



EUDES DE ARRUDA CARVALHO

**INDUTORES DE RESISTÊNCIA NO MANEJO
DA FERRUGEM DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*
SYDOW & P. SYDOW)**

LAVRAS - MG

2010

EUDES DE ARRUDA CARVALHO

**INDUTORES DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DA FERRUGEM
DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* SYDOW & P. SYDOW)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Edson Ampélio Pozza

Co-Orientador

Dr. Paulo Estevão de Souza

**LAVRAS – MG
2010**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Carvalho, Eudes de Arruda.

Indutores de resistência no manejo da ferrugem da soja
(*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) / Eudes de Arruda
Carvalho. – Lavras : UFLA, 2010.

65 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Edson Ampélio Pozza.

Bibliografia.

1. *Glycine max*. 2. Indução de resistência. 3. Fosfitos. 4.
Controle alternativo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 632.4

EUDES DE ARRUDA CARVALHO

**INDUTORES DE RESISTÊNCIA NO MANEJO DA FERRUGEM
DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi* SYDOW & P. SYDOW)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 08 de outubro de 2010.

Dr. Mário Lúcio Vilela de Resende	UFLA
Dr. Mário Sobral de Abreu	UFLA
Dr. Élberis Pereira Botrel	UFLA
Dr. Iran Dias Borges	UFSJ

Dr. Edson Ampélio Pozza
Orientador

Dr. Paulo Estevão de Souza
Co-Orientador

**LAVRAS – MG
2010**

*À minha família, que mesmo distante demonstra
intensa presença em minha vida, transmitindo coragem e
motivando-me sempre.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, saúde e perseverança.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Fitopatologia (DFP), pela oportunidade concedida para realização do doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Edson Ampélio Pozza, pela orientação, estímulos e amizade durante todo o tempo de convívio.

Aos Professores Mário Lúcio Vilela de Resende, Mário Sobral de Abreu, Élberis Pereira Botrel e Iran Dias Borges pelos ensinamentos e sugestões nos trabalhos.

Aos Professores Ricardo Magela de Souza, Antônia dos Reis Figueira, Hilário Antônio de Castro, Eduardo Alves, Ludwig Heinrich Pfenning, Paulo Estevão de Souza, Vicente Paulo Campos, Flávio Henrique de Medeiros e José da Cruz Machado pelos ensinamentos e exemplos de profissionalismo.

Aos professores Rômulo Pedro, Jáber Peixoto Silva, Geraldo Márcio da Costa, Samuel Pereira de Carvalho, Luiz Antônio de Bastos Andrade, Mário Lúcio Vilela de Resende e Luiz Antônio Augusto Gomes pelo exemplo a ser seguido e amizade.

Aos bolsistas Bruno Henrique e Manoel por toda a ajuda na condução dos experimentos.

Aos técnicos Moíses, Vladimir e Bruno, pela amizade e imensurável contribuição na execução dos trabalhos.

A Rute Emília, Eliane, Eloísa Leite, Ana Maria, Carlos (“Carzim”), Ângela, Cléber, Tarlei, Edinho, Jaciara, Elisângela, pelas contribuições, amizade e motivação.

Aos casais Paulo Pinho & Renata Canuto Pinho; Igor Pereira & Márcia Toyota; Pedro Júnior & Rafaela; Jader Maia & Fernanda Martins Maia, Ricardo Pereira & Gilvaine, pela amizade.

Aos amigos do Núcleo de Estudos em Fitopatologia (NEFIT): Glauco, Vanessa, João Eduardo, Cláudio Ogoshi, Eduardo Freire, Mirella, Juliana, Ana Cristina, Kátia, Fabiano, Ana Beatriz, Márcia, Henrique Ferro, Luiz Henrique e Flávia pela amizade, companheirismo e incentivos para superar os desafios enfrentados durante os anos de gestão.

À Dona Rosângela, Rute, Dilurdes, Renata Kelly, Roseni e Sandra pela amizade e pelo carinho durante todos esses anos.

Aos colegas do Departamento de Agricultura, Mário ("Manguim") João "Pila", Alessandro, Júlio, Agnaldo e Sr. Correia, João Batista e Sirley pela amizade e auxílios prestados.

Aos colegas de muitas empreitadas: Roberto Lanna Filho, Túlio, Vanessa Andaló, Douglas Amaral, Henrique Beluti, Érica, Aline, Gustavo, Marília, Aricléia, Fabrício Camilo, Davi, Willian, Elon, Gustavo, Willian Zacan, André, Felipe, Hebe, Nina, Everson, Anderson, Romário, Alexandre Abdão, Jorge Baiano, Paulo Sérgio, Gilvan, "Toni", "Neguim", Vinição, Whasley, Fabiano, Túlio Pupim, Felipe Cabron, Luis Henrique, "Camarada Toni" e Oscar.

A toda a minha família e aos amigos de Grão Mogol pelas orações, carinho e constantes incentivos.

A todos, que direta e indiretamente contribuíram para que mais esse sonho fosse concretizado, o meu **MUITO OBRIGADO!!!**

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja. Foram conduzidos 2 experimentos no campo experimental da UFLA, em DBC com 3 repetições, safras 2008/09 e 2009/10. No experimento 1, foram testados acibenzolar-S-metil (ASM), mananoligossacarídeo fosforilado derivado da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (MOS), fosfito de cobre e fosfito de potássio, em 2 e 3 pulverizações em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja. No experimento 2 foram avaliados fosfito de potássio e o indutor ADB, isolados ou associados a ciproconazole+azoxistrobina+óleo mineral (CA+OM); fosfito de potássio+Cu; fosfito de potássio+Mn; fosfito de cobre; extrato de folhas de café infectadas com *Hemileia vastatrix* adicionado do micronutriente Cu (Fitoforce Cu) e extrato de folhas de café infectadas com *Hemileia vastatrix* (NEFID). As avaliações da severidade foram realizadas semanalmente com escala diagramática. Mensuraram-se a altura de plantas, o grau de acamamento, produtividade e o peso de 100 sementes. Os dados de severidade foram integrados na AACPS e analisados estatisticamente aplicando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de significância. No experimento 1, o CA+OM apresentou controle satisfatório da doença. Os demais tratamentos não diferiram significativamente da testemunha, sem controle da ferrugem. O tratamento com CA+OM proporcionou maior produtividade e peso de 100 sementes. O grau de acamamento foi menor nos tratamentos com ASM, 2 e 3 aplicações, os tratamentos com 3 aplicações de MOS na dose 0,6 L ha⁻¹ e 2 aplicações e nas testemunhas com CA+OM e sem pulverizações. A altura de plantas não foi influenciada pelos tratamentos. No experimento 2, observou-se menor severidade com aplicações de fosfito de potássio + CA+OM (1,5 e 3,0 L ha⁻¹) e ADB + CA+OM (1,0 e 2,0 L ha⁻¹), não diferindo estatisticamente do CA+OM. As maiores produtividades foram obtidas com CA+OM, fosfitos de potássio na dose de 3 L ha⁻¹ e ADB + CA+OM na dose de 2 L ha⁻¹. Pesos de 100 sementes superiores foram apresentados pelos tratamentos CA+OM, fosfitos de potássio na dose de 3 L ha⁻¹ e ADB + CA+OM, em ambas as doses. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o acamamento.

Palavras-chave: Resistência induzida. *Glycine max*. Controle alternativo.

ABSTRACT

This study aimed at evaluating disease management with resistance inducer applications combined or not to the recommended chemical control. The first experiment evaluated the acibenzolar-S-methyl-ASM, phosphorylated mannanoligosaccharides derived from yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell wall (MOS), copper phosphite and potassium phosphite, in two or three sprayings at different soybean growing stages. The work was conducted at the UFLA experimental station in the 2008/09 harvest seasons, in a randomized block design, with three replicates. The second experiment was conducted in the same area, in the following harvest, we evaluated potassium phosphite, and ADB resistance inducer, alone or in combination with cyproconazole azoxystrobin + mineral oil + (CA + OM), potassium phosphite + Cu; potassium phosphite + Mn; copper phosphate, Fitoforce Cu and Nefid. In both experiments, treatments were applied using a CO₂-pressurized sprayer. The severity was evaluated weekly with a diagrammatic scale and data was used to calculate the area under the disease progress curve AUDPC and statistically analyzed by applying the Scott-Knott ($p < 0.05$). At harvest, yield and weight of 100 seeds were recorded. For first experiment, the standard fungicide was the only to achieve disease control. The other treatments were similar to the water control. For experiment 2, the use of potassium phosphite (1.5 and 3.0 L ha⁻¹) and ADB (1.0 and 2.0 L ha⁻¹), combined to cyproconazole + azoxystrobin + mineral oil, resulted in the lowest severity and was similar to the standard fungicide. The other treatments were similar to the water control. The fungicide treatment provided the highest grain yield and weight of 100 seeds. The lodging degree was lower for the treatments ASM (2 or 3 sprays), MOS (2 sprays or 3 sprays at 0.6 L ha⁻¹), and the standard or water controls. Plant height was not affected by any treatment. For experiment 2, the best yields were obtained with the standard fungicide, potassium phosphite at 3 L ha⁻¹ and ADB + CA + OM at 2 L ha⁻¹. The highest weight of 100 seeds was obtained by the standard fungicide, potassium phosphite at 3 L ha⁻¹ and ADB + CA + OM at both doses. The lodging degree was not affected by any treatment.

Keywords: Induced resistance. *Glycine max*. Alternative control.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 Introdução geral.....	11
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Controle da ferrugem-asiática da soja	13
2.2	Indução de resistência	14
2.3	Fosfitos	17
2.4	Acibenzolar-S-metil – ASM	20
2.5	Indutores microbianos, extratos vegetais ou derivados	21
	REFERÊNCIAS	23
	CAPÍTULO 2 Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja (<i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sydow & P Sydow).....	31
1	INTRODUÇÃO	33
2	MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1	Experimento 1	37
2.1.2	Área Experimental	37
2.1.3	Delineamento experimental e tratamentos	37
2.1.4	Ocorrência e avaliação da doença	38
2.1.5	Características agronômicas	39
2.1.6	Análises estatísticas	39
2.2	Experimento 2	39
2.2.2	Área Experimental	39
2.2.3	Delineamento experimental e tratamentos	40
2.2.4	Ocorrência e avaliação da doença	41
2.2.5	Características agronômicas	42
2.2.6	Análises estatísticas	42
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
3.1	Experimento 1	43
3.2	Experimento 2	50
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
5	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58
	ANEXO - A	63

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] foi trazida para o Brasil no final do século de XIX e, após intensivos trabalhos de melhoramento genético, alcançou o posto de principal cultura da agricultura nacional. Contudo, inúmeros fatores limitantes da produtividade acometem a cultura da soja. Dentre esses fatores, destacam-se as doenças, principalmente, a ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow), relatada inicialmente no Japão, em 1902, em outros países da Ásia e na Austrália em 1934, na Índia em 1951 e na África em 1996. No Brasil, foi identificada pela primeira vez em 1979, no município de Lavras, MG. Desde então, houve relatos de epidemias com altas taxas de progresso em diferentes localidades de Minas Gerais e do Distrito Federal. Estudos em amostras herborizadas, realizados entre 1979 e 1983, do estado de Minas Gerais, por meio de técnicas moleculares, foi confirmada a ocorrência do fungo *Phakopsora pachyrhizi*, identificada inicialmente por Deslandes em 1979.

A ferrugem-asiática da soja é considerada a principal doença da cultura devido à alta taxa de progresso, desfolha precoce, com conseqüente redução de peso de grãos e produtividade. O patógeno pode ser disseminado a longas distâncias por ação de ventos e, uma vez infectado o hospedeiro, se reproduzirá a taxas elevadas, caracterizando a rápida taxa de progresso da ferrugem. As cultivares disponíveis são suscetíveis à doença podendo haver, no entanto, diferentes níveis de resistência horizontal dentre esses materiais genéticos. Os prejuízos causados pela ferrugem da soja aos produtores devem-se à redução de

produtividade e ao número de aplicações de fungicidas para controle da doença. As perdas podem chegar a 100%, considerando a inviabilidade das colheitas.

O manejo da ferrugem é realizado pela adoção de medidas de controle cultural e, principalmente, de controle químico, o qual se baseia em aplicações de fungicidas do grupo dos triazóis ou das estrobilurinas, associados ou não. Embora eficazes quando do ressurgimento da ferrugem, esses produtos têm perdido, a cada safra, a eficiência desejada, possivelmente por se tratar de fungicidas com modos de ação específicos e favorecer a seleção de populações resistentes do patógeno.

