosfito**. Lavras, MG: 2008.

BEZUIDENHOT, J.J; DARVAS, J.M.; KOTZE, J.M. **The dynamics and distribution of phosphite in avocado trees treated with Phosetyl-Al**. South African Growers Association Yearbook, v.10, p.101 – 103, 1987.

BICKEL, U. Brasil: **expansão da soja, conflitos sócioecológicos e segurança alimentar**. 2004. 169f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Bonn, Alemanha, 2004.

BLUM, L.E.B. **Fosfitos e fungicidas podem incrementar seu lucro**. Campo e negócios, v.64, p. 12-18, 2008.

BLUM, L.E.B.; DIANESE, A.C. **O uso de fosfitos no manejo de doenças fúngicas em fruteiras e soja**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Cerrados. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Documentos 228. Abril, 2010.

BLUM, L.E.B.; GUIMARÃES, L.S.; PEREIRA, I.M.; GILIOLI, J.L.; SANTOS, P.S.; **Redução de ferrugem asiática da soja por aplicações de fosfitos e fungicidas**. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 39, 2006, Salvador. Fitopatologia Brasileira (suplemento), v.31,p.377, 2006.

BONETT, L. P. et al. **Divergência genética em germoplasma de feijoeiro comum coletado no estado do Paraná, Brasil**. Semina: Ciências Agrárias, v. 27, n. 04, p. 547-560, 2006.

CARRARO, I. M. **Novos Desafios da Soja Brasileira: Encontro Técnico 7**. Cascavel: COODETEC/BAYER CropScience, 2003. 114p.

CARSWELL, C.; GRANT, B.R.; THEODOROU, M.E.; HARRIS, J.; NIERE, J.O. PLAXTON, W.C. **The fungicide phosphonate disrupts the phosphate – starvation response in *Brassica nigra* seedlings**. Plant Physiology, v. 110, p.105-110, 1996.

CASALI, V.W.D.; COUTO, F.A.A. **Origem e botânica de Capsicum. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.113, p.8-10, 1984.

DAG, A.; KAMER, Y. **Comparison between the effectiveness of honeybee (*Apis mellifera*) and bumblebee (*Bombus terrestris*) as pollinators of greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum*)**. American Bee Journal, Hamilton, v.141, n.6, p.447-448, 2001.

DALBÓ, M. A.; SCHUCK, E. **Avaliação do uso de fosfitos para o controle do míldio da videira**. Agropecuária Catarinense. Florianópolis, v. 16, n.3, p.33-35, out. 2003.

DERCKS, W.; CREASY, L. L. **Influence of fosetyl – Al on phytoalexin accumulation in the *Plasmopara viticola* – grapevine interaction**. Physiological and Molecular Plant Pathology, Orlando, v.34, p. 203-213, 1989.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil - 2005**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2004. 239p.

EMBRAPA . Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil - 2004**. Londrina: Embrapa CNPSoja, 2003. 237p.

FENN, M. E.; COFFEY, M. D. **Quantification of phosphonate and ethyl phosphonate in tobacco and tomato tissues and significant for the mode of action of two phosphonate fungicides**. Phytopathology, Saint Paul, v.79, n.3,p.76-82, Apr. 1989.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura**. 2.ed. São Paulo: Ed. Ceres, 1982. 357p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 242 p.

FÖRSTER, H.; ADASKAVEG, J.E.; KIM, D.H.; STANGHELLIN, M.E. **Effect of Phosphite on Tomato and Pepper to Phytophthora Root and Crown Rot in Hydroponic Culture**. Plant Disease, v.82, p. 1165-1170, 1998.

GALVÃO, S.; STADNIK, M. J.; PERUCH, L. A. M.; BRUNA, E. D. **Avaliação da eficiência de produtos alternativos para o controle do míldio e da antracnose em videira, cultivar Niágara branca.** Revista Agropecuária Catarinense. Florianópolis, v.19, n.2, p. 91-93, jul. 2006.

