

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE AGRONOMIA

ANDHERSON MATUCZAK

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA SOJA SOB O
EFEITO DE INDUTORES DE RESISTÊNCIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2016

ANDHERSON MATUCZAK

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA SOJA SOB O
EFEITO DE INDUTORES DE RESISTÊNCIA**

Trabalho de conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de conclusão de curso, do Curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Lucas da Silva Domingues

DOIS VIZINHOS

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA SOJA SOB O EFEITO DE INDUTORES DE RESISTÊNCIA

ANDHERSON MATUCZAK

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 02 de dezembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Lucas da Silva Domingues
Universidade Tecnológica federal do Paraná
- UTFPR-DV
(Orientador)

Profa. Dra. Angélica Signor Mendes
Universidade Tecnológica federal do Paraná-
UTFPR-DV
(Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso)

Prof. Dr. Sérgio Miguel Mazaro
Universidade Tecnológica federal do Paraná-
UTFPR-DV
(Membro titular)

Prof. Dr. Lucas Domingues
Coordenador do Curso
UTFPR – Dois Vizinhos

Prof. Dr. Maristela Rey Borin
Universidade Tecnológica federal do Paraná-
UTFPR-DV
(Membro titular)

RESUMO

MATUCZAK, A. **Desempenho agronômico da cultura da soja sob o efeito de indutores de resistência.** 40 p. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016.

A cultura da soja é de extrema importância econômica e social no cenário mundial, mas sua produção vem sendo limitada pelas doenças que acometem a cultura. O custo e a redução da eficiência dos fungicidas existentes no mercado faz com que novas alternativas de controle de doenças sejam estudadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes fontes comerciais de fosfito e acibenzolar-S-metílico (ASM) aplicados de maneira isolada e associados a fungicidas na severidade de doenças, nos componentes de rendimento e na produtividade da soja. O trabalho foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Dois Vizinhos, na safra 2015/2016. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, composto por doze tratamentos envolvendo três indutores de resistência: Fosfito de Manganês (Ultra Mn10[®]), Fosfito de Cobre (Cubo700[®]), Fosfito de Potássio (Ultra K10[®]) e Acibenzolar-S-metil (Bion[®]) e dois fungicidas Azoxistrobina + Ciproconazol (Priori Xtra[®]) e Azoxistrobina + Benzovindiflupir (Elatus[®]), com três repetições. Observou-se um efeito sinérgico entre a associação das fontes de fosfito e do acibenzolar-S-metílico com as moléculas de fungicidas, que resultou numa menor severidade de doenças e conseqüentemente num aumento da produtividade da cultura.

Palavras-chave: *Glycine max.* Fosfitos. Fitopatógenos. Programas de manejo fungicida.

ABSTRACT

MATUCZAK, A. **Agronomic performance of soybean under the effect of resistance inducers.** 40 p. Completion of course work. Federal Technological University of Paraná. 2016.

Soybean crop has a great social and economic importance worldwide, but its production has been limited by diseases that affect the crop. The cost and the reduced efficiency of existing fungicides on the market causes new disease control alternatives to be studied. The aim of this study was to evaluate the efficiency of different commercial sources of phosphite and acibenzolar-S-methyl (ASM) applied in isolation and in combination with fungicides in the disease severity, yield components and soybean productivity. The study was conducted in the experimental area of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos in the 2015/2016 crop. The experimental design was in randomized blocks, composed of twelve treatments involving three resistance inducers: phosphite Manganese (Ultra Mn10®) Phosphite Copper (Cubo700®) Phosphite Potassium (Ultra K10®) and acibenzolar-S methyl (Bion®) and two fungicides Azoxystrobin + Cyproconazole (Priori Xtra) and Azoxystrobin + Benzovindiflupir (Elatus®) with three repetitions. There was a synergistic effect between the association of phosphite and acibenzolar-S-methyl sources with the fungicides molecules, resulting in a lower severity of diseases and consequently an increase in crop yield.