Assim sendo, é imprescindível alternar produtos com diferentes mecanismos de ação e desenvolver novas estratégias no controle da doença. A indução de resistência em plantas, método alternativo de controle de doenças, envolve a ativação de mecanismos latentes de resistência, seja por agentes bióticos ou abióticos. Geralmente, não apresenta efeito direto sobre organismos desafiantes, mas, principalmente, torna as plantas mais resistentes, pela formação de barreiras físicas ou bioquímicas.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de indutores de resistência, puros ou em misturas, no controle da ferrugem asiática da soja no campo, em duas safras, no município de Lavras, MG.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Controle da ferrugem-asiática da soja

A ferrugem-asiática da soja (FAS), cujo agente etiológico é o fungo *Phakopsora pachyrhizi* (Sydow & P. Sydow), é considerada a principal doença da sojicultura moderna. Originária da China e tradicionalmente presente na maioria dos países da Ásia e na Austrália, foi relatada no Brasil em 1979, no município de Lavras, MG. Desde então, houve relatos de epidemias com altas taxas de progresso em diferentes localidades de Minas Gerais e do Distrito Federal. Akamatsu; Barreto e Akamatsu (2004), estudando as amostras herborizadas entre 1979 e 1983, do estado de Minas Gerais, por meio de técnicas moleculares, confirmaram a ocorrência do fungo *Phakopsora pachyrhizi*, identificada inicialmente por Deslandes (1979). A doença atingiu níveis epidêmicos nas principais regiões produtoras de soja do Brasil e da América Latina a partir da safra 2001 (MOREL PAIVA, 2001; YORINORI; MOREL PAIVA, 2002).

O manejo da ferrugem da soja compreende integração de medidas culturais, como utilizar cultivares precoces semeadas com população mínima indicada e no início da época recomendada para a região, evitar o prolongamento do período de semeadura, vazio sanitário, eliminar plantas (“guaxas”) oriundas de perdas da colheita, nutrição mineral equilibrada, monitorar lavouras e condições de ambiente favoráveis à doença, temperaturas próximas de 20° C e umidade alta, com molhamento foliar acima de 15 horas.

Porém, o controle químico com fungicidas é o método mais utilizado para o controle da ferrugem asiática da soja (YORINORI; WILFRIDO, 2002). São realizadas pulverizações com fungicidas sistêmicos do grupo dos triazóis e/ou mesostêmicos (estrobilurinas), bem como com produtos formulados triazóis

+ estrobilurinas. No entanto, após safras sucessivas com aplicações desses produtos, observa-se queda na eficiência e elevação nos custos de controle. Tal fato foi atribuído ao maior número de aplicações e, talvez, à seleção de populações de patógenos resistentes, seja pelo uso contínuo de fungicidas com o mesmo princípio ativo, seja por subdoses do fungicida no terço inferior da soja devido a falhas na aplicação.

Nesse sentido, a resistência induzida pode ser uma importante alternativa a ser incorporada ao manejo da ferrugem asiática da soja. Dentre os mecanismos de defesa induzidos em plantas por agentes bióticos ou abióticos, citam-se a ativação de genes de proteínas relacionadas à patogênese (PR proteínas), os genes de enzimas que regulam rotas do metabolismo secundário de substâncias do tipo fitoalexinas ou outros compostos de defesa estruturais, como lignina (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

De acordo com Kúc (2001), a indução de resistência em plantas destaca-se também por possibilitar a utilização de genótipos suscetíveis, mas com características agronômicas desejáveis. Em soja, tal fato é especialmente importante, já que não há cultivares resistentes à ferrugem-asiática, cujo agente etiológico apresenta grande variabilidade genética.

2.2 Indução de resistência

A indução da resistência de plantas a patógenos é conhecida de longa data (CHESTER, 1933). Já na década de 1960 foi demonstrada a ativação do genuíno mecanismo de resistência em estudos pioneiros de Ross (1961). Entretanto, apenas recentemente o potencial do seu emprego no controle de doenças de plantas tem recebido a merecida atenção (OOSTENDORP et al., 2001; KLOEPPER et al., 1997; GORLACH et al., 1996).

As plantas podem apresentar capacidade de reconhecer a invasão de agentes patogênicos e de desenvolver diversos mecanismos de defesa elaborados contra a ameaça de ataque (STASKAWICZ, 2001). Alguns desses mecanismos são expressos constitutivamente e constituem-se de barreiras físicas e químicas, enquanto outros são induzidos somente após o ataque do patógeno, desenvolvendo uma rede de transdução de sinais e a rápida ativação da expressão de genes que codificam para proteínas relacionadas à defesa de plantas (DIXON; LAMB, 1990).

Estruturas de defesa constitutiva são representadas por ceras, cutícula, parede celular espessa, tricomas, adaptações em estômatos e fibras vasculares, bem como substâncias químicas pré-formadas, como fenóis, alcaloides, lactonas insaturadas, glicosídeos fenólicos, glicosídeos cianogênicos, fototoxinas, inibidores proteicos e enzimas hidrolíticas (PASCHOLATI; LEITE, 1995). Por outro lado, as estruturas induzidas são a formação de papila, halos, lignificação e camada de cortiça; a formação de tiloses e deposição de goma, além da produção de compostos, como fitoalexinas, proteínas relacionadas à patogênese (PR proteínas) e espécies reativas de oxigênio (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

A indução de resistência consiste no aumento da capacidade de defesa da planta contra amplo espectro de organismos fitopatogênicos, incluindo fungos, bactérias e vírus (VAN LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998; OLIVEIRA; PASCHOLATI; LEITE, 1997). A resistência resultante é proporcionada por um agente indutor, biótico ou abiótico, que aciona mecanismos de defesa na planta, os quais se encontram na forma latente (HAMMERSCHMIDT; KÚC, 1982). Essa ativação pode ser obtida pelo tratamento com agentes bióticos, ou seja, formas avirulentas de patógenos, raças incompatíveis e, em determinadas circunstâncias, por formas virulentas de patógenos, extratos vegetais e extratos de fungos (STANGARLIN; PASCHOLATI, 1994) ou por ativadores químicos, como ácido aminobutírico

(COHEN, 1996), ácido 2,6-dicloroisonicotínico e acibenzolar-S-metil (VAN LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998). A ativação de resistência em plantas também pode ser provocada por extratos microbianos (PIETERSE et al., 1996) ou, ainda, pela colonização da rizosfera por bactérias promotoras do crescimento (KEMPSTER, 1996; ALSTROM, 1991; VAN PEER; NIEMANN; SCHIPPERS, 1991; WEI; KLOPPER; TUZUN, 1991).

A proteção obtida contra determinado patógeno pode ser local ou sistêmica e depende do intervalo de tempo entre o tratamento inicial (indutor ou eliciador) e a inoculação do patógeno (desafiador). A duração pode ser de poucos dias a algumas semanas ou pode durar todo o ciclo de vida da planta, tornando-se um mecanismo de defesa constitutivo do hospedeiro (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

Sendo assim, a resistência induzida em plantas pode ser do tipo resistência sistêmica adquirida (SAR) ou resistência sistêmica induzida (RSI) (STICHER; MAUCH MANI; METRAUX, 1997; VAN LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998). A SAR ocorre, localizada ou sistemicamente, em resposta a patógenos que causam lesões necróticas ou em função de aplicação exógena de ácido salicílico ou compostos sintéticos, como o ester S-metil do ácido benzo [1,2,3] tiadiazol-7-carbotioico (ASM) e o ácido 2,6-dicloroisonicotínico (INA). A resistência sistêmica adquirida é efetiva contra amplo espectro de patógenos e está associada com a produção de PR proteínas. Por outro lado, na RSI, a molécula sinalizadora é mediada pelo ácido jasmônico (AJ) e o etileno, sem envolver a expressão de PR proteínas (VAN LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998).

Dentre as PR proteínas relacionadas à SAR destacam-se as quitinases (CHI; EC 3.2.1.14) que hidrolisam a quitina, principal componente da parede celular de muitos fungos. As β -1,3-glucanases (GLU; EC 3.2.1.6), enzimas que hidrolisam polímeros de β -1,3-glucana, compostos que, juntamente com a

quitina, são os principais componentes que conferem resistência à parede celular dos fungos (CORNELISSEN; MELCHERS, 1993). Assim, na indução de resistência, quitinases e β -1,3-glucanases agem de forma conjunta. As peroxidases (POX; EC 1.11.1.7) que oxidam os compostos fenólicos e aceleram a polimerização, dando origem a substâncias similares à lignina. Estas se depositam na parede celular e interferem no posterior crescimento e desenvolvimento do patógeno (AGRIOS, 2005). Ou seja, produtos gerados pela ação das peroxidases estão envolvidos na formação da parede celular vegetal, na suberização e na lignificação (KOLLATUKUDY et al., 1992). A lignina, polímero de grupos fenilpropanóides, altamente ramificado, apresenta função primária e secundária, proporciona suporte mecânico e pode se depositar e bloquear o desenvolvimento de patógenos e representa uma resposta frequente à infecção ou à lesão (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Plantas infectadas por patógenos ou em plantas induzidas podem também desencadear respostas de defesa ligadas à oxidação de compostos fenólicos, tóxicos a patógenos (SUTIC; SINCLAIR, 1991). Ocorre a geração de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) que, por sua vez, pode gerar outros radicais ativos de oxigênio (ROS), além de apresentar atividade antimicrobiana direta (PENG; KÚC, 1992).

2.3 Fosfitos

Os fosfitos são fertilizantes foliares obtidos da neutralização do ácido fosforoso H_3PO_3 por uma base (hidróxido de sódio, hidróxido de potássio ou hidróxido de amônio), sendo rapidamente absorvido pela planta e translocado pelo xilema e, posteriormente, pelo floema. Existem várias formulações disponíveis do produto em associação a outros nutrientes, como K, Ca, B, Zn e Mn. Esse sal tem efeito direto sobre patógenos e também atua na ativação do

sistema de defesa natural das plantas (SMILLIE; GRANT; GUEST, 1989), podendo estimular a formação de substâncias de autodefesa, protegendo o hospedeiro do ataque de patógenos (FENN; COFFEY, 1989). As respostas fisiológicas proporcionadas pelo fosfito podem estar relacionadas ao metabolismo do açúcar, à estimulação da rota do ácido shiquímico ou a alterações hormonais e químicas nas plantas (LOVATT; MIKKELSEN, 2006).

Ressalta-se que os fosfitos não podem substituir o fosfato no suprimento de fósforo às plantas. Forster et al. (1998) avaliaram a área foliar por planta, o peso de matéria seca de folhas, hastes e raízes de plantas de tomate cultivadas em solução nutritiva nas doses de 0,1 e 1mM de fosfito e de fosfato, um tratamento sem o fornecimento de fósforo e outro combinando 0,3mM de fosfito e 1 mM de fosfato. Os autores observaram que, para as características avaliadas, plantas cultivadas somente com fosfito apresentaram médias semelhantes à da testemunha sem suprimento de fósforo, enquanto os maiores valores foram constados nos tratamentos com fosfato. Por isso, os mesmos não são aplicados como fonte de P e sim como um “ativador” de defesas das plantas. Os fosfatos são fontes exclusivas de P na nutrição de plantas (MARSCHNER, 1995).

O efeito direto do fosfito no metabolismo de fungos tem sido demonstrado em muitos trabalhos. Araújo; Valdebenito-Sanhueza e Stadnik (2010) demonstraram atividade direta dos fosfitos de potássio sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*. Os autores observaram que a ação dos fosfitos *in vitro* foi menor nas formulações com pH mais elevado, portanto, a acidez do fosfito pode interferir diretamente no desenvolvimento do fungo. Nojosa et al. (2009) verificaram inibição de 62,26% no crescimento micelial de *Phoma costarricensis* por fosfito de potássio na dose de 10 mL L⁻¹.

Contudo, a ação direta dos fosfitos no controle de doenças não deve ser o único mecanismo. Segundo Nemestothy e Guest (1990) e Panicker e Gangadharan (1999), os fosfitos podem inibir o crescimento micelial e a

esporulação de oomicetos, além de induzir a produção da enzima fenilalanina-amônia-liase (PAL), fitoalexinas e compostos, como a lignina e o etileno, no hospedeiro. Sendo assim, o controle resultaria de uma ação mista com envolvimento também da ativação do sistema de defesa natural da planta (SMILLIE; GRANT; GUEST, 1989).

