

Efeito do fosfito de potássio sobre fungos fitopatogênicos do feijoeiro

Effect of phosphate potassium on phytopathogenic fungi of bean crop

Augusto de Oliveira Caixeta¹; Bruno Sérgio Vieira²;
Éllen Júnia Canedo¹

¹ Alunos do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

² Professor do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

Resumo: O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das principais culturas no Brasil e seu cultivo está sujeito a uma série de perdas causadas por pragas e doenças que afetam diretamente a produção. Dentre as principais doenças do feijoeiro destacam-se a antracnose, a murcha de *Fusarium*, a mancha angular e o mofo branco. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes concentrações de fosfito de potássio sobre o crescimento micelial e esporulação dos fungos (*Colletotrichum lindemuthianum*, *Pseudocercospora griseola*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*). Os ensaios foram conduzidos *in vitro* e os tratamentos constaram de diferentes concentrações de fosfito: 0; 0,0625; 0,125; 0,25 e 0,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$. O delineamento experimental adotado foi inteiramente utilizando esquema fatorial 5x5+1. Para os fungos *C. lindemuthianum*, *P. griseola*, *S. sclerotiorum* foi mensurado o crescimento micelial, enquanto para *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* foi mensurada sua esporulação. Foi verificada ação inibitória do fosfito de potássio sobre *C. lindemuthianum* e *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, reduzindo significativamente o crescimento micelial e a esporulação dos respectivos patógenos. *Pseudocercospora griseola* e *Sclerotinia sclerotiorum* não foram sensíveis ao fosfito de potássio, nas doses testadas. O fosfito de potássio possui ação direta de inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* e da esporulação de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*.

Palavras-chave: *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium oxysporum*, *Pseudocercospora griseola* e *Sclerotinia sclerotiorum*, Controle alternativo.

Abstract: Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important crop in Brazil and its cultivation is subject to a series of losses caused by pests and diseases that directly affect production. Among the major bean diseases stand out anthracnose, *Fusarium* wilt, blight and white mold. The objective was to evaluate the effect of different concentrations of potassium phosphite on mycelial growth and sporulation of the fungus (*Colletotrichum lindemuthianum*, *Pseudocercospora griseola*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*). The tests were conducted *in vitro* and the treatments consisted of different concentrations of phosphite: 0, 0.0625, 0.125, 0.25 and 0.5 $\mu\text{L mL}^{-1}$. Experimental design was entirely made by using a factorial 5x5 +1. Four fungi *C. lindemuthianum*, *P. griseola*, *S. sclerotiorum* mycelial growth was measured, while for *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* their sporulation was measured. It was observed inhibitory action of potassium phosphite on *C. lindemuthianum* and *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* significantly reducing the

mycelial growth and sporulation of the respective pathogens. *Pseuercospora griseola* and *Sclerotinia sclerotiorum* were not sensitive potassium phosphite, at the doses tested. The potassium phosphite has a direct action of inhibition of mycelial growth of *Colletotrichum lindemuthianum* and sporulation of *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*.

Keywords: *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium oxysporum*, *Pseudocercospora griseola* and *Sclerotinia sclerotiorum*, Alternative control.

Introdução

A produção nacional de feijão em 2010, somadas as três safras, está estimada em 3.305.265 toneladas, inferior a 2,0% ao apontado anteriormente, quando era esperada uma produção de cerca de 2,0 milhões de toneladas, sendo 23,1 % maior que a obtida em 2009 (1,6 milhão de toneladas) (IBGE, 2010).

As doenças que ocorrem no feijoeiro constituem uma das principais causas de redução da produtividade do feijoeiro. Alguns patógenos do feijoeiro, dependendo das condições ambientais e da ausência de controle, podem causar perda total da produção, depreciar a qualidade do produto ou até inviabilizar determinadas áreas para o cultivo (VIEIRA; RAVA, 2000).

Dentre as principais doenças, quatro são de origem fúngica: a antracnose, a fusariose, a mancha angular e o mofo branco. A antracnose, causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, possui maior importância por ser uma doença cosmopolita, ocorrendo em regiões de clima temperado e subtropical. Perdas severas podem ocorrer principalmente quando sementes infectadas são usadas para plantio e quando ocorrem períodos prolongados de condições favoráveis à doença (BIANCHINI, 2005).

A fusariose, cujo agente causal é o fungo *Fusarium oxysporum* sp. *phaseoli*, tem se tornado mais importante em algumas regiões do Brasil devido ao plantio sucessivo do feijoeiro. O colapso do sistema vascular da planta provocado pelo ataque deste fungo compromete a absorção de água na quantidade exigida pela planta, mesmo havendo disponibilidade de água no solo, e impede o fluxo normal da seiva bruta pelos vasos do xilema, levando a planta à murcha e em alguns casos à morte (AMORIM; SALGADO, 1995).