Key Words: *Glycine max.* Phosphites. Phytopathogen. Fungicidal management programs.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média das Temperaturas Máxima e Mínima, Umidade Relativa do ar e da Precipitação dos meses Outubro de 2015 à Fevereiro de 2016, oriundos do banco de dados da estação meteorológica do INMET instalada na UTFPR - Campus Dois Vizinhos (8° Distrito Meteorológico - DISME). Dois Vizinhos – Paraná (2015/2016).....22

Tabela 2 – Severidade (% de área foliar) da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (NA5909RG) submetida a diferentes tratamentos com indutores de resistência, e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Fazenda Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos – Paraná (2015/2016).....25

Tabela 3 – Severidade (% de área foliar) do Míldio (*Peronospora manshurica* (Naoum.) Syd. ex Gaum) da soja (NA5909RG) submetida a diferentes tratamentos com indutores de resistência e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Fazenda Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos – Paraná (2015/2016).....28

Tabela 4 – Peso de 1000 sementes e produtividade da soja (NA5909RG) submetida a diferentes tratamentos com indutores de resistência. Fazenda Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos – Paraná (2015/2016).....29

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processo de Semeadura da Área Experimental, Dois Vizinhos – PR.....19

Quadro 1: Produtos, dosagens e épocas de aplicação de cada tratamento, Dois Vizinhos – PR.....20

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 10 |
| 2.1 CULTURA DA SOJA | 10 |
| 2.2 DOENÇAS DA SOJA | 11 |
| 2.2.1 Ferrugem asiática..... | 12 |
| 2.2.2 Míldio da soja | 12 |
| 2.3 INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA | 13 |
| 2.4 FOSFITOS..... | 16 |
| 2.5 ACIBENZOLAR-S-METIL – AS..... | 18 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 19 |
| 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL..... | 19 |
| 3.2 IMPLANTAÇÃO | 19 |
| 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 20 |
| 3.4 TRATAMENTOS | 20 |
| 3.5 AVALIAÇÕES..... | 22 |
| 3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS | 22 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 23 |
| 4.1 FERRUGEM ASIÁTICA:..... | 24 |
| 4.2 MÍLDIO:..... | 27 |
| 4.3 PRODUTIVIDADE: | 30 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 33 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 34 |

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) foi a cultura que mais cresceu nas últimas três décadas no Brasil, correspondendo a 49% da área plantada em grãos no país (MAPA, 2016).

O aumento e uso intensivo de áreas com a soja fez com que as doenças se tornassem mais expressivas, passando a representar um dos principais fatores limitantes ao aumento da produtividade e da estabilidade de rendimento da cultura (YORINORI, 2000).

Cerca de 50 doenças já foram identificadas no país, causando sérios prejuízos, sendo que a monocultura da soja e a adoção de práticas de manejo inadequadas têm favorecido o aparecimento de novas doenças e também o agravamento daquelas de menor importância. A soma desses fatores apontam para a necessidade do desenvolvimento de novas estratégias de controle que venham a se somar àquelas utilizadas atualmente.

Uma das estratégias que tem crescido em importância atualmente é a indução de resistência, que se caracteriza pela ativação dos mecanismos de defesa inerentes da planta. Essa, após ser submetida ao tratamento com uma substância ou organismo indutor, é capaz de expressar respostas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que limitam a atividade do patógeno em seus tecidos (RODRIGUES et al., 2012).

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

Devido à redução gradual da eficiência dos fungicidas, o custo elevado para o desenvolvimento de novas moléculas fungicidas e o tempo que se leva para lançar uma nova molécula fungicida no mercado, o uso da indução de resistência a doenças, por meio da aplicação de fosfitos na cultura, vem ganhando cada vez mais importância.

Existem poucos trabalhos realizados sobre o uso de fosfitos no manejo de doenças na cultura da soja. Dessa forma o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do uso de indutores de resistência aplicados isoladamente e associados com fungicidas na severidade de doenças e no rendimento da cultura da soja.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max L.*) é uma planta de ciclo anual pertencente à família Fabaceae. Tem como centro de origem a China e, a partir dali, por volta do século XI a.C., teria migrado para outros países do Mundo , quando então teve sua importância econômica aumentada (GRIS, 2009).

A soja era encontrada em países asiáticos, no final do século XV, devido a sua adaptabilidade e importância econômica, a soja expandiu-se do continente asiático para a Europa e Américas do Norte e do Sul (CARVALHO, 1999).