Pereira et al. (2010) verificaram que pulverizações com fosfitos nas brotações das videiras proporcionaram maior proteção das videiras contra o míldio (*Plasmopara viticola*), tanto nas folhas como nos cachos. Aplicações de fosfitos de potássio, magnésio ou cálcio reduziram a podridão-do-pé do mamoeiro, cujo agente etiológico é oomiceto *Phytophthora palmivora* (DIANESE et al., 2009). Peruch e Brunna (2008) verificaram reduções de 94% e 76% na AACPD e na incidência do míldio (*Plasmopara viticola*) no cacho, respectivamente, com doses de 0,3% de fosfito de potássio.

Entretanto, em estudos recentes foram obtidos resultados expressivos no controle de outras doenças de plantas com utilização de fosfitos atribuídos à indução de resistência no hospedeiro. Araújo; Valdebenito-Sanhueza e Stadnik (2010) relataram redução de 62% na área foliar necrosada por *Colletotrichum gloeosporioides* com aplicações de fosfito de potássio na formulação 0-40-20, curativamente, às 48 horas após a inoculação em mudas de macieira. De acordo com Moreira e May-de Mio (2009), a pulverização do fosfito de K em pré-colheita reduziu em 26,5% a podridão-parda (*Monilinia fructicola*) em pessegueiro. Nojosa et al. (2009) observaram reduções na severidade da mancha-de-phoma em cafeeiro (*Phoma costarricensis*) em plantas tratadas com fosfito 2,5 mL L⁻¹ (60,06%) e fosfito 5,0 mL L⁻¹ (63,18%), sendo esses percentuais superiores ao observado em plantas tratadas com fungicida.

2.4 Acibenzolar-S-metil – ASM

O éster S-metil do ácido benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7-carbotioico, ou ASM, análogo do ácido salicílico, pode induzir RSA contra bactérias, fungos e vírus (RESENDE et al., 2002; COLE, 1999). Dentre os indutores químicos, o ASM apresenta efeito indutor de resistência em condições de campo em várias culturas, contra amplo espectro de patógenos e o mais estudado dentre os indutores químicos. Em pesquisas foi evidenciada a indução de resistência sistêmica em diversos patossistemas, tais como trigo x *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (STADNIK; BUCHENAUER, 2000), cacauero x *Crinipellis pernicioso* (RESENDE et al., 2002), tomateiro x *Xanthomas campestris* pv. *vesicatoria* (SILVA, 2002), caupi x *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (RODRIGUES; BEZERRA NETO; COELHO, 2006), cafeeiro x *Meloidogyne exigua* (SALGADO; RESENDE; CAMPOS, 2007) e inhame x *Curvularia eragrostides* (SOARES et al., 2008).

Trabalhos comprovaram, por meio de novas técnicas, a expressão de PR proteínas com aplicações de ASM. Pereira et al. (2008) verificaram que plantas tratadas com ASM e com inoculação de *Cercospora coffeicola* apresentaram picos de atividade da peroxidase aos 8 dias após a pulverização (DAP) e um pequeno pico aos 14 DAP, ambos superiores ao controle com inoculação. Já as mudas de cafeeiro pulverizadas somente com ASM apresentaram picos de atividade de peroxidases superiores aos da testemunha, aos 2 e 11 DAP.

Aplicações de ASM, na dose de 50 mg i.a L⁻¹, proporcionaram aumentos do período de incubação (PI) de 12 dias e reduções de incidência (INC) de 78%, índice de doença (IDO) de 93% e 88% de redução na área abaixo da curva de progresso (AACPD) da mancha-aquosa (*Acidovorax citrulli*) em meloeiro-amarelo. No meloeiro pele-de-sapo, os valores obtidos foram PI 13 dias, INC de 88%, IDO de 96% e AACPD de 94% (CABRAL et al., 2010).

Corroborando com esses resultados, Nojosa et al. (2009) verificaram 56,23% de inibição do crescimento micelial de *P. costarricensis* com o ASM, *in vitro* e redução de 80% da severidade e da área abaixo da curva de progresso da mancha-de-phoma em cafeeiro. Em morangueiro, plantas pulverizadas com ASM, na concentração de 0,0025%, apresentaram redução na incidência de pseudofrutos com mofo cinzento por *Botrytis cinerea* (MAZARO et al., 2008).

2.5 Indutores microbianos, extratos vegetais ou derivados

Elicidores derivados da superfície celular de microrganismos ou de extratos vegetais podem induzir respostas de defesa tanto em plantas hospedeiras como em não hospedeiras. Estes incluem peptídeos, carboidratos, glicoproteínas e lipídios (NÜRNBERGER; BRUNNER, 2002). Além disso, proteínas PR e poligalacturanases de patógenos podem hidrolisar substratos da parede celular do patógeno ou do hospedeiro, causando eliciação indireta pela liberação de produtos eliciadores não específicos, no ambiente apoplástico (VAN LOON, 1997).

O extrato da levedura contém vários componentes que podem eliciar respostas de defesa, como quitina, oligômeros de N-acetilglucosamina, beta-glucanas, glicopeptídeos e ergosterol (BOLLER, 1995). Trabalhos realizados confirmaram a ação eliciadora de extratos de levedura, gênero *Saccharomyces*, ou produtos comerciais originados de leveduras na indução de resistência em plantas. Stangarlin et al. (2010) constataram a indução de fitoalexinas em cotilédones de soja por massa de células de *Saccharomyces boulardii*. Os valores observados pelos autores foram semelhantes, estatisticamente, aos observados com a aplicação do produto comercial à base de *S. boulardii*. Segundo Labanca (2002), cotilédones de soja tratados com sobrenadante de suspensão de células autoclavadas, sobrenadante da precipitação etanólica e

resíduo sólido da precipitação etanólica de *S. cerevisiae* apresentaram indução de gliceolina em soja, em média, cinco vezes maior que o tratamento controle com água destilada.

Extratos vegetais podem apresentar efeitos sobre doenças induzindo resistência em plantas a patógenos. Santos et al. (2007) observaram elevação da atividade de peroxidases e de polifenoloxidasas e maior deposição de lignina em plantas de café tratadas com extrato de folhas de café infectadas por *H. vastatrix* (EFID) e extrato de cascas de frutos de café beneficiados (ECFC), comparados à testemunha, pulverizada com água. Em campo, os mesmos autores observaram que o EFID e o ECFC reduziram a severidade da ferrugem em cafeeiro orgânico. A severidade da cercosporiose foi reduzida em 47% em plantas tratadas com CFC. Já a mancha-de-phoma teve menor incidência com o tratamento com EFID, reduzindo em 61% a área abaixo da curva de progresso da doença.

Cabral et al. (2010) verificaram bons resultados no controle da mancha-aquosa (*Acidovorax citrulli*) com aplicações de um produto comercial à base de mananoligossacarídeo fosforilado derivado da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Neste trabalho, foram relatadas reduções de 42,5% na incidência da doença tanto em meloeiro-amarelo quanto em meloeiro pele-de-sapo, além de reduções significativas no índice de doença e na área abaixo da curva de progresso da doença.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. New York: Academic Press, 2005. 922 p.

AKAMATSU, M. A.; BARRETO, M.; AKAMATSU, R. Detecção e distinção de *Phakopsora pachyrhizi* e *P. meibomia* em amostras do herbário uredinológico do Instituto Biológico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 277-278, ago. 2004. Suplemento.

ALSTROM, S. Induction of disease resistance in common bean susceptible to halo blight bacterial pathogen after seed bacterisation with rizosphere pseudomonads. **The Journal of General and Applied Microbiology**, Tokio, v. 37, n. 6, p. 495-501, Dec. 1991.

ARAUJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 54-59, jan./fev. 2010.

BOLLER, T. Chemoperception of microbial signals in plant cells. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular**, Palo Alto, v. 46, n. 5, p. 189-214, June 1995.

CABRAL, C. P. et al. Efeito de acibenzolar-S-metil, mananoligossacarídeo e bioflavonóides cítricos no controle da mancha-aquosa e no crescimento do meloeiro. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 119-123, mar./abr. 2010.

CHESTER, K. S. The problem of acquired physiological immunity in plants. **Quarterly Review of Biology**, Chicago, v. 8, n. 3, p. 275-324, Mar. 1933.

COHEN, Y. Induced resistance against fungal diseases by aminobutyric acids. In: LYR, H.; RUSSEL, P. E.; SISLER, H. D. (Ed.). **Modern fungicides and antifungal compounds**. Andover: Intercept, 1996. p. 461-466.

COLE, D. L. The efficacy of acibenzolar-S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance, against bacterial and fungal disease of tobacco. **Crop Protection**, Guildford, v. 18, n. 4, p. 267-273, May 1999.

CORNELISSEN, B. J. C.; MELCHERS, L. S. Strategies for control of fungal diseases with transgenic plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 101, n. 3, p. 709-712, May 1993.

DESLANDES, J. A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 337-339, mar./abr. 1979.

DIANESE, A. C. et al. Aplicação de fosfito de potássio, cálcio ou magnésio para a redução da podridão-do-pé do mamoeiro em casa de vegetação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2309-2314, nov. 2009.

DIXON, R. A.; LAMB, C. J. Molecular communication in interactions between plant and microbial pathogens. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 41, n. 5, p. 339-367, June 1990.

FENN, M. E.; COFFEY, M. D. Quantification of phosphonate and ethyl phosphate in tobacco and tomato tissues and significance for the mode of action of two phosphonate fungicides. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 79, n. 1, p. 76 - 82, Jan. 1989.

FÖRSTER, H. et al. Effect of Phosphite on Tomato and Pepper Plants and on Susceptibility of Pepper to Phytophthora Root and Crown Rot in Hydroponic Culture. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, n. 10, p. 1165-1170, Oct. 1998.

GORLACH, J. et al. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **The Plant Cell**, Rockville, v. 8, n. 4, p. 629-643, Apr. 1996.

HAMMERSCHMIDT, D.; KUC, J. Lignification as a mechanism for induced systemic resistance in cucumber. **Physiological Plant Pathology**, London, v. 20, n. 1, p. 61-71, Jan. 1982.

HAMMERSCHMIDT, R.; SMITH-BECKER, J. A. The role of salicylic acid in disease resistance. In: AGRAWAL, A. A.; TUZUN, S.; BENT, E. (Ed.). **Induced plant defenses against pathogens and herbivores - biochemistry, ecology and agriculture**. Saint Paul: APS, 1999. p. 37-53.

KEMPSTER, V. N. Induced resistance to nematodes? **Phytopathology**, Saint Paul, v. 88, p. 46, 1998. Supplement.

KLOEPPER, J. W. et al. Multiple disease protection by rhizobacteria that induce systemic resistance - historical precedence. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 87, n. 2, p. 136-173, Feb. 1997.

KOLATTUKUDY, P. E. et al. Plant peroxidase gene expression and function. **Biochemical Society Transactions**, London, v. 20, n. 2, p. 333-337, Apr. 1992.

KUC, J. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. **European Journal of Plant Pathology**, Dodrecht, v. 107, n. 1, p. 7-12, Jan. 2001.

LABANCA, E. R. G. **Purificação parcial de elicitores presentes em *Saccharomyces cerevisiae*: atividade como indutores de resistência em pepino (*Cucumis sativus*) contra *Colletotrichum lagenarium* e da síntese de gliceolina em soja**. 2002. 118 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.

LOVATT, C. J.; MIKKELSEN, R. L. Phosphite fertilizers: What are they? Can you use them? What can they do? **Better Crops**, New York, v. 90, n. 4, p. 11-13, Apr. 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic, 1995. 889 p.

MAZARO, S. M. et al. Post harvest behavior of strawberry fruits after pre-harvest treatment with chitosan and acibenzolar-S-methyl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 185-190, mar. 2008.

MOREIRA, L. M.; MAY-DE-MIO, L. L. Controle da podridão parda do pessegueiro com fungicidas e fosfitos avaliados em pré e pós colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 405-411, mar./abr. 2009.

MOREL PAIVA, W. **Roya de la soja**. Itapúa: Ministério de Agricultura y Ganadería, Subsecretaria de Agricultura, Dirección de Investigación Agrícola: Centro Regional de Investigación Agrícola, 2001. 1262 p. (Comunicado Técnico – Reporte Oficial, Série Fitopatología, 1).

NEMESTOTHY, G. S.; GUEST, D. I. Phytoalexin accumulation, phenylalanine ammonia lyase activity and ethylene biosynthesis in foseetyl-al treated resistant and susceptible tobacco cultivars infected with *Phytophthora nicotianae* var. *Nicotianae*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 37, n. 3, p. 207-219, Sept. 1990.