A mancha angular causada pelo fungo *Pseudocercospora griseola* pode afetar os feijoeiros cultivados tanto em sequeiro como irrigado. Encontra-se disseminada em todas as áreas produtoras desta leguminosa causando severas perdas. As perdas de rendimento são maiores quanto mais precoce for o aparecimento da doença na cultura, podendo comprometer até 80% da produção (RAVA; SARTORATO, 1994).

O mofo branco tem como agente causal *Sclerotinia sclerotiorum*: esta doença é bastante destrutiva e pode ser um problema sério em áreas com histórico da doença na safra irrigada de inverno. O patógeno possui mais de 300 espécies hospedeiras e pode

sobreviver durante anos no solo por meio de estruturas de resistência denominadas escleródios (BIANCHINI, 2005).

Dentro do contexto do manejo integrado, fertilizantes à base de fosfito vêm sendo empregados no controle de diversos fungos, diminuindo incidência de oídio em frutíferas (GEELEN, 1999 apud BRACKMANN, 2004) da sarna da macieira (BONETI; KATSURAYAMA, 2005), da podridão-do-pé do mamoeiro, da varíola do mamoeiro (DIANESE *et al.*, 2008), além da mancha da Phoma em cafeeiro (NOJOSA *et al.*, 2009 apud ARAÚJO, 2010).

Fosfitos são fertilizantes foliares que têm efeitos antifúngicos, porém existem dúvidas sobre o seu modo exato de ação. Alguns autores comprovaram a ação direta do fosfito sobre os fungos (GUEST; GRANT, 1991). Por outro lado, Saindrenant *et al.* (1998, apud Araújo *et al.*, 2008), atribuíram a síntese de fitoalexinas eliciada por fosfito, como mecanismo de controle de *Phytophthora cryptogea* em feijão caupi.

A formação do fosfito ocorre através da reação de redução entre o ácido fosforoso e uma base, que pode ser um hidróxido de potássio, hidróxido de sódio, dentre outras. Através da oxidação do fosfito forma-se o fosfato (REUVENI, 1997 apud SANTOS, 2008). O ácido fosforoso possui propriedades indutoras de resistência nos vegetais (WILD; WILSON; WINLEY, 1988 apud SANTOS, 2008) e podem reduzir a esporulação dos patógenos nas plantas, através de efeito direto, possibilitando com isso a redução na incidência e na severidade das doenças (PANICKER; GANGADHARAN, 1999, apud SANTOS, 2008).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito do fosfito de potássio sobre *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium oxysporum* fsp. *phaseoli*, *Pseudocercospora griseola* e *Sclerotinia sclerotiorum* in vitro.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia do Bloco H, do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), no período compreendido entre os dias 15 de março e 7 de julho de 2010.

Utilizou-se a formulação comercial de fosfito de potássio (Starphos®), cuja formulação era de 30% de P₂O₅ e 20% de K₂O. Os isolados de *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* e *Sclerotinia sclerotiorum* foram cedidos pelo Laboratório de Biocontrole da empresa Sementes Farroupilha, e o isolado de *Pseudocercospora griseola* foi cedido pela coleção micológica do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa.

Nos ensaios foi incorporado fosfito de potássio ao meio de cultura BDA (batata dextrose ágar), em placas de Petri de 9 cm de diâmetro. Para cada isolado separadamente, foram testadas as seguintes concentrações de fosfito de potássio: T1: 0; T2: 0,062; T3: 0,125; T4: 0,25 e T5: 0,5 µL mL⁻¹. Um disco de 10 mm de diâmetro contendo micélio

de cada isolado fúngico foi transferido para o centro de cada placa de Petri e as mesmas foram incubadas a 25 °C sob 12 h de fotoperíodo numa incubadora do tipo BOD. Os diâmetros das colônias em sentido perpendicular foram medidos aos 4, 6, 8, 10, 12, 14 e 16 dias, com auxílio de uma régua.

Somente para o fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*, foi feito a contagem de conídios formados aos 8 dias de incubação. Para tal, em cada placa de Petri foram adicionados 10 mL de água destilada e estéril e retirada uma alíquota de 10 µL e transferida para um hemacitômetro ou câmara de Neubauer, no qual foi feita a contagem de conídios mL⁻¹.

Nos ensaios, foram adotados o delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições, sendo cada repetição representada por uma placa de Petri. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão e ao teste de comparação de médias Tukey ($\alpha \leq 0,05$), com auxílio do software Statistica – Assistat 7.5 beta.