O cultivo da soja começou a ser expressivo quando o teor de proteína do grão despertou o interesse das indústrias mundiais. No entanto, a Rússia, Inglaterra e Alemanha não obtiveram sucesso na tentativa de introdução comercial da cultura, uma provável explicação para isso é a de que às condições climáticas não eram favoráveis ao desenvolvimento da cultura (EMBRAPA, 2014).

O cultivo da soja no Brasil iniciou-se em 1882, na Bahia. Posteriormente, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) promoveu a distribuição de sementes de soja para produtores paulistas em 1900 e 1901 e, também nestes anos, obtiveram-se registros do primeiro plantio no estado do Rio Grande do Sul, onde o cultivo desta cultura encontrou condições favoráveis para se desenvolver, devido às condições climáticas da região ser semelhantes às do ecossistema de origem das cultivares (GRIS, 2009).

Posteriormente, no final da década de 60, houve a primeira grande expansão da soja no Brasil com um aumento de 25,9% na produção passando de 1,3 para 8,8 milhões de hectares plantados, a cultura passou a ser vista como um produto comercial, especialmente, pela demanda por farelo de soja para nutrição de aves e suínos e, pelo fato da cultura servir como alternativa de cultivo no verão no Sul do Brasil (DIAS et al., 2007; EMBRAPA, 2014).

No ano de 1970 houve um aumento no preço da soja em grande parte do mundo, fato que incentivou os produtores aumentarem o plantio de soja, além disso, o governo brasileiro influenciado por esse aumento no preço da soja passou a incentivar os produtores do país a investirem no plantio desta cultura. O país se beneficia de uma vantagem competitiva em relação aos outros países produtores: o escoamento da safra brasileira ocorre na entressafra americana, período em que os preços atingem a maiores cotações. A partir daí,

o país passou a investir em tecnologia para adaptação e desenvolvimento da cultura às condições do Brasil, o que promoveu um crescimento da produção e da capacidade competitiva da soja brasileira, a cultura da soja desempenha grande papel econômico e social no cenário nacional, gerando emprego e renda desde os latifúndios até as pequenas propriedades rurais (RIGON et al., 2007; EMBRAPA, 2014).

A produção brasileira de soja na safra 2015/2016 foi de 96,5 milhões de toneladas, com uma área colhida de 33,2 milhões de hectares alcançando uma produtividade de 2.870 kg ha⁻¹. Com essa produção o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo perdendo apenas para os Estados Unidos, que obtiveram uma produção de 106,93 milhões de toneladas (CONAB, 2016).

Nota-se uma redução na produtividade comparando-se com a obtida na safra anterior (2014/2015), que foi de 2.998 kg ha⁻¹. Uma das razões apontadas para a queda da produtividade foi à pressão de doenças, principalmente a ferrugem asiática, está foi observada em todas as regiões produtoras (CONAB; 2016).

2.2 DOENÇAS DA SOJA

O elevado potencial produtivo da cultura da soja nem sempre é expresso a campo, pois a cultura sofre forte redução na produtividade devido à incidência de fitopatógenos. São vários os agentes fitopatogênicos que causam doenças na cultura no Brasil e no mundo, os quais levam a perdas de produção e danos às plantas afetadas. Mais de 40 doenças que ocorrem na cultura, causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus, já foram identificadas no Brasil. Esse número continua aumentando devido à expansão da cultura para novas áreas. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%, além disso, algumas doenças podem causar perdas de quase 100% na produção (YORINORI, 2000; EMBRAPA, 2003).

2.2.1 Ferrugem asiática

A ferrugem asiática é causada pelo fungo *Phakospora pachyrhizi* Syd. & P. Syd., é considerada a doença mais severa que ocorre na cultura da soja, com danos que variam de 10% a 90% dependendo do ambiente e das medidas de controle adotadas (YORINORI et al., 2005).

Na atualidade, a ferrugem asiática é a doença de maior potencial de dano na cultura, devido a sua agressividade e capacidade de disseminação. Os danos são relativos à redução do número de vagens, número de grãos cheios e peso de grãos. Também provoca reduções no conteúdo de óleo, no entanto não afetam os teores de proteína dos grãos. Os maiores danos são observados quando a ferrugem asiática atinge grandes percentuais de severidade, que promovem a desfolha prematura das plantas de soja e provocam o aborto e a queda das vagens (ANDRADE; ANDRADE, 2002; YORINORI et al., 2003; REIS; BRESOLIN, 2004).