NÜRNBERGER, T.; BRUNNER, F. Innate immunity in plants and animals: emerging parallels between the recognition of general elicitors and pathogen-associated molecules. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2002.

NOJOSA, G. B. A. et al. Efeito de indutores de resistência em cafeeiro contra a mancha de Phoma. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 60-62, jan./fev. 2009.

OLIVEIRA, R. F.; PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Papilla formation and peroxidase activity in *Mimosa scabrella* hypocotyls inoculated with the non-pathogen *Colletotrichum graminicola*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 195-197, jun. 1997.

OOSTENDORP, M. et al. Induced disease resistance in plants by chemicals. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 107, n. 1, p. 19-28, Jan. 2001.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: Mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.) **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v. 1, cap. 22, p. 417-454.

PANICKER, S.; GANGADHARAN, K. Controlling downy mildew of maize caused by *Peronosclerospora sorghi* by foliar sprays of phosphonic acid compounds. **Crop Protection**, Surrey, v. 18, n. 2, p. 115-118, Mar. 1999.

PENG, M.; KUC, J. Peroxidase-generated hydrogen peroxide as a source of antifungal activity *in vitro* and on tobacco leaf disks. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 82, n. 6, p. 696-698, June 1992.

PEREIRA, R. B. et al. Extrato de casca de café, óleo essencial de tomilho e acibenzolar-S-metil no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1287-1296, out. 2008.

PEREIRA, V. F. et al. Produtos alternativos na proteção da videira contra o míldio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 1, jan. 2010.

PERUCH, L. A. M.; BRUNA, E. D. Relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássico na intensidade do míldio e na produtividade da videira cv. 'Goethe'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2413-2418, set. 2008.

PIETERSE, C. M. J. et al. Systemic resistance in arabidopsis induced by biocontrol bacterial is independent of salicylic acid accumulation and pathogenesis-related gene expression. **The Plant Cell**, Baltimore, v. 8, n. 8, p. 1225-1237, Aug. 1996.

RESENDE, M. L. V. et al. Induction of resistance in cocoa against *Crinipellis pernicioso* and *Verticillium dahliae* by acibenzolar-S-methyl (ASM). **Plant Pathology**, Oxford, v. 51, n. 5, p. 621-628, Oct. 2002.

RODRIGUES, A. A. C.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R. S. B. Indução de resistência a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* em caupi: eficiência de indutores abióticos e atividade enzimática elicitada. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 492-499, set./out. 2006.

ROSS, A. F. Systemic acquired resistance induced by localized virus infection. **Virology**, Great Britain, v. 14, n. 3, p. 340-358, July 1961.

SALGADO, S. M. L.; RESENDE, M. L. V.; CAMPOS, V. P. Efeito de indutores de resistência sobre *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1007-1013, jul./ago. 2007.

SANTOS, F. S. et al. Efeito de extratos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 59-63, jan./fev. 2007.

SILVA JÚNIOR, J. et al. Efeito de fungicidas sistêmicos e protetores aplicados em diferentes estádios fenológicos no controle da ferrugem asiática da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 705-712, maio/jun. 2009.

SILVA, L. H. C. P. **Resistência sistêmica ativada pelo acibenzolar-S-metil contra doenças em tomateiro**. 2002. 89 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2002.

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, Sept. 1989.

SOARES, A. C. F. et al. Eficiência do acibenzolar-s-metil na proteção de plantas de inhame à *Curvularia eragrostides*. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 147-151, jan./mar. 2008.

STADNIK, M. J.; BUCHENAUER, H. Inhibition of phenylalanine ammonia-lyase suppresses the resistance induced by benzothiadiazole in wheat to *Blumeria graminis* f. sp. *Tritici*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 57, n. 1, p. 25-34, July 2000.

STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F. Proteção de plântulas de milho pipoca contra *Exserohilum turcicum* pelo uso de *Saccharomyces cerevisiae*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 20, n. 1, p. 16-21, jan./mar. 1994.

STANGARLIN, J. R. et al. J. Indução de fitoalexinas em soja e sorgo por preparações de *Saccharomyces boulardii*. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 91-98, jan./mar. 2010.

STASKAWICZ, B. Genetics of plant-pathogen interactions specifying plant disease resistance. **Plant Physiology**, Rockville, v. 125, n. 1, p. 73-76, Jan. 2001.

STICHER, L.; MAUCH MANI, B.; METRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 35, p. 235-270, Sept. 1997.

SUTIC, D. D.; SINCLAIR, J. B. **Anatomy and physiology of diseased plants**. Boston: CRC, 1991. 232 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VAN LOON, L. C. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins. **European Journal Plant Pathology**, Dordrecht, v. 103, n. 9, p. 753-765, Dec. 1997.

VAN LOON, L. C.; BAKKER, P. A. H. M.; PIETERSE, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 36, p. 453-483, 1998.

VAN PEER, R.; NIEMANN, G. J.; SCHIPPERS, B. Induced resistance and phytoalexin accumulation in biological control of fusarium wilt of carnation by *Pseudomonas* sp. Strain WCS417r. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 81, n. 7, p. 728-34, July 1991.

WEI, G.; KLOEPPER, J. W.; TUZUN, S. Induced systemic resistance to cucumber diseases and increased plant growth by plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, n. 2, p. 221-224, Feb. 1996.

YORINOI, J. T.; WILFRIDO, M. P. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi*** Sydow. Londrina: Embrapa, 2002. 1 p. (Folder)

YORINORI, J. T.; MOREL PAIVA, W. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi*** Sydow. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 1 p.(Folder).

CAPÍTULO 2

Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P Sydow)

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja. Foram conduzidos 2 experimentos no campo experimental da UFLA, em DBC com 3 repetições, safras 2008/09 e 2009/10. No experimento 1, foram testados acibenzolar-S-metil (ASM), mananoligossacarídeo fosforilado derivado da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (MOS), fosfito de cobre e fosfito de potássio, em 2 e 3 pulverizações em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja. No experimento 2 foram avaliados fosfito de potássio e o indutor ADB, isolados ou associados a ciproconazole+azoxistrobina+óleo mineral (CA+OM); fosfito de potássio+Cu; fosfito de potássio+Mn; fosfito de cobre; extrato de folhas de café infectadas com *Hemileia vastatrix* adicionado do micronutriente Cu (Fitoforce Cu) e extrato de folhas de café infectadas com *Hemileia vastatrix* (NEFID). As avaliações da severidade foram realizadas semanalmente com escala diagramática. Mensuraram-se a altura de plantas, o grau de acamamento, produtividade e o peso de 100 sementes. No experimento 1, CA+OM apresentou controle satisfatório da doença. Os demais tratamentos não diferiram significativamente da testemunha. O tratamento com CA+OM proporcionou maior produtividade e peso de 100 sementes. O grau de acamamento foi menor nos tratamentos com ASM, os tratamentos com 3 aplicações de MOS na dose 0,6 L ha⁻¹, CA+OM e na testemunha. A altura de plantas não foi influenciada pelos tratamentos. No experimento 2, observou-se menor severidade com aplicações de fosfito de potássio + CA+OM (1,5 e 3,0 L ha⁻¹) e ADB + CA+OM (1,0 e 2,0 L ha⁻¹), não diferindo estatisticamente do CA+OM. As maiores produtividades foram obtidas com CA+OM, fosfitos de potássio na dose de 3 L ha⁻¹ e ADB + CA+OM na dose de 2 L ha⁻¹. Pesos de 100 sementes superiores foram apresentados pelos tratamentos CA+OM, fosfitos de potássio na dose de 3 L ha⁻¹ e ADB + CA+OM, em ambas as doses. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o acamamento.

Palavras-chave: Indução de resistência. *Glycine max*. Controle alternativo.

ABSTRACT

This study aimed at evaluating disease management with resistance inducer applications combined or not to the recommended chemical control. The first experiment evaluated the acibenzolar-S-methyl-ASM, phosphorylated mannanoligosaccharides derived from yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell wall (MOS), copper phosphite and potassium phosphite, in two or three sprayings at different soybean growing stages. The work was conducted at the UFLA experimental station in the 2008/09 harvest seasons, in a randomized block design, with three replicates. The second experiment was conducted in the same area, in the following harvest, we evaluated potassium phosphite, and ADB resistance inducer, alone or in combination with cyproconazole azoxystrobin + mineral oil + (CA + OM), potassium phosphite + Cu; potassium phosphite + Mn; copper phosphate, Fitoforce Cu and Nefid. In both experiments, treatments were applied using a CO₂-pressurized sprayer. The severity was evaluated weekly with a diagrammatic scale and data was used to calculate the area under the disease progress curve AUDPC and statistically analyzed by applying the Scott-Knott ($p < 0.05$). At harvest, yield and weight of 100 seeds were recorded. For first experiment, the standard fungicide was the only to achieve disease control. The other treatments were similar to the water control. For experiment 2, the use of potassium phosphite (1.5 and 3.0 L ha⁻¹) and ADB (1.0 and 2.0 L ha⁻¹), combined to cyproconazole + azoxystrobin + mineral oil, resulted in the lowest severity and was similar to the standard fungicide. The other treatments were similar to the water control. The fungicide treatment provided the highest grain yield and weight of 100 seeds. The lodging degree was lower for the treatments ASM (2 or 3 sprays), MOS (2 sprays or 3 sprays at 0.6 L ha⁻¹), and the standard or water controls. Plant height was not affected by any treatment. For experiment 2, the best yields were obtained with the standard fungicide, potassium phosphite at 3 L ha⁻¹ and ADB + CA + OM at 2 L ha⁻¹. The highest weight of 100 seeds was obtained by the standard fungicide, potassium phosphite at 3 L ha⁻¹ and ADB + CA + OM at both doses. The lodging degree was not affected by any treatment.

Keywords: Induced resistance. *Glycine max*. Alternative control.

1 INTRODUÇÃO

A ferrugem-asiática da soja (FAS), cujo agente etiológico é o fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é a principal doença da cultura, descrita, inicialmente, no município de Lavras, MG, em soja selvagem (*Glycine javanica*). Akamatsu; Barreto e Akamatsu (2004) confirmaram a ocorrência do fungo *Phakopsora pachyrhizi* nas amostras herborizadas por Deslandes (1979), com aplicação de técnicas moleculares.

Após safras de ocorrência contínua da FAS e emprego obrigatório de fungicidas para controle da doença, observam-se queda na eficiência e elevação nos custos de controle em lavouras comerciais, além de ser alto o risco de seleção de patógenos resistentes. Nesse sentido, torna-se necessário integrar ao controle químico técnicas culturais, como utilização de cultivares precoces, semeadura no início da safra, adubação equilibrada, vazios sanitários e eliminação de plantas guaxas ou tiguera e utilização de população mínima recomendada para cada cultivar. A indução de resistência em plantas é uma alternativa que poderá ser integrada ao manejo da FAS.

A indução de resistência consiste no aumento da capacidade de defesa da planta contra amplo espectro de organismos fitopatogênicos, incluindo fungos, bactérias e vírus (VAN LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998; OLIVEIRA; PASCHOLATI; LEITE, 1997). A resistência resultante pode ser proporcionada por um agente indutor, biótico ou abiótico, que aciona mecanismos de defesa na planta, os quais se encontram na forma latente (HAMMERSCHMIDT; KÚC, 1982). A ativação de resistência em plantas destaca-se por possibilitar a utilização de genótipos suscetíveis, mas com características agronômicas desejáveis (KÚC, 2001). Em soja, tal fato é especialmente importante, já que não há cultivares resistentes à ferrugem asiática, cujo agente etiológico apresenta grande variabilidade genética.

A resistência induzida pode ser desencadeada a partir de tratamento com agentes bióticos, ou seja, formas avirulentas de patógenos, raças incompatíveis e, em determinadas circunstâncias, por formas virulentas de patógenos, extratos vegetais e extratos de fungos (STANGARLIN; PASCHOLATI, 1994) ou por ativadores químicos ou abióticos (VAN LOON; BAKKER; PIETERSE, 1998, 1998; COHEN, 1996).