Resultados e discussão

Foi observada (Tabela 1) uma diminuição no crescimento micelial de *C. lindemuthianum* submetido a doses diferentes de fosfito de potássio. As inibições mais relevantes ocorreram em concentrações maiores do produto, observando menor velocidade no crescimento micelial em função do tempo de incubação.

Tabela 1. Diâmetro das colônias (cm) do isolado de *Colletotrichum lindemuthianum* submetido a diferentes dosagens de fosfito de potássio, em diferentes dias (média de cinco repetições).

Tratamentos	Dias						
	4º dia	6º dia	8º dia	10º dia	12º dia	14º dia	16º dia
T1	1,62 a	2,62 a	2,97 a	3,88 a	4,54 a	4,92 a	6,01 a
T2	1,63 a	2,46 a	2,70 ab	3,44 ab	3,51 b	4,18 ab	4,75 b
T3	1,60 a	2,29 ab	2,40 bc	2,95 bc	3,20 b	3,45 bc	4,28 bc
T4	1,34 a	1,90 b	1,96 c	2,33 c	2,54 b	2,92 c	3,48 d
T5	1,52 a	1,97 b	2,11 c	2,35 c	2,48 b	2,69 c	2,62 cd

*Letras iguais seguidas na mesma coluna não diferem entre si pelo a 5 % de probabilidade.

Após quatro dias de incubação, o produto não interferiu no crescimento micelial do fungo, em nenhuma das doses testadas, não diferindo estatisticamente entre si.

Aos 6, 8, 10, 12, 14 dias de incubação observou-se uma redução do crescimento micelial de *C. lindemuthianum* devido à ação do fosfito de potássio, observando-se diferenças estatísticas nos tratamentos.

O fosfito de potássio pode ter ação fungistática dependendo do fungo testado, como observado para *C. lindemuthianum* (Figura 1). Araújo *et al.* (2008), avaliando concentrações de fosfito de potássio no controle do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, observaram que houve inibição quase total do crescimento micelial do fungo na concentração (0,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$) em relação à testemunha aos 6 dias de incubação.

Para avaliar o índice de velocidade de crescimento micelial optou-se pelo modelo de regressão, que apresentou os maiores coeficientes de determinação. Pela análise, quanto maior a concentração de fosfito de potássio no meio, menor a velocidade de crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* (ARAÚJO *et al.*, 2008)

As doses de 0,125; 0,25 e 0,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$ (T3, T4 e T5) foram suficientes para inibir o crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* (Figura 1). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Ribeiro Júnior *et al.* (2006), que constataram inibição na formação de conídios de *Verticillium dahliae* (Kled) em concentrações de 0,62, 1,25, 2,5 e 0,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$ de fosfito de potássio, concentrações muito acima das utilizadas neste estudo.