GRANT, B.R.; GRANT, J.; HARRIS, J. **Inhibition of growth of *Phytophthora infestans* by phosphate and phosphonate in defined media.** Experimental Mycology, v.16,p.240-244,1992.

GRIFFITH,J.M., COFFEY, M.D., GRANT, B.R. **Phosphonate Inhibition as a Function of Phosphate Concentration in Isolates of *Phytophthora palmivora*.** Journal of General Microbiology, v.139, p.2109-2116, 1993.

HIROSSE, E. H.: **Fosfito de Potássio e o Crescimento in vitro de batata doce.** Presidente Prudente, SP: 2009.

IRVING, H. R.; KUC, J. **Local and Systemic inductio of peroxidase, chitinase and resistance in cucumber plants by  $K_2HPO_4$ .** Physiological and Molecular Plant Pathology, London, v. 37, n. 4, p. 355-366, May 1990.

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

LEE, T.M.; TSAI, P.F. **The effects of phosphate on phosphate starvation responses of *Ulva lactuca* ( Ulvales, chlorophyta).** Journal of Phycology, v.41, p.975-982, 2005.

LORENTZ, L. H. et al. **Estimativa da amostragem para pimentão em estufa plástica.** Horticultura Brasileira, In: 52 Congresso Brasileiro de Horticultura, Salvador. Resumos... Salvador, 2002. 1 CD-ROM.

LOVATT, C.J.; MIKKELSEN, R.L. **Phosphite fertilizers: What are they? Can you use them? What can they do?** Better Crops, v. 90, p.1 -11, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação o estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. Ed. Piracicaba: POTAFOS,1976. 319p.

McDONALD, A. E.; GRANT, B.; PLAXTON, W. C. **Phosphite (phosphorous acid): Its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response.** Journal Plant Nutrition, New York, v.24, p. 1505-1519, 2001.

MUCHARROMAH, E.; KUC, J. **Oxalatos and phosphates induce systemic resistance against diseases caused by fungi, bactéria and viroses in cucumber,** Crop Protection, Guildford, v.10,n.4, p.265-270, Aug. 1991.

NEVES, J.S. **Influência de aplicação de fosfito de potássio na severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na soja (*Glycine max*).** 62 f. Universidade de Brasília. Faculdade de agronomia e medicina veterinária. Brasília, Df, 2006.

NOJOSA, G. B. A.; RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. **Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência.** In: CALVACANTE, L. S. (Ed.) Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba: FEALQ, p. 139-153, 2005.

NOVAIS, R.F.; SMITH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa, MG: DPS/UFV, 1999. 399p.

PEREZ, V. et al. **Enhanced secretion of elicitors by *Phytophthora* fungi exposed to phosphonate.** *Cryptogamie Mycologie*, v. 16, n. 3, p.191-194, 1995.

PONPEU, A.S. **Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).** In: Feijão fatores de produção e qualidade, Coord. E.A. BULISANI, Campinas: Fundação Cargill, p.1-28, 1987.

REUVENI, M. **Post-infection applications of  $K_3PO_3$ , phosphorous acid and dimethomorph inhibit development of downy mildew caused by *Plasmopara vitícola* on grapes.** *Journal of Small Fruit & Viticulture*, Binghamton, v.5, n.2, p. 27-38, Apr. 1997.

REUVENI, R.; AGAPOV, V.; REUVENI, M. **Foliar spray of phosphates induces growth increase and systemic resistance to *Puccinia sorghi* in maize.** *Plant Pathology*, v. 43, n. 2, p.245-250, 2004.

REUVENI, R.; REUVENI, M.; AGAPOV, V. **Foliar sprays of NPK fertilizer induce systemic protection against *puccinia sorghi* and *Exserohilum turcicum* and growth response in maize.** *European Journal of Plant Pathology*, Dordrecht, v.102, n.2, p. 339-348, Apr.1996.

RIBEIRO JUNIOR, P.M.; RESENDE, M.L.V. de, PEREIRA JUNIOR, P.M.; PEREIRA, R.B.; CAVALCANTI, F.R.; PÁDUA, M.A. de; **Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dohlliae* Kleb., em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.).** *Ciências agrotécnicas*, 30: 629-636, 2006.