Os fosfitos são fertilizantes foliares, apresentam efeito direto sobre patógenos e também atuam ativando o sistema de defesa natural das plantas (SMILLIE; GRANT; GUEST, 1989), podendo estimular a formação de substâncias de autodefesa, protegendo o hospedeiro do ataque de patógenos (FENN; COFFEY, 1989). Em trabalhos realizados com fosfitos foram demonstrados efeitos satisfatórios no controle de doenças em diversas culturas. Pulverizações com fosfitos nas brotações das videiras proporcionaram maior proteção das videiras contra o míldio (*Plasmopara viticola*), tanto nas folhas como nos cachos (PEREIRA et al., 2010). Araújo; Valdebenito-Sanhueza e Stadnik (2010) relataram redução de 62% na área foliar necrosada por *Colletotrichum gloeosporioides* com aplicações de fosfito de potássio na formulação 0-40-20, curativamente, às 48 horas após a inoculação em mudas de macieira. Dianese et al. (2009) avaliaram a podridão-do-pé do mamoeiro (*Phytophthora palmivora*), após aplicações de fosfitos de potássio, magnésio ou cálcio e verificaram redução na severidade da doença. Peruch e Brunna (2008) verificaram reduções de 94% e 76% na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e na incidência do míldio (*Plasmopara viticola*) no cacho, respectivamente, com doses de 0,3% de fosfito de potássio.

Dentre os indutores químicos, o ASM foi relatado como ativador de resistência em condições de campo em várias culturas, contra amplo espectro de patógenos, sendo o mais estudado dentre os indutores químicos. Pesquisas evidenciaram indução de resistência sistêmica em diversos patossistemas, tais

como cacaueteiro x *Crinipellis pernicioso* (RESENDE et al., 2002), tomateiro x *Xanthomas campestris* pv. *vesicatoria* (SILVA, 2002), caupi x *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* em (RODRIGUES; BEZERRA NETO; COELHO, 2006), cafeeiro x *Meloidogyne exigua* (SALGADO; RESENDE; CAMPOS, 2007) e inhame x *Curvularia eragrostides* (SOARES et al., 2008). Nojosa et al. (2009) verificaram 56,23% de inibição do crescimento micelial de *Phoma costarricensis* com o ASM, *in vitro*, e redução de 80% da severidade e da área abaixo da curva de progresso da mancha-de-phoma em cafeeiro. Em morangueiro, pulverizações com ASM, na concentração de 0,0025%, proporcionaram redução na incidência de pseudofrutos com mofo cinzento por *Botrytis cinerea* (MAZARO et al., 2008).

Derivados da superfície celular de microrganismos ou de extratos vegetais foram descritos como eliciadores de respostas de defesa, tanto em plantas hospedeiras como em não hospedeiras. Cabral et al. (2010) verificaram bons resultados no controle da mancha-aquosa (*Acidovorax citrulli*) com aplicações de um produto comercial à base de mananoligossacarídeo fosforilado derivado da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Stangarlin et al. (2010) constataram a indução de fitoalexinas em cotilédones de soja por massa de células de *Saccharomyces boulardii*. Os valores observados pelos autores foram semelhantes estatisticamente aos observados com a aplicação do produto comercial à base de *S. boulardii*. Segundo Labanca (2002), cotilédones de soja tratados com sobrenadante de suspensão de células autoclavadas, sobrenadante da precipitação etanólica e resíduo sólido da precipitação etanólica de *S. cerevisiae* apresentaram indução de gliceolina em soja, em média, cinco vezes maior que o tratamento controle com água destilada.

Santos et al. (2007) observaram elevação da atividade de peroxidases e de polifenoloxidasas e maior deposição de lignina em plantas de café tratadas com extrato de folhas de café infectadas por *H. vastatrix* (EFID) e extrato de

casca de frutos de café beneficiados (CFC), comparados à testemunha, pulverizada com água. Em campo, os mesmos autores observaram que o EFID e o CFC reduziram a severidade da ferrugem em cafeeiro orgânico. A severidade da cercosporiose foi reduzida em 47% em plantas tratadas com CFC. Já a mancha-de-phoma teve menor incidência com o tratamento com EFID, reduzindo em 61% a área abaixo da curva de progresso da doença.

Com a realização do presente trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de indutores de resistência no controle da ferrugem asiática da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Experimento 1

2.1.2 Área Experimental

O ensaio foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Lavras, situada à latitude de 21°14 S, longitude 45°00 W e altitude de 918 m em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf).

2.1.3 Delineamento experimental e tratamentos

Adotou-se o delineamento de blocos ao acaso, com 3 repetições. A parcela experimental foi constituída por 4 linhas de 5 m de comprimento, sendo consideradas bordaduras as linhas externas e 0,5 m das extremidades das linhas centrais, sendo, portanto, 4m² de área útil.

A semeadura da cultivar MG/BR 46 ‘Conquista’ foi realizada em dezembro de 2008, com espaçamento de 0,50 m entre linhas e densidade de 16 plantas m⁻¹. Os tratos culturais, a adubação de semeadura e a inoculação de sementes com bactérias fixadoras de nitrogênio foram realizados segundo recomendações para a cultura da soja (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2008).

Os tratamentos foram constituídos por acibenzolar-S-metil (ASM), mananoligossacarídeo fosforilado derivado da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (MOS), fosfito de cobre, fosfito de potássio aplicados em diferentes doses e estádios fenológicos, fungicida padrão (ciproconazole + azoxistrobina + óleo mineral – CA + OM) e testemunha, sem aplicação de produtos (Tabela 1).

Tabela 1 Produtos e respectivas doses, avaliados no experimento de indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja. Lavras, MG, 2010

Produtos	Doses	Estádio de aplicação
Testemunha (sem aplicações de produtos)	----	
Ciproconazole+azoxistrobina +óleo mineral – (CA+OM)	0,3 L.ha ⁻¹ 0,6 L.ha ⁻¹	V ₅ + R ₁ + R ₅
ASM	15 g.ha ⁻¹	V ₅ + R ₁ + R ₅
ASM	15 g.ha ⁻¹	R ₁ + R ₅
Fosfito de potássio	1,5 L ha ⁻¹	V ₅ + R ₁ + R ₅
Fosfito de potássio	1,5 L ha ⁻¹	R ₁ + R ₅
Fosfito de potássio	3,0 L ha ⁻¹	V ₅ + R ₁ + R ₅
Fosfito de potássio	3,0 L ha ⁻¹	R ₁ + R ₅
Fosfito de cobre	1,0 L ha ⁻¹	V ₅ + R ₁ + R ₅
Fosfito de cobre	1,0 L ha ⁻¹	R ₁ + R ₅
Fosfito de cobre	2,0 L ha ⁻¹	V ₅ + R ₁ + R ₅
Fosfito de cobre	1,0 L ha ⁻¹	R ₁ + R ₅
MOS	0,6 L ha ⁻¹	V ₅ + R ₁ + R ₅
MOS	0,6 L ha ⁻¹	R ₁ + R ₅
MOS	1,2 L ha ⁻¹	V ₅ + R ₁ + R ₅
MOS	1,2 L ha ⁻¹	R ₁ + R ₅

ASM - acibenzolar-S-metil;

MOS - mananoligossacarídeo fosforilado derivado da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Os produtos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado com CO₂ equipado com bico XR 11002 sob pressão constante de 40 psi, demandando volume de calda de 200 L ha⁻¹.

2.1.4 Ocorrência e avaliação da doença

A doença ocorreu naturalmente na área a partir do início do florescimento (R1), não havendo a necessidade de inocular o patógeno. Após identificar os primeiros sinais do fungo nas folhas do terço inferior das plantas de soja, foram realizadas avaliações semanais da doença com escala

diagramática (GODOY; KOGA e CANTERI, 2006). Amostraram-se dez plantas tomadas aleatoriamente na área útil de cada parcela, tendo sido avaliada a severidade da doença no folíolo central de um trifólio do terço médio.

2.1.5 Características agronômicas

Na ocasião da colheita (R7-R8), mensuraram-se a altura de dez plantas tomadas aleatoriamente e o grau de acamamento da parcela, de acordo com escala de Bernard; Chamberlain e Lawrence, (1965). O peso de 100 sementes e a produtividade (kg ha^{-1}) foram quantificados em galpão, após trilhagem, limpeza, pesagem e padronização do grau de umidade dos grãos em 13%.

2.1.6 Análises estatísticas

Os dados de severidade da doença obtidos foram integrados, de acordo com a equação proposta por Shaner e Finney (1977), obtendo-se a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS). As análises estatísticas das variáveis foram realizadas no programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2008), aplicando-se o teste de F. As diferenças entre as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

2.2 Experimento 2

2.2.2 Área Experimental

O ensaio foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Lavras, situada à latitude de 21°14 S, longitude 45°00 W e altitude de 918 m em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf).

2.2.3 Delineamento experimental e tratamentos

Adotou-se o delineamento de blocos ao acaso, com 3 repetições. A parcela experimental foi constituída por 4 linhas de 5 m de comprimento, sendo consideradas bordaduras as linhas externas e 0,5 m das extremidades das linhas centrais, sendo, portanto, 4m² de área útil.

A semeadura da cultivar BRS Favorita RR, geneticamente modificada para resistência ao herbicida glifosato foi realizada em dezembro de 2009, com espaçamento de 0,50 m entre linhas e densidade de 16 plantas m⁻¹. Os tratamentos foram constituídos por fosfito de potássio e fertilizante foliar à base de polpa cítrica acrescida de micronutrientes (ADB), isoladamente ou associados ao fungicida padrão (ciproconazole + azoxistrobina + óleo mineral – CA + OM), fosfito de potássio+Cu; fosfito de potássio+Mn; fosfito de cobre; extrato de folhas de café infectadas com *Hemileia vastatrix* adicionado do micronutriente Cu (Fitoforce Cu) e extrato de folhas de café infectadas com *Hemileia vastatrix* (Nefid).

Os produtos foram aplicados com pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com bico XR 11002 sob pressão constante de 40 psi, demandando volume de calda de 200 L ha⁻¹. A primeira aplicação foi realizada no estágio fenológico R2 (florescimento pleno) e a segunda aplicação em R5 (início da frutificação).

O controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação de 2,5 L ha⁻¹ do herbicida glifosato no estágio V5 (quinta folha trifoliolada aberta). Foi realizada aplicação de manganês em todos os tratamentos, no estágio R2 (florescimento pleno), sete dias após a primeira aplicação dos produtos. Utilizou-se a dose de 300 g ha⁻¹ de MnSO₄.H₂O via foliar e volume de calda de 200 L ha⁻¹, visando à correção de deficiência nutricional aparente. Demais práticas culturais, adubação de semeadura e inoculação de sementes com

bactérias fixadoras de nitrogênio foram realizadas segundo recomendações para a cultura da soja (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2008).

Tabela 2 Produtos e respectivas doses, avaliados no experimento de indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática. Lavras, MG, 2010

Produtos	Doses
Testemunha absoluta (sem aplicações de produtos)	----
Ciproconazole + azoxistrobina + óleo mineral – CA+OM	
Fosfito de potássio	1,5 L ha ⁻¹
Fosfito de potássio	3,0 L ha ⁻¹
Fosfito de potássio + CA+OM	1,5 L ha ⁻¹
Fosfito de potássio + CA+OM	3,0 L ha ⁻¹
ADB*	1,0 L ha ⁻¹
ADB	2,0 L ha ⁻¹
ADB + CA+OM	1,0 L ha ⁻¹
ADB + CA+OM	2,0 L ha ⁻¹
Fosfito de potássio+Cu	0,8 L ha ⁻¹
Fosfito de potássio+Mn	1,5 L ha ⁻¹
Fosfito de cobre	0,8 L ha ⁻¹
Fitoforce**+Cu	2,0 kg ha ⁻¹
Nefid**	2,0 kg ha ⁻¹

*Fertilizante foliar à base de polpa cítrica acrescida de micronutrientes.

**Extrato de folhas de café infectadas com *Hemileia vastatrix* (sob sigilo de patente).

2.2.4 Ocorrência e avaliação da doença

A doença ocorreu naturalmente na área a partir do do florescimento pleno (R2), não havendo a necessidade de inocular o patógeno. Após identificar os primeiros sinais do fungo nas folhas do terço inferior das plantas de soja, foram realizadas avaliações semanais da doença com escala diagramática (GODOY; KOGA e CANTERI, 2006). Amostraram-se dez plantas tomadas aleatoriamente na área útil de cada parcela, tendo sido avaliada a severidade da doença no folíolo central de um trifólio do terço médio.

2.2.5 Características agronômicas

Na ocasião da colheita (R7-R8), mensuraram-se a altura de dez plantas tomadas aleatoriamente e o grau de acamamento da parcela, de acordo com escala de Bernard; Chamberlain e Lawrence, (1965). O peso de 100 sementes e a produtividade (kg ha^{-1}) foram quantificados em galpão, após trilhagem, limpeza, pesagem e padronização do grau de umidade dos grãos em 13%.