Os sintomas da doença podem aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta. Sendo que os primeiros sintomas são caracterizados por pontos minúsculos, com no máximo 1 mm de diâmetro, esses pontos apresentam coloração mais escura que o tecido sadio da folha, podem apresentar coloração esverdeada a cinza-esverdeada, causam a formação de urédias na parte inferior da folha. As urédias adquirem coloração castanho-clara a castanho-escura. Com o aumento da severidade, as folhas amarelam e caem provocando a desfolha precoce das plantas (ALMEIDA, 2005).

2.2.2 Míldio da soja

O Míldio causado pelo fungo *Peronospora manshurica* (Naumov) Syd., é considerada uma doença secundária na cultura da soja, seu agente etiológico é um parasita obrigatório, pelo fato que necessitado do seu hospedeiro para sobreviver, se mantendo na planta viva ou sementes (KOWATA, L.S. et al., 2008).

Pode aparecer em plantas de qualquer idade, a partir de 2 semanas, quando a doença resulta de infecção sistêmica proveniente da semente. Primeiramente notam-se pequenas manchas verde-claras e amareladas que vão aumentando de tamanho, ficando no fim com o centro necrótico de cor acinzentada. As manchas sempre apresentam halo amarelado e são

irregulares. Infestação severa pode causar desfolhamento da planta. Na face inferior das folhas formam-se as frutificações do fungo, na forma de esporangióforos ramificados e esporângios (conídios). Esta massa esbranquiçada é a característica fundamental para diferenciar os sintomas desta doença. Quando a doença ocorre durante a formação dos grãos estes podem ficar apodrecidos, ou, em uma fase mais adiantada, recobertos de micélios e oósporos do fungo (HENNING. A. A. et al.,2014).

O Míldio por ser considerado uma doença secundária, desta forma não apresenta muitas medidas de controle, o controle utilizado usualmente para a ferrugem asiática não atinge o míldio, podendo levar ao surgimento de surtos da doença. Porém a doença não provoca uma redução expressiva na produtividade da cultura (REGGINATO, 2008).

2.3 INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA

A indução de resistência a patógenos em plantas é conhecida de longa data, há mais de 100 anos tem-se conhecimento que as plantas podem desenvolver defesas contra pragas e doenças (VALLAD; GOODMAN, 2004). O primeiro relato de indução de resistência foi descrito por Ray; & Beauverie em 1901, os quais obtiveram indução de resistência em begônia pelo uso de esporos atenuados de *Botrytis cinera* e relacionam a indução com condições ambientais de cultivo. Cerca de trinta anos mais tarde, esse estudo foi confirmado por Carbonne & Kalaljev que mostraram que a resistência sistêmica adquirida depende da condição do hospedeiro (KESSMANN et al., 1994).

Na década de 60, Ross utilizou plantas de fumo submetidas a uma inoculação prévia localizada com o “tobacco mosaic vírus” (TMV – vírus do mosaico do fumo), e obteve resistência sistêmica contra outros patógenos (VALLAD; GOODMAN, 2004). No entanto, apenas recentemente o potencial do seu emprego no controle de doenças de plantas começou a ter maior importância (OOSTENDORP et al., 2001).

A partir desses trabalhos pioneiros, várias pesquisas com indução de resistência foram desenvolvidas, com as mais diversas culturas (BOSTOCK, 2005). No Brasil, os primeiros estudos foram desenvolvidos em 1970, no Instituto Biológico de São Paulo, contra *Hemileia vastatrix*, com o uso de *Saccharomyces cerevisiae*, goma xantana, *Bacillus thuringiensis* e uredosporos inativados de *H. vastatrix* (BONALDO et al., 2005).

As plantas apresentam capacidade de reconhecer a invasão de agentes patogênicos e de desenvolver diversos mecanismos de defesa contra o ataque dos mesmos (STASKAWICZ, 2001). Alguns desses mecanismos são expressos constitutivamente e constituem-se de barreiras físicas e químicas, é a chamada resistência natural de plantas às doenças, enquanto outros são induzidos somente após o ataque do patógeno, ativando uma rede de transdução de sinais e a ativação da expressão de genes que codificam para proteínas relacionadas à defesa das plantas, nesse caso a resistência é dita induzida (DIXON; LAMB, 1990; PASCHOLATI; LEITE, 1995).