SCHROETTER, S.; ANGELES – WEDLER, D.; KREUZIG, R.; SCHNUG, E. **Effectsof phosphite on phosphorus supply and growth of corn (*Zea mays*).** *Landbauforschung Volkenrodxe, Fal Agricultural Research*, v.56, p.87-99, 2006.

SILVA, M.A.G.; BOARETTO, A.E.; MELO, A.M.T.; FERNANDES, H.M.G.; SCIVITTARO, W.B. **Rendimento e qualidade dos frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura.** Scientia Agrícola, Piracicaba, v.56, n.4, p.1199-1207, 1999.

SINGH, V.K.; WOOD, S.M.; KNOWLES, V.L.; PLAXTON, W.C. **Phosphite accelerates programmed cell death in phosphate-starved oilseed rape (*Brassica napus*) suspension cell cultures.** Planta, v.218, p.233-239, 2003.

SMILLIE, R.; GRANT, B. R.; GUEST, D. **The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp in plants.** Phytopathology, Saint Paul v. 79, n.9, p. 921-926, 1989.

SONEGO, O. R.; GARRIDO, L. DA R.; CZERMAINSKI, A. B. C. **Avaliação do fosfito de potássio (Fitofos K) no controle do míldio da videira.** Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, P. 18, 2003.

STADNIK, M. J; TALAMINI, V. **Manejo ecológico de doenças de plantas.** Florianópolis: UFSC, 2004. 293p.

STEHMANN C.; GRANT, B. R. **Inhibition of Enzymes of the Glycolytic Pathway and Hexose Monophosphate Bypass by Phosphonate Pesticide.** Biochemistry and Physiology v. 67, p. 13-24, 2000.

THAO, H.T.B.; YAMAKAWA, T. **Growth of celery (*Aplum graveolens* var.dulce) as influenced by phosphate.** SJournal of Faculty of Agriculture, Kyushu, v. 53, p. 375-378, 2008.

THAO, H.T.B.; YAMAKAWA, T. **Phosphite (phosphorous acid ): Fungicide, fertilize ror bio-stimulator?** Soil Science & Plant Nutrition, v. 55, p. 228-234, 2009.

THAO, H.T.B.; YAMAKAWA, T.; SHIBATA, K. **Effect of phosphite-phosphate interaction on growth and quality of hydroponic lettuce (*Lactuca sativa*).** Journal of Plant Nutrition and Soil Science, v. 172, p. 378-384.2009.

THAO, H.T.B.; YAMAKAWA, T.; SHIBATA, K.; SARR, P.S.; MYINT, A.K. **Growth response of komatsuma (*Brassica rapa* var. peruvirids) to root and foliar applications of phosphate.** Plant and Soil, v. 308, p.1-10, 2008.

TICCONI, C.A.; DELATORRE, C.A.; ABEL, S. **Attenuation of phosphate starvation responses by phosphite in *Arabidopsis*.** Plant Physiology, v. 127, p. 963-972, 2001.

VARADARAJAN, D.K.; KARTHIKEYAN, A. S.; MATILDA, P.D.; RAGHOTHAMA, K.G. **Phosphite, na analog of phosphate supresses the coordinated expression of genes under phosphate starvation.** Plant Physiology, v.129, p.1 – 9, 2002.

VAVRINA, C.S. **Soil and foliar application of Nutri-Phite (PO<sub>3</sub>) on pepper under drip irrigation in SW Florida.** Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1998.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C.; OTTO, R.; QUEIROS, F. E. C.; PACKER, L. A. **Utilização de fosfito em cana-de-açúcar.** In: Simpósio de Tecnologia de Produção de Cana-de-Açúcar , I., 2005, Piracicaba. Resumos...Campinas: Intercif, p. 17, 2005.

YOKOYAMA, L. P. **Aspectos conjunturais da produção de feijão.** In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 249-292.