2.2.6 Análises estatísticas

Os dados de severidade da doença obtidos foram integrados, de acordo com a equação proposta por Shaner e Finney (1977), obtendo-se a área abaixo da curva de progresso da severidade (AACPS). As análises estatísticas das variáveis foram realizadas no programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2008), aplicando-se o teste de F. As diferenças entre as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento 1

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos quanto à severidade da ferrugem-asiática da soja (FAS) (Tabela 1, ANEXO A). Na análise da curva de progresso, observa-se a diferença entre o progresso ao longo do tempo do tratamento com ciproconazole + azoxistrobina + óleo mineral (CA+OM) e os demais tratamentos (Figura 1). Observou-se que nos tratamentos com indutores de resistência e na testemunha sem aplicação de produtos, a doença progride rapidamente a partir do início da epidemia dia 10 de março em R1. Mesmo com a segunda aplicação em R5, a FAS atinge o máximo de severidade nesses tratamentos.

A ferrugem-asiática da soja foi controlada satisfatoriamente somente com a aplicação de CA+OM. Esse fungicida reduz a taxa de progresso da doença, mantendo a FAS em menor nível de severidade durante todo o período de avaliação. O controle químico satisfatório da FAS foi demonstrado experimentalmente por Silva Júnior et al. (2009) com a utilização de fungicidas do grupo dos triazóis, associados a estrobilurinas, em condições similares àquelas em que foi desenvolvido o presente trabalho. Atentando-se para as dosagens recomendadas e a uniformização da pulverização por meio de tecnologia de aplicação adequada, como ocorre em parcelas experimentais, o controle efetivo da doença é alcançado. Não houve problemas com subdoses do fungicida no terço inferior da planta e com a ausência de rotação de princípios ativos como ocorre em lavouras comerciais, podendo justificar, portanto, os melhores resultados obtidos com o tratamento fungicida.

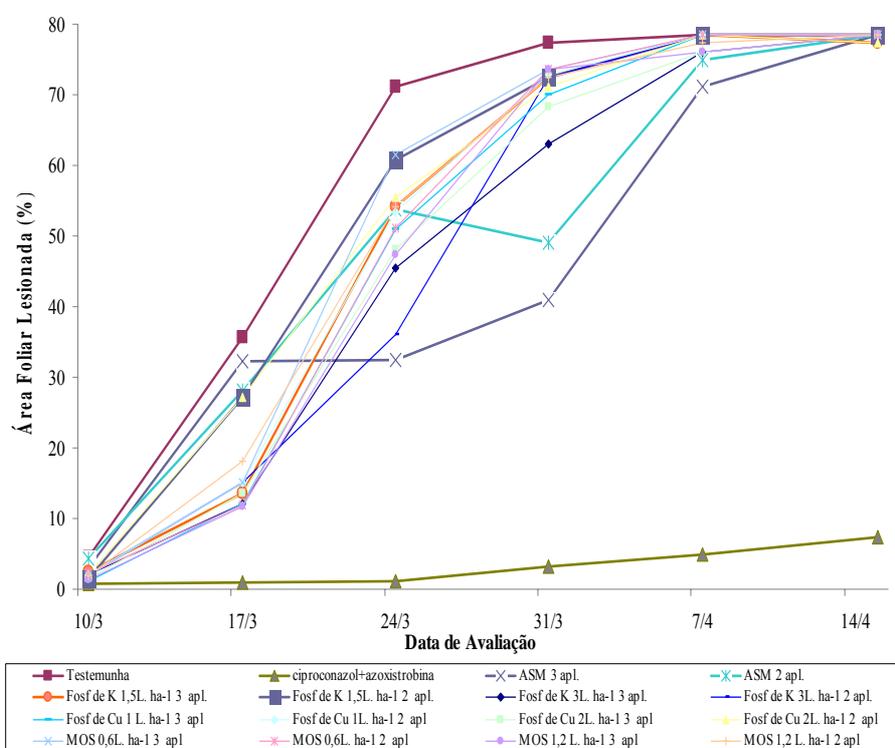


Figura 1 Curva de progresso da doença. Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja. Lavras - MG, 2010

A ferrugem-asiática da soja foi controlada satisfatoriamente somente com a aplicação de CA+OM. Esse fungicida reduz a taxa de progresso da doença, mantendo a FAS em menor nível de severidade durante todo o período de avaliação. O controle químico satisfatório da FAS foi demonstrado experimentalmente por Silva Júnior et al. (2009) com a utilização de fungicidas do grupo dos triazóis, associados a estrobilurinas, em condições similares àquelas em que foi desenvolvido o presente trabalho. Atentando-se para as dosagens recomendadas e a uniformização da pulverização por meio de tecnologia de aplicação adequada, como ocorre em parcelas experimentais, o

controle efetivo da doença é alcançado. Não houve problemas com subdoses do fungicida no terço inferior da planta e com a ausência de rotação de princípios ativos como ocorre em lavouras comerciais, podendo justificar, portanto, os melhores resultados obtidos com o tratamento fungicida.

Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha, sem controle da doença (Figura 2). As elevadas severidades observadas nos tratamentos com aplicações isoladas de indutores de resistência podem ser atribuídas à grande virulência do fungo *P. pachyrhizi*, reduzido período de latência e, conseqüente, elevadas taxa de progresso da ferrugem asiática, nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho.

O tratamento com o ativador de defesa em plantas ASM não foi eficiente na redução da ferrugem asiática, mesmo quando aplicado nos estádios vegetativo V5 e reprodutivo R1, anteriormente à detecção dos primeiros sinais da doença em campo (estádio R2 – florescimento pleno). Huth e Balke (2002) concluíram que o tratamento de duas cultivares de cevada em campo, em duas safras, não induziu resistência contra o BYDV. Sob condições controladas, o mesmo foi observado por Si-Ammour; Mauch-Mani e Mauch (2003), em *Arabidopsis* inoculada com *Phytophthora brassicae* ou em batata inoculada com *P. infestans*.

Entretanto, vários autores relataram controle de doenças por meio da ativação de respostas de defesa com aplicações de ASM. Carré-Missio et al. (2010) avaliaram a redução dos sintomas de mancha-de-pestalotia em morangueiro com aplicações de ASM e observaram redução da severidade da doença em 85,1%, no 6º dia após a inoculação (daa) e 88,7%, ao 12º daa. Nojosa et al. (2009) verificaram 56,23% de inibição do crescimento micelial de *Phoma costarricensis* com o ASM, *in vitro*, e redução de 80% da severidade e da área abaixo da curva de progresso da mancha-de-phoma em cafeeiro. Pulverizações

de ASM em superfície total de frutos de pêssgo, em pós-colheita, reduziram a área lesionada por *Monilinia fructicola* em 24,9% (DANNER et al., 2008).

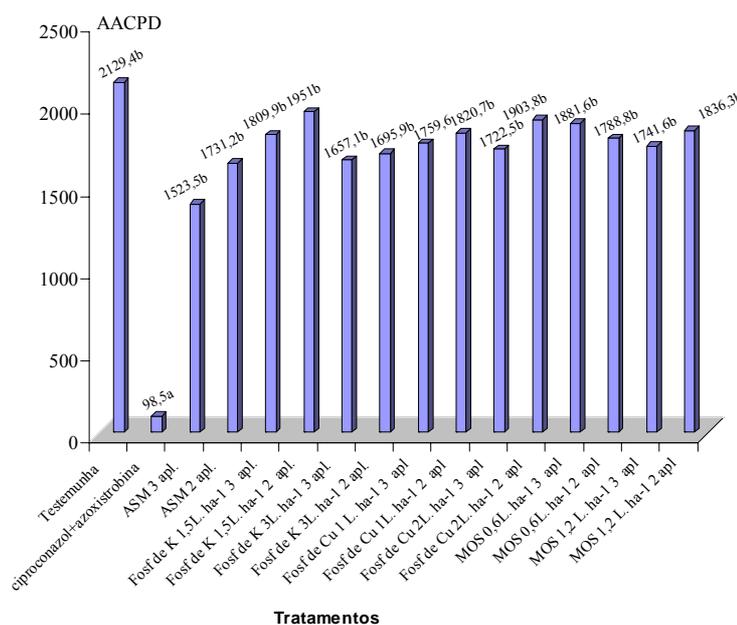


Figura 2 Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja. Lavras - MG, 2010

Pulverizações com fosfitos de cobre ou fosfito de potássio, nos estádios vegetativos e reprodutivos (V5+R1+R5) ou somente nos estádios reprodutivos (R1+R5), não reduziram significativamente a severidade da FAS. Esses resultados corroboram com aqueles obtidos por Meneghetti et al. (2010). Os autores observaram que os fosfitos aplicados isoladamente não foram capazes de ativar mecanismos de defesa das plantas de soja eficientes contra o parasitismo por *P. pachyrhizi*. Ribeiro Júnior et al. (2006), avaliando o efeito de

pulverização foliar com fosfito de potássio em quatro doses (0,62; 1,25; 2,5 e 5 mL L⁻¹) seguidas por inoculação com *Verticillium dahliae*, sete dias após as aplicações, não observaram efeito do produto no controle da doença sistêmica.

Contudo, em outros patossistemas, a utilização de fosfitos tem sido eficiente. Araújo; Valdebenito-Sanhueza e Stadnik (2010) relataram redução de 62% na área foliar necrosada por *Colletotrichum gloeosporioides* com aplicações de fosfito de potássio na formulação 0-40-20, curativamente, 48 horas após a inoculação em mudas de macieira. Aplicações de fosfito de potássio, nas doses de 2,5 e 5,0 mL L⁻¹, aos 3 e aos 6 dias após a inoculação, reduziram a mortalidade de plantas de mamoeiro infectadas por *Phytophthora palmivora* (TAVARES et al., 2009).

O indutor MOS não reduziu satisfatoriamente a severidade da FAS. De acordo com Pereira et al. (2010), tratamentos com manano-oligossacarídeo fosforilado (MOS), além de extrato de folha de café com ferrugem, extrato de casca de uva e de acibenzolar-S-metil, não apresentaram boa eficiência na proteção de videiras contra o míldio (*Plasmopora viticola*). No entanto, massas de células de *Saccharomyces boulardii* ou o produto comercial à base de *S. boulardii* induziram a produção de fitoalexinas em cotilédones de soja (STANGARLIN et al., 2010). Aplicado nas doses de 1,2 L ha⁻¹, o indutor MOS apresentou efeito fitotóxico às plantas de soja pulverizadas nos estádios V5+R1+R5 e R1+R5, ou seja, tanto em três quanto em duas aplicações. Cabral et al. (2010) observaram fitotoxidez nas plantas de meloeiro em todas as dosagens testadas do produto à base de MOS. Todavia, esses mesmos autores relataram reduções de 42,5% na incidência da doença tanto em meloeiro-amarelo quanto em meloeiro-pele-de-sapo, além de reduções significativas no índice de doença e na área abaixo da curva de progresso da doença.

A altura média das plantas de soja não foi influenciada pelos tratamentos, isto é, não foi observado efeito dos indutores de resistência no

crescimento das plantas. O grau de acamamento na parcela assume importante papel, visto que poderá provocar perdas no processo de colheita mecanizada e correlaciona-se com a altura de plantas, isto é, quanto maior o crescimento das plantas maior poderá ser o grau de acamamento. Portanto, no presente trabalho, as variações observadas para o grau de acamamento devem ser aleatórias ou, provavelmente, atribuídas aos diferentes níveis de infestação de plantas daninhas na área experimental no final do ciclo da cultura, afetando o porte ereto das plantas e, conseqüentemente, a avaliação do acamamento.

A produtividade e o peso de 100 sementes foram influenciados significativamente pelos tratamentos. Observaram-se maiores produtividades e peso de 100 sementes para o tratamento com o fungicida ciproconazole + azoxistrobina, estatisticamente superior aos demais tratamentos. Tal fato pode ser explicado pelo efetivo controle da FAS com o tratamento fungicida. Dessa forma, a maior área foliar sadia no tratamento com CA+OM determinou maior peso de 100 sementes e, conseqüentemente, maior produtividade desse tratamento.