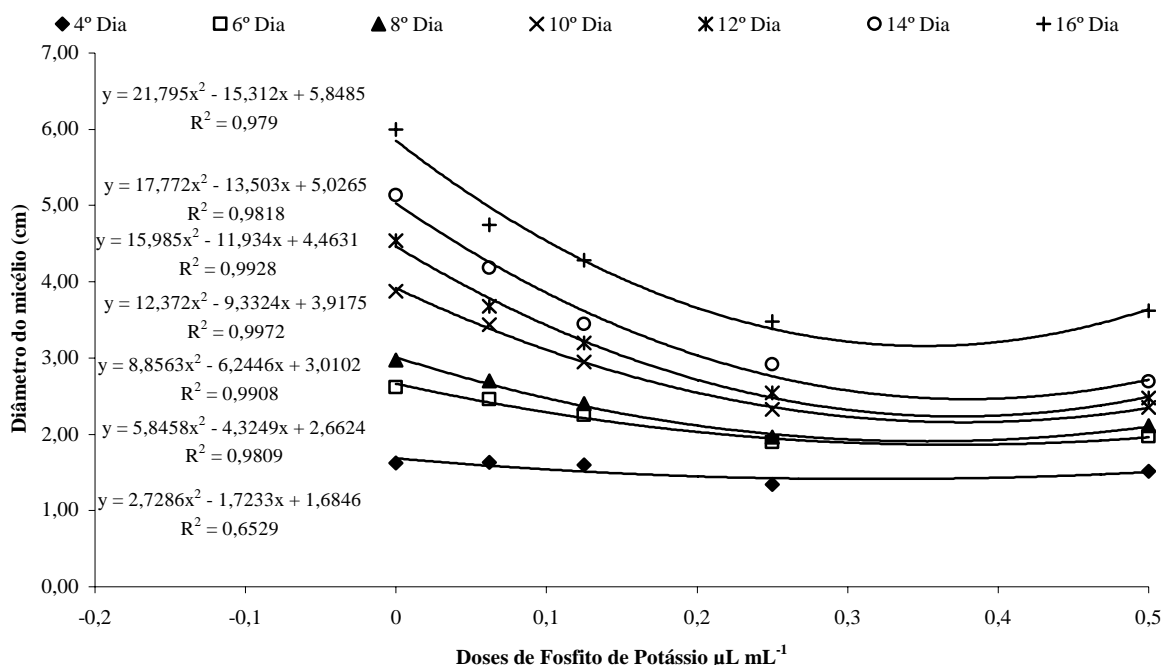


Figura 1- Diâmetro das colônias (cm) do isolado de *Colletotrichum lindemuthianum* submetido a diferentes dosagens de fosfito de potássio, em diferentes dias de avaliação (média de cinco repetições).

Optou-se por avaliar a esporulação de *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* sob diferentes doses de fosfito de potássio, pois visualmente não foi verificada diferença no crescimento micelial deste patógeno, que se apresentou muito irregular nas placas de Petri. Observou-se uma redução significativa na produção de conídios do fungo, com destaque para os tratamentos T3 ($0,125 \mu\text{L mL}^{-1}$), T4 ($0,25 \mu\text{L mL}^{-1}$) e T5 ($0,5 \mu\text{L mL}^{-1}$) (Figura 2). Do ponto de vista epidemiológico, a inibição da esporulação pode ser importante no manejo do patógeno no campo.

No trabalho de Davis (1994), a germinação de esporos de *Fusarium oxysporum cubense* foi reprimida somente em altas concentrações de fosfanato ($30 \mu\text{L}$). Além do fato de que a produção de conídio foi inibida em altas concentrações de fosfito.

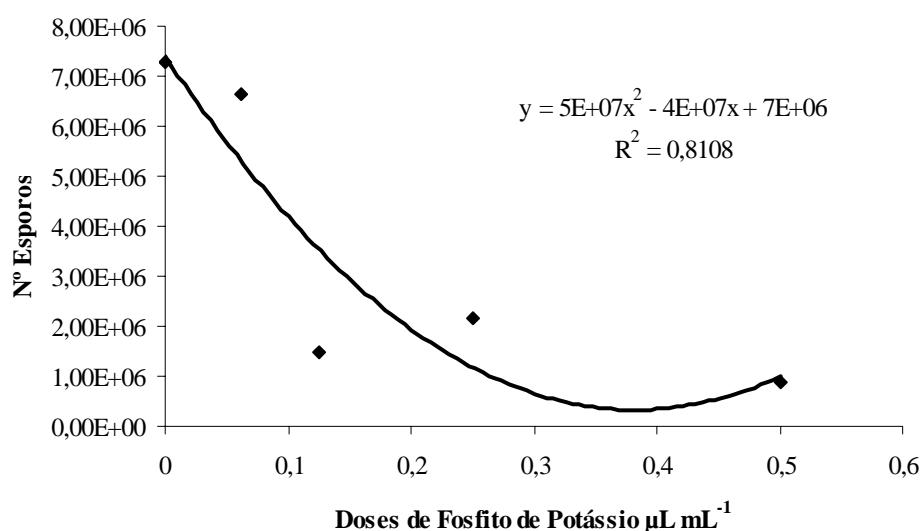


Figura 2. Média da esporulação de *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, sob diferentes dosagens de fosfito de potássio, aos 8 dias de incubação (média de cinco repetições).

O efeito de inibição apresentado pelo fosfito de potássio no crescimento micelial de *C. lindemuthianum* e na produção de conídios de *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* confirma o modo de ação antifúngico direto observado por Smillie *et al.* (1989), que verificaram inibição do crescimento micelial de *Phytophthora palmivora* sob ação de fosfito. Daniel e Guest (2006) relataram ocorrer duas formas de ação dos fosfitos, podendo ser expressa de forma indireta, pela indução de resistência na planta (formação de fitoalexinas) ou pela ação direta sobre patógenos, inibindo o crescimento micelial e esporulação (FENN; COFFEY, 1989 apud DUTRA, 2008).

Os fungos *Pseudocercospora griseola* e *Sclerotinia sclerotiorum* foram indiferentes ao fosfito de potássio nas doses testadas.

Conclusão

O fosfito de potássio possui ação direta de inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* e da esporulação de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*.