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

A indução de resistência consiste no aumento da capacidade de defesa da planta contra organismos fitopatogênicos (VAN LOON et al., 1998). A resistência é desencadeada por um agente indutor, biótico ou abiótico, que aciona mecanismos de defesa na planta, os quais se encontram inativos ou latentes (HAMMERSCHMIDT; KÚC, 1982). Essa ativação pode ocorrer por tratamento com agentes bióticos, ou seja, formas avirulentas de patógenos, extratos vegetais e extratos de fungos (STANGARLIN; PASCHOLATI, 1994) ou por ativadores químicos, dentre eles se destacam: o ácido aminobutírico, ácido 2,6-dicloroisonicotínico e acibenzolar-S-metil (VAN LOON et al., 1998).

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

A resistência induzida em plantas pode ser do tipo resistência sistêmica adquirida (RSA) ou resistência sistêmica induzida (RSI) (GLAZEBROOK, 2005). A RSA é um mecanismo de defesa induzida por agentes bióticos ou abióticos ou infecção localizada por patógenos, que confere proteção à planta a um amplo espectro de microrganismos (DURRANT; DONG, 2004).

A RSA ocorre em resposta à lesões necróticas causadas por patógenos ou em função de aplicação exógena de ácido salicílico ou compostos sintéticos, como o ester S-metil do ácido benzo [1,2,3] tiadizol-7-carbotioico (ASM) e o ácido 2,6-dicloroisonicotínico (INA). Esse tipo de resistência é efetiva contra um amplo espectro de patógenos e está relacionada com a produção de proteínas patogênicas (proteínas-RPs) (VAN LOON; et al., 1998).

A RSA é caracterizada pela ativação de um amplo número de genes relacionados à patogenicidade. Quando o microrganismo patogênico interage com a planta pode ocorrer o estabelecimento da compatibilidade, onde a planta é susceptível ao patógeno, ou a incompatibilidade, neste caso a planta apresenta resistência ao patógeno (HEIL; BOSTOCK, 2002). No momento em que ocorre uma interação incompatível acontecem, na planta, uma série de respostas envolvendo liberação de sinais moleculares, iniciando o reconhecimento, transdução e tradução do sinal para a ativação de genes de defesa (BOSTOCK, 2005).

As diferentes formas de resistência foram descobertas recentemente, pois algumas plantas não respondiam bioquimicamente a indutores como a rizobactéria *Pseudomonas fluorescens*. Essas rizobactérias induzem a RSI e apresentam ação sobre a herbivoria. Diferente da RSA a RSI é independente do ácido salicílico e não esta associada com a ativação dos mesmos genes da RSA, a RSI não produz proteínas patogênicas. A RSI requer para sua ativação, o aumento dos níveis de ácido jasmônico (AJ) e etileno (FEYS; PARKER, 2000; BOSTOCK, 2005).

Dentre as proteínas patogênicas, produzidas na RSA, destacam-se as quitinases que hidrolisam a quitina, que é o principal componente celular de muitos fungos. As β -1,3-glucanases, que são enzimas que hidrolisam polímeros de β -1,2-glucana, compostos que, juntamente com a quitina, são os principais componentes que conferem resistência à parede celular dos fungos (CORNELISSEN; MELCHERS, 1993). As peroxidases promovem a oxidação dos compostos fenólicos e aceleram a polimerização, originando substâncias similares à lignina, que se depositam na parede celular e interferem no desenvolvimento do patógeno, estas substâncias estão envolvidas na formação da parede celular vegetal, na suberização e na lignificação (RODRIGUES et al., 2012).

A lignina é um polímero que apresenta função primária e secundária na planta, além de proporcionar suporte mecânico pode se depositar e bloquear o desenvolvimento de patógenos e representa uma resposta frequente à infecção ou à lesão, essa substância também reduz a digestibilidade tornando a planta indigerível por animais (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Outra forma de defesa, em plantas induzidas, em resposta à infecção por patógenos é a oxidação de compostos fenólicos que são tóxicos a patógenos. Neste caso ocorre a produção

de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) que é capaz de gerar outros radicais ativos de oxigênio (ROS) como a hidroxila (OH^-) que é ainda mais reativa e tóxica, além de apresentar atividade antimicrobiana (PENG; KÚC, 1992).