Tabela 3 Média de grau de acamamento, alturas de planta (cm), peso de 100 sementes (g) e produtividade (kg ha⁻¹). Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática. Lavras, MG, 2010

Tratamentos	Grau de acamamento ¹	Alturas de plantas	Peso de 100 sementes	Produtividade ²
Testemunha absoluta	2,0a	99,00a	12,74b	2019,82b
Ciproconazole+azoxistrobina +óleo mineral – CA+OM)	2,0a	102,23a	18,30a	4547,72a
ASM (V ₅ + R ₁ + R ₅)	1,0a	105,23a	13,37b	2059,51b
ASM (R ₁ + R ₅)	1,0a	101,17a	13,65b	2116,73b
Fosfito de potássio (V ₅ + R ₁ + R ₅) - 1,5 L ha ⁻¹	2,33b	96,70a	13,28b	2518,65b
Fosfito de potássio (R ₁ + R ₅) - 1,5 L ha ⁻¹	3,67b	102,47a	14,37b	2555,19b
Fosfito de potássio (V ₅ + R ₁ + R ₅) - 3,0 L ha ⁻¹	2,67b	97,83a	12,83b	1547,26b
Fosfito de potássio (R ₁ + R ₅) - 3,0 L ha ⁻¹	2,33b	96,70a	13,47b	2960,08b
Fosfito de cobre (V ₅ + R ₁ + R ₅) - 1,0 L ha ⁻¹	2,67b	102,83a	13,01b	2478,34b
Fosfito de cobre (R ₁ + R ₅) - 1,0 L ha ⁻¹	2,33b	93,30a	12,92b	2155,10b
Fosfito de cobre (V ₅ + R ₁ + R ₅) - 2,0 L ha ⁻¹	2,33b	95,03a	13,09b	2297,24b
Fosfito de cobre (R ₁ + R ₅) - 2,0 L ha ⁻¹	2,67b	96,30a	13,23b	2200,63b
MOS (V ₅ + R ₁ + R ₅) - 0,6 L ha ⁻¹	1,67a	95,73a	13,10b	2671,86b
MOS (R ₁ + R ₅) - 0,6 L ha ⁻¹	3,00b	97,77a	13,89b	1957,68b
MOS (V ₅ + R ₁ + R ₅) - 1,2 L ha ⁻¹	2,33b	95,80a	12,75b	2671,86b
MOS (R ₁ + R ₅) - 1,2 L ha ⁻¹	1,67a	95,10a	12,82b	3341,19b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

¹-Grau de acamamento de acordo com Bernard; Chamberlain e Lawrence, (1965).

² - Produtividade (kg ha⁻¹) estimada na área útil da parcela experimental (128 plantas colhidas).

3.2 Experimento 2

Observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos para a severidade da ferrugem-asiática da soja (Tabela 4, Anexo A).

A doença foi mantida em menores níveis de severidade com aplicação do fungicida ciproconazole + azoxistrobina + óleo mineral (CA+OM) e nos tratamentos fosfitos de potássio e ADB associados a CA+OM (Figura 1). O controle da FAS, nestas condições, pode ser atribuído ao fungicida utilizado, uma vez que a doença progride rapidamente a partir do início da epidemia doença nos tratamentos com indutores de resistência isoladamente e na testemunha sem aplicação de produtos (Figura 3). Mesmo com a segunda aplicação em R5, a FAS atinge o máximo de severidade nesses tratamentos.

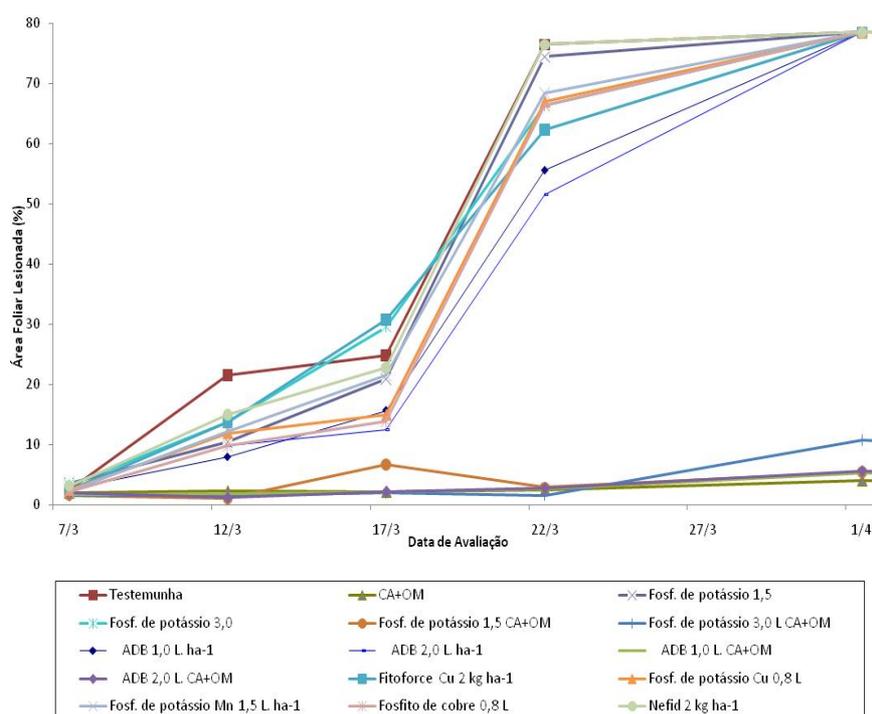


Figura 3 Curva de progresso da doença. Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja. Lavras - MG, 2010

Os menores valores de AACPD foram constatados nos tratamentos com fosfitos de potássio $1,5 \text{ L ha}^{-1} + (\text{CA}+\text{OM})$, fosfito de potássio $3,0 \text{ L ha}^{-1} + (\text{CA}+\text{OM})$, ADB $1,0 \text{ L ha}^{-1} + (\text{CA}+\text{OM})$, ADB $2,0 \text{ L ha}^{-1} + (\text{CA}+\text{OM})$, respectivamente, de 92,5%; 93,6%; 94,7% e de 94,9% em relação à testemunha sem controle da doença (Figura 4). Estes tratamentos não diferiram significativamente do tratamento com o fungicida padrão (CA+OM), com 94,9% de controle em relação à testemunha absoluta. Observou-se que aplicações de fosfitos associados ao fungicida não interferiram na eficiência de controle da doença. Meneghetti et al. (2010), estudando a efetividade da ativação de defesa em diferentes cultivares de soja contra *P. pachyrhizi*, também observaram que o fosfito isoladamente foi incapaz de reduzir a intensidade da FAS. Contudo, segundo esses autores, quando aplicado em associação com epoxiconazole e epoxiconazole + piraclostrobina, o fosfito também não melhorou a eficiência de nenhum dos fungicidas testados.

O indutor ADB nas doses de $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ e de $2,0 \text{ L ha}^{-1}$, fosfito de potássio+Cu $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ e fosfito de cobre, aplicados isoladamente, reduziram a severidade da FAS, apresentando resultados intermediários de AACPD, nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho. Esses produtos podem ter ação na fase de latência do fungo, retardando o início da epidemia, contudo, após ciclos sucessivos do patógeno não se mostraram capazes de reduzir a taxa de progresso. Dianese et al. (2009) também observaram redução na podridão-do-pé do mamoeiro (*Phytophthora palmivora*) com aplicações de fosfitos de potássio, magnésio ou cálcio. Já o fosfito de CaB não se mostrou eficiente no controle da podridão-parda (*Monilinia fructicola*), entretanto, o fosfito de K reduziu o número de frutos de pêssegos doentes em 60% e 28% em relação à testemunha, aos três e aos cinco dias, respectivamente (MOREIRA; MAY-DE-MIO, 2009).

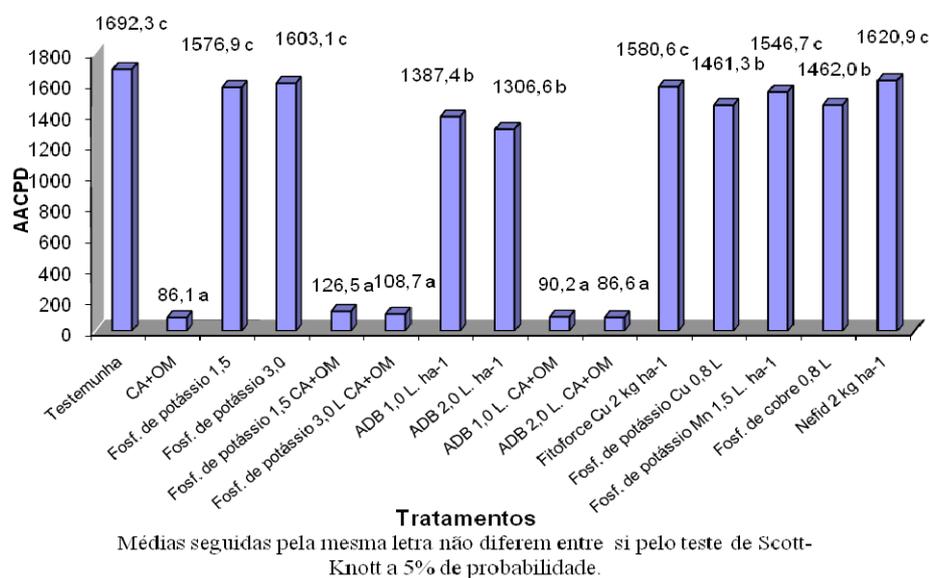


Figura 4 Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja. Lavras - MG, 2010

Os tratamentos com fosfito de potássio, dosagens de 1,5 e de 3,0 L ha⁻¹, Fitoforce 2 kg ha⁻¹ e Nefid 2 kg ha⁻¹ não diferiram estatisticamente da testemunha não pulverizada. De acordo com Pereira et al. (2010), tratamentos com MOS, extrato de folha de cafeeiro com ferrugem, extrato de casca de uva e acibenzolar-S-metil não apresentam boa eficiência na proteção de videiras contra o míldio (*Plasmopora viticola*). Todavia, extratos obtidos de microrganismos ou de vegetais foram descritos como indutores de resistência em plantas, atuando na redução da intensidade de doenças. Neste sentido, Pereira et al. (2008b) observaram que filtrado de micélio de *Rhizopus* sp., extrato de quitosana de micélio de *Trichoderma* sp., extrato metanólico de casca de maracujá seca e extrato de quitosana de micélio de *Rhizopus* sp. conferiram

capacidade parcial de proteção em plantas de cacaueteiro infectadas por *Verticillium dahliae*. Santos et al. (2007) observaram elevação da atividade de peroxidases e de polifenoloxidasas e maior deposição de lignina em plantas de café tratadas com extrato de folhas de café infectadas por *H. vastatrix* (EFID) e extrato de cascas de frutos de café beneficiados (ECFC), comparados à testemunha, pulverizada com água. Em campo, os mesmos autores observaram que o EFID e o ECFC reduziram a severidade da ferrugem em cafeeiro orgânico. A severidade da cercosporiose foi reduzida em 47% em plantas tratadas com ECFC. Já a mancha-de-phoma teve menor incidência com o tratamento com EFID, reduzindo em 61% a área abaixo da curva de progresso da doença. Pereira et al. (2008a) demonstraram redução de até 35% na área abaixo da curva de progresso da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), em mudas de cafeeiro sob condições controladas, com aplicações de extrato de casca de café na concentração de 116 g L⁻¹.

A produtividade e o peso de 100 sementes de soja foram influenciados significativamente ($P < 0,05$) pelos tratamentos (Tabela 5, ANEXO A). As melhores produtividades foram apresentadas pelos tratamentos com o indutor ADB 2,0 L ha⁻¹ + (CA+OM) (3506,897 kg ha⁻¹), fosfito de potássio 3,0 L ha⁻¹ + (CA+OM) (3366,480 kg ha⁻¹) e com o fungicida CA+OM (3395,817 kg ha⁻¹), seguidos por ADB 1,0 L ha⁻¹ + (CA+OM) (2782,947 kg ha⁻¹) e fosfito de potássio 1,5 L ha⁻¹ + (CA+OM) (2525,570 kg ha⁻¹). Notou-se que os maiores pesos de 100 sementes foram observados nas parcelas tratadas com indutor de resistência associado ao fungicida ciproconazole+azoxistrobina e no tratamento com o fungicida isoladamente (Tabela 4). Tal fato pode ser atribuído ao melhor controle da FAS pelo fungicida em relação aos indutores isoladamente e explica também o desempenho superior desses tratamentos em relação à produtividade.