Referências

- AMORIM, L.;SALGADO, C.L. "Diagnose", in: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 1, p. 212-222, 1995.
- ARAÚJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M.J. "Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira", **Trop. plant pathol.** [online]. 2010, vol.35, n.1, pp. 054-059. ISSN 1982-5676. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tpp/v35n1/a10v35n1.pdf>>. Acesso em: nov.2010.
- ARAÚJO, L.; STADNIK, M. J.; BORSATO, L. C.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. Fosfito de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala em macieira. **Trop. plant pathol.**, Brasília, v. 33, n. 2, abr. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-56762008000200009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em dez. 2010.
- BIANCHINI, A.; MARINGONI A.C.; CARNEIRO, S.M.T.P.G. "Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)", in: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. CARMAGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005, v. 2, cap. 37, p. 333-349.
- BRACKMANN, A.; GIEHL, R.F.H.; SESTARI, I.; STEFFENS, C.A. "Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs 'Fuji' durante o armazenamento refrigerado", **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1039-1042, jul-ago, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n4/a11v34n4.pdf>>. Acesso em: nov.2010.
- BONETI, J. I.; KATSURAYAMA, Y. "Viabilidade do uso de fosfitos no manejo das doenças da macieira", in: **Encontro Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado - ENFRUTE**, 5., 2002, Friburgo. **Anais...** Friburgo, 2002, p. 125-139.
- BYRDE, R. J. W.; WILLETTS, H. J. "Infection", in: **The brown rot of fruit: their biology and control**. Oxford: Pergamon, 1977, cap. 7, p. 87-110.
- DAVIS, A. J.; SAY, M.; SNOW, A. J. "Sensitivity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* to phosphonate", **Plant Pathology**, v. 43, n. 1, p. 200-205, 1994.
- DIANESE, A.C.; BLUM, L.E.B., DUTRA, J.B.; LOPES, L.F.; SENA, M.C.; FREITAS, L.F. "Avalia-

ção do efeito de fosfitos na redução da variola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya*)”, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 834-837. 2008.

DIANESE, A.C.; BLUM, L.E.B., DUTRA, J.B.; LOPES, L.F.; SENA, M.C.; FREITAS, L.F.; YAMANISHI, O.K. “Redução da podridão do pé (*Phytophthora palmivora*) do mamoeiro (*Carica papaya*) por fosfitos”, **Fitopatologia brasileira**, v. 32, p. 166, 2007.

GUEST, D.I, GRANT, B.R. “The complex action of phosphonates anti-fungal agents”, **Biological Review**, 157, 1991.

GEELLEN, J.A. **An evaluation of Agrios-Fos Supra 400 for the control of black spot and powdery mildew of apple in Hawke’s Bay**. N.I.: Geelen Research Independent Horticultural Consultants, 1999. 15p.

IBGE – Comunicação Social - 09 de fevereiro de 2010: “Em janeiro, IBGE estima safra de grãos 7,2% maior que a de 2009”. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1554&id_pagina=1>. Acesso em: nov. 2010.

RAVA, C.A.; SARTORATO, A. “Controle químico da Macha Angular do feijoeiro comum pelo método de aplicação convencional”, in: **Embrapa Arroz e Feijão – Pesquisa em foco**, n. 21. nov. 1999. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/emfoco/anteriores/pqfoco21.pdf>>. Acesso em nov. 2010.

RIBEIRO JUNIOR, P.M.; RESENDE, M.L.V.; PEREIRA, R.B.; CAVALCANTI, F.R., AMARAL, D.R.; PÁDUA, M.A. **Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb. em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.)**. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 629-636, jul./ago. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n4/v30n4a06.pdf>>. Acesso em nov. 2010.

SANTINI, A. **Ação fungicida do acaricida azocyclotin sobre a antracnose do feijoeiro**. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical). Instituto Agrônomo de Campinas – Campinas – SP. 45 p. 2003.

SANTOS, H.A.A. **Efeito de fosfito no controle de doenças foliares do trigo *in vitro* e *in situ***. Mestrado em Agronomia. Curso de pós-graduação em Concentração em agricultura. Universidade Estadual de Ponta Grossa. 148 p. 2008.

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**, v. 79, p. 921-926. 1989. Disponível em: <http://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1989Articles/Phyto79n09_921.PDF>. Acesso em: nov.2010.

VIEIRA, R.F.; PAULA JÚNIOR, T.J. “Semente: veículo de disseminação de patógenos”, in:

VIEIRA, C., PAULA JÚNIOR, T. J., BORÉM, A. (ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998, p. 451-505.

VIEIRA, E.H.N. RAVA, C.A. **Sementes de feijão**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2000. 270 p.