2.4 FOSFITOS

O fosfito (H_2PO_3^- e HPO_3^{2-}) é oriundo de sais de metais alcalinos gerados a partir do ácido fosforoso (H_3PO_3), que está sendo comercializado como fungicida bioestimulador ou como fonte de fósforo (P) para as plantas, após sua aplicação na planta ele é rapidamente absorvido e translocado pelo xilema e posteriormente pelo floema. Existem várias formulações do produto em associação com outros nutrientes como K, Ca, B, Zn e Mn (LOVATT; MIKKELSEN, 2006).

Os fosfitos de potássio, que são obtidos na reação com o hidróxido de potássio (KOH), estão introduzidos no mercado, desde a década de 70, como fertilizantes comerciais. Houve um aumento no uso de fertilizantes à base de fosfitos como fonte de fósforo em atividades agrícolas no Brasil visando um aumento na produtividade, devido às importantes propriedades desencadeadas pelo P nas plantas (DIAS et al., 2007).

Entre as principais vantagens da utilização de fosfito na agricultura, merecem destaque o baixo custo, a prevenção e o controle das doenças produzidas, melhoria no estado nutricional das plantas. Outros efeitos incluem o equilíbrio nutricional das plantas, amadurecimento mais uniforme, o prolongamento do tempo de conservação e qualidade superior dos frutos na pós-colheita (NOJOSA et al., 2005).

O uso de fosfito como fonte nutricional de P é questionado. Existem poucos trabalhos publicados sobre o assunto, sendo que trabalhos nacionais são quase inexistentes, ou seja, não há evidências que o fosfito possa ser utilizado como fonte de P pelos vegetais (ARAÚJO, 2008; ÁVILA, 2009).

Existem pesquisas realizadas com o uso de fosfito como fungicida, estas indicam que o fosfito é eficiente no controle de diversas doenças de plantas, principalmente aquelas causadas por organismos conhecidos por “pseudofungos”, classificados taxonomicamente no filo Oomycota; como exemplos *Phytophthora sp*, *Plasmopara sp*, *Bremia sp* e *Phythium sp*.

(BRACKMANN et al., 2005; LOVATT; MIKKELSEN, 2006; SHEARER; FAIRMAN, 2007).

O fosfito pode atuar de duas formas no controle de doenças de plantas. A primeira forma é uma ação tóxica direta sobre o patógeno que diminui o crescimento micelial, diversos trabalhos comprovam que a acidez do fosfito interfere diretamente no desenvolvimento dos fungos (ARAÚJO et al., 2010). A segunda é de um modo indireto onde o fosfito estimula a ativação dos mecanismos de defesa da planta, dentre estes mecanismos estão a intensificação da síntese de ácido ascórbico, fitoalexinas, compostos fenólicos e lignina (NEMESTOTHY; GUEST, 1990; ÁVILA, 2009; MOOR et al., 2009).

O uso de produtos à base de fosfito de potássio tem sido alvo de constantes estudos em várias instituições de pesquisa no Brasil, em culturas como uva, nectarina, manga, rosas, pepino, citros, café, hortaliças, algodão, trigo e recentemente na indução de resistência à doenças na cultura da soja.

Experimentos realizados em duas safras com macieira mostraram que a alternância de seis aplicações de fungicidas e cinco aplicações de fosfatos no controle de oídio foi tão efetiva quanto onze aplicações do tratamento comercial com fungicidas inibidores da síntese do esterol (REUVENI et al., 1993). O controle de oídio obtido com fosfato monopotássico (MKP) aplicado em alternância com um fungicida inibidor da síntese do esterol, ou misturado com metade da dose deste, foi similar, e em alguns casos, superior aquele obtido com os fungicidas comerciais, sugerindo um possível sinergismo entre os compostos (REUVENI et al., 1993). De maneira similar, a aplicação de ácido fosforoso combinada com dose reduzida de metalaxyl, apresentou efeito aditivo no controle de *Sclerospora graminicola* em milho e no rendimento de grãos quando comparado ao emprego do fungicida sozinho e na dose recomendada (CHALUVARAJU et al., 2004).