Tabela 4 Média de grau de acamamento, alturas de planta (cm), peso de 100 sementes (g) e produtividade (kg ha⁻¹). Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática. Lavras - MG, 2010

Tratamentos	Grau de Acamamento ¹	Alturas de Plantas	Peso de 100 sementes	Produtividade ²
Testemunha Absoluta	1,3 a	88,5 b	10,810 d	920,65 c
Ciproconazole+azoxistrobina +óleo mineral (CA+OM)	1,3 a	93,7 a	16,930 a	3395,817 a
Fosfito de potássio 1,5 L ha ⁻¹	1,3 a	94,1 a	11,877 c	1159,227 c
Fosfito de potássio 3,0 L ha ⁻¹	1,3 a	93,5 a	11,757 c	1221,793 c
Fosfito de potássio 1,5 L ha ⁻¹ + CA+OM	1,3 a	95,5 a	16,080 b	2525,570 b
Fosfito de potássio 3,0 L ha ⁻¹ + CA+OM	1,7 a	97,2 a	17,153 a	3366,480 a
ADB 1,0 L ha ⁻¹	1,3 a	94,9 a	12,360 c	1580,520 c
ADB 2,0 L ha ⁻¹	1,0 a	95,7 a	12,107 c	1685,607 c
ADB 1,0 L ha ⁻¹ + CA+OM	1,7 a	95,7 a	16,887 a	2782,947 b
ADB 2,0 L ha ⁻¹ + CA+OM	1,7 a	96,0 a	16,693 a	3506,897 a
Fitoforce+Cu	1,7 a	92,7 a	12,027 c	1269,670 c
Fosfito de potássio+Cu	1,7 a	95,1 a	12,010 c	1289,373 c
Fosfito de potássio+Mn	2,3 a	97,1 a	11,917 c	1549,770 c
Fosfito de cobre	1,7 a	83,6 b	11,353 d	1558,333 c
Nefid	2,0 a	88,1 b	11,957 c	1191,743 c

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

¹ - Grau de acamamento de acordo com a escala de Bernard; Chamberlain e Lawrence, (1965).

² - Produtividade média (kg ha⁻¹) estimada na área útil da parcela experimental (128 plantas).

Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas quanto ao grau de acamamento (Tabela 4). Houve diferenças entre as alturas de plantas, mesmo com início das aplicações dos produtos no estágio R2, quando teria cessado o crescimento das plantas. Sendo assim, as diferenças observadas se devem a outras causas que não um possível efeito promotor de crescimento, devido aos indutores de resistência.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, não foi observado controle satisfatório da ferrugem-asiática da soja quando os indutores de resistência foram aplicados isoladamente. No entanto, a contribuição desses produtos pode ser potencializada associando-os a fungicidas tradicionalmente utilizados para o controle da doença. Os indutores que carregam nutrientes como íons acompanhantes, como é o caso dos fosfitos, podem, inclusive, integrarem-se ao plano de nutrição foliar, com possíveis benefícios à cultura da soja.

Trabalhos futuros poderão ser realizados com maior número de aplicações, desde os estádios vegetativos V3 (terceiro trifólio aberto), com objetivo de estimular mecanismos de defesa nas plantas de soja preventivamente, ou seja, antes da deposição do inóculo. Dessa forma, ajustando-se os estádios de aplicação dos indutores de resistência, respostas de defesa das plantas poderão ser efetivas na fase de latência do patógeno com maiores probabilidade de controle da doença.

Novos estudos utilizando maior volume de calda para aplicação dos indutores são necessários com vistas na cobertura adequada do dossel das plantas.

Salienta-se, contudo, que os mecanismos envolvidos na indução de resistência e, provavelmente, na redução da severidade de doenças da soja serão estudados e elucidados em trabalhos futuros, desenvolvidos sob condições controladas.

5 CONCLUSÃO

Os indutores de resistência aplicados isoladamente por pulverizações foliares não reduziram a severidade da ferrugem asiática da soja.

Aplicações do fungicida ciproconazole + azoxistrobina + óleo mineral, isoladamente ou associadas a fosfito de potássio na dose de 3,0 L ha⁻¹ ou ao indutor ADB 2,0 L ha⁻¹, reduziram a severidade da ferrugem-asiática da soja e apresentaram maiores produtividades e peso de 100 sementes.

REFERÊNCIAS

- AKAMATSU, M. A.; BARRETO, M.; AKAMATSU, R. Detecção e distinção de *Phakopsora pachyrhizi* e *P. meibomia* em amostras do herbário uredinológico do Instituto Biológico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 277-278, ago. 2004. Suplemento.
- ARAUJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 54-59, jan./fev. 2010.
- BERNARD, R. L.; CHAMBERLAIN, D. W.; LAWRENCE, R. D. (Ed.). **Result of the cooperative uniform soybeans tests**. Washington: USDA, 1965. 134 p.
- CABRAL, C. P. et al. Efeito de acibenzolar-S-metil, mananoligossacarídeo e bioflavonóides cítricos no controle da mancha-aquosa e no crescimento do meloeiro. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 119-123, mar./abr. 2010.
- CARRE-MISSIO, V. et al. Aplicação foliar de silicato de potássio, acibenzolar-S-metil e fungicidas na redução da mancha de *Pestalotia* em morango. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 182-185, maio/jun. 2010.
- COHEN, Y. Induced resistance against fungal diseases by aminobutyric acids. In: LYR, H.; RUSSEL, P. E.; SISLER, H. D. (Ed.). **Modern fungicides and antifungal compounds**. Andover: Intercept, 1996. p. 461-466.
- DANNER, M. A. et al. Indução de resistência à podridão-parda em pêssegos pelo uso de eliciadores em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n. 7, p. 793-799, jul. 2008.

DESLANDES, J. A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 337-339, mar./abr. 1979.

DIANESE, A. C. et al. Aplicação de fosfito de potássio, cálcio ou magnésio para a redução da podridão-do-pé do mamoeiro em casa de vegetação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2309-2314, nov. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil - 2009 e 2010**. Londrina, 2008. 262p.

FEHR, W. R.; CAVINES, C. E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, jan./fev. 2006.

HUTH, W.; BALKE, K. Bion—without effect on the development of BYDV infected plants of winter barley. **Journal Plant Disease Protection**, Berlin, v. 109, n. 3, p. 286-290, Mar. 2002.

KUC, J. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. **European Journal of Plant Pathology**, Dodrecht, v. 107, n. 1, p. 7-12, Jan. 2001.

LABANCA, E. R. G. **Purificação parcial de elicitores presentes em *Saccharomyces cerevisiae*: atividade como indutores de resistência em pepino (*Cucumis sativus*) contra *Colletotrichum lagenarium* e da síntese de gliceolina em soja.** 2002. 118 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2. ed. London: Academic, 1995. 889 p.

MAZARO, S. M. et al. Post harvest behavior of strawberry fruits after pre-harvest treatment with chitosan and acibenzolar-S-methyl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 185-190, mar. 2008.

MENEGHETTI, R. C. et al. Avaliação da ativação de defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 823-829, ago. 2010.

MOREIRA, L. M; MAY-DE-MIO, L. L. Controle da podridão parda do pessegueiro com fungicidas e fosfitos avaliados em pré e pós colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 405-411, mar/abr. 2009.

NOJOSA, G. B. A. et al. Efeito de indutores de resistência em cafeeiro contra a mancha de Phoma. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 60-62, jan./fev. 2009.

OLIVEIRA, R. F.; PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Papilla formation and peroxidase activity in *Mimosa scabrella* hypocotyls inoculated with the non-pathogen *Colletotrichum graminicola*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 195-197, jun. 1997.

PEREIRA, R. B. et al. Extrato de casca de café, óleo essencial de tomilho e acibenzolar-S-metil no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1287-1296, out. 2008a.

PEREIRA, R. B. et al. Ativação de defesa em cacaueteiro contra a murcha-de-verticílio por extratos naturais e acibenzolar-S-metil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 171-178, fev. 2008b.

PEREIRA, V. F. et al. Produtos alternativos na proteção da videira contra o míldio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 1, jan. 2010.

PERUCH, L. A. M.; BRUNA, E. D. Relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássico na intensidade do míldio e na produtividade da videira cv. 'Goethe'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2413-2418, set. 2008.

RESENDE, M. L. V. et al. Induction of resistance in cocoa against *Crinipellis pernicioso* and *Verticillium dahliae* by acibenzolar-S-methyl (ASM). **Plant Pathology**, Oxford, v. 51, n. 5, p. 621-628, Oct. 2002.

RIBEIRO JÚNIOR, P. M. et al. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb., em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 629-636, jul./ago. 2006.

SALGADO, S. M. L.; RESENDE, M. L. V.; CAMPOS, V. P. Efeito de indutores de resistência sobre *Meloidogyne exigua* do cafeeteiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1007-1013, jul./ago. 2007.

SANTOS, F. S. et al. Efeito de extratos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeteiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 59-63, jan./fev. 2007.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildwing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 70, n. 8, p. 1183-1186, 1977.

SI-AMMOUR, A.; MAUCH-MANI, B.; MAUCH, F. Quantification of induced resistance against *Phytophthora* species expressing GFP as a vital marker: Beta-aminobutyric acid but not BTH protects potato and *Arabidopsis* from infection. **Molecular Plant Pathology**, London, v. 4, n. 4, p. 237-248, Apr. 2003.

SILVA JÚNIOR, J. et al. Efeito de fungicidas sistêmicos e protetores aplicados em diferentes estádios fenológicos no controle da ferrugem asiática da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 705-712, maio/jun. 2009.

SILVA, L. H. C. P. **Resistência sistêmica ativada pelo acibenzolar-S-metil contra doenças em tomateiro**. 2002. 89 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2002.

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, Sept. 1989.

SOARES, A. C. F. et al. Eficiência do acibenzolar-s-metil na proteção de plantas de inhame à *Curvularia eragrostides*. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 147-151, jan./mar. 2008.

STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F. Proteção de plântulas de milho pipoca contra *Exserohilum turcicum* pelo uso de *Saccharomyces cerevisiae*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 20, n. 1, p. 16-21, jan./mar. 1994.

TAVARES, G. M. et al. Indução de resistência do mamoeiro à podridão radicular por indutores bióticos e abióticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1416-1423, nov. 2009.

VAN LOON, L. C.; BAKKER, P. A. H. M.; PIETERSE, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 36, p. 453-483, 1998.

ANEXO - A

Tabela 1 Resumo da análise de variância para a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja. Lavras, MG, 2010¹

FONTES DE VARIÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS
Tratamentos	15	595647,6341*
Blocos	2	2251,2840
Resíduo	28	37528,6980
CV (%)		11,46

* Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

1. Severidade da doença foi avaliada pela escala de Godoy; Koga e Canteri (2006) no folíolo central do terço médio de dez plantas por parcela experimental. Os valores médios da severidade, em seis avaliações semanais, foram integrados para obter a AACPD.

Tabela 2 Resumo da análise de variância de produtividade e do peso de 100 sementes. Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja. Lavras, MG, 2010

Fontes de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		Produtividade	Peso de 100 sementes
Tratamentos	15	2869014,2683*	5,4062*
Blocos	2	675237,0575	0,4299
Resíduo	28	205793,8922	0,9940
CV (%)		17,60	7,36

* Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 3 Resumo da análise de variância do grau de acamamento e alturas de planta. Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática da soja. Lavras, MG, 2010

Fontes de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		Grau de acamamento	Altura planta
Tratamentos	15	1,1778*	71,0679 ^{ns}
Blocos	2	3,063	237,1825
Resíduo	28	0,3736	37,5396
CV (%)		27,17	6,32

^{ns} Não significativo, pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

* Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 4 Resumo da análise de variância para a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática. Lavras, MG, 2010¹

FONTES DE VARIÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS
Tratamentos	14	1475562,0222*
Blocos	2	1073,3410
Resíduo	28	9263,7411
CV (%)		9,17

* Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

¹. Severidade da doença foi avaliada pela escala de Godoy; Koga e Canteri (2006) no folíolo central do terço médio de dez plantas por parcela experimental. Os valores médios da severidade, em seis avaliações semanais, foram integrados para obter a AACPD.

Tabela 5 Resumo da análise de variância de produtividade e do peso de 100 sementes. Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática e características agrônômicas da soja. Lavras, MG, 2010

Fontes de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		Produtividade	Peso de 100
Tratamentos	14	2518112,7591*	17,8825*
Blocos	2	1029830,5671	0,9838
Resíduo	28	144985,9175	0,1649
C.V. (%)		19,69	3,02

* Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 6 Resumo da análise de variância do grau de acamamento e alturas de planta. Indutores de resistência no manejo da ferrugem asiática e características agronômicas da soja. Lavras, MG, 2010

Fontes de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		Grau de acamamento ¹	Altura planta
Tratamentos	14	0,3175 ^{ns}	43,8630 ^{ns}
Blocos	2	0,2889	105,9500
Resíduo	28	0,4317	21,7345
CV (%)		42,4	4,99

^{ns} Não significativo, pelo teste de F, a 5% de probabilidade.