Os fosfitos apresentam alto grau de solubilidade e mobilidade, e são rapidamente absorvidos pelas plantas, e deslocam-se através das membranas celulares. Devido ao seu caráter sistêmico e sua rápida absorção pelas raízes, caules e folhas os fosfitos permitem serem aplicados de várias formas nas plantas (pulverização foliar, rega e pincelamento ou imersão), o que depende do tipo de planta a ser aplicada e das características do patógeno a ser controlado (RODRIGUES et al., 2012).

O fosfito relaciona-se ao aumento da zona bloqueadora da necrose, a rápida mudança citológica através da migração nuclear, deposição de papila e aumento da resposta de hipersensibilidade levando a morte celular. Também ocorre a biossíntese de etileno, aumento da respiração, lignificação e ativação do metabolismo das pentoses-fosfato. O uso de fosfitos

associados a fungicidas é uma alternativa eficiente no manejo de doenças, na maioria dos casos (REUVENI et al., 1995).

Misturas de compostos com diferentes mecanismos de ação são utilizadas para ampliar o espectro de ação, aumentar a duração da defesa antifúngica, ou explorar interações sinérgicas entre os compostos potencializando seu modo de ação com a finalidade de reduzir a quantidade aplicada sem a perda da atividade e reduzindo a pressão de seleção exercida sobre o patógeno, dificultando o desencadeamento de uma possível tolerância do patógeno ao produto (GISI, 1996).

2.5 ACIBENZOLAR-S-METIL – ASM

O éster S-metil do ácido benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7-carboxílico (acibenzolar-S-metil, ASM, BHT, CGA 245704, Bion[®], Actigard[®]) derivado do benzotiadiazol, é um análogo do ácido salicílico e pode induzir a RSA contra bactérias, fungos e vírus (TERRY; JOYCE, 2004). Dentre os indutores químicos, o ASM apresenta efeito de indução de resistência em condições de campo em várias culturas, e auxilia no controle de um amplo espectro de patógenos e é o mais estudado dentre os indutores químicos.

Em cafeeiro susceptível a *Hemileia vastatrix*, o uso de acibenzolar-S-metil, induziu a RSA nas plantas e conferiu proteção à planta (GUZZO et al., 2001). Estes mesmos autores também observaram que o ASM, aplicado *in vitro*, não interferiu na germinação dos esporos e nem na formação de apressórios de *H. vastatrix*, concluindo que o ASM não possui ação antimicrobiana direta aos patógenos, mas promove a expressão de genes de resistência que formam compostos que impedem ou dificultam o estabelecimento e o desenvolvimento destes patógenos.

Existem trabalhos que comprovaram a expressão de proteínas RPs com aplicações de ASM. Em morangueiro plantas pulverizadas com ASM, na concentração de 0,0025%, apresentaram redução na incidência de pseudofrutos com mofo cinzento por *botrytis cinera* (MAZARO et al., 2008). A inclusão de ASM em um programa de controle químico em soja promoveu o aumento da eficácia dos fungicidas (DALLAGNOL et al., 2006; SANTOS et al., 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, na área experimental do Curso de Agronomia, situada a 25° 42' 52" de latitude S e longitude de 53° 03' 94" W-GR com altitude de 520 metros. O solo da região e do local de estudo é do tipo Nitossolo Vermelho Distroférico (BHERING et al., 2008). O clima local é classificado como Cfa (subtropical úmido) sem estação seca definida. A precipitação anual situa-se entre 1.400 a 1.800 mm (IAPAR, 2012).

3.2 IMPLANTAÇÃO

A dessecação da cultura antecedente (aveia branca) e das plantas invasoras presente na área foi realizada com a aplicação de Roundup Ready® (Glifosato 648 g/l), trinta (30) dias antes da semeadura, na dose de 2,0 l/ha. Para o controle de pragas foram utilizados inseticidas recomendados para a cultura da soja.

A cultivar (NIDERA 5909 RG) foi semeada no dia 07 de Outubro de 2015, com uma distribuição de 14 sementes por metro linear, numa profundidade de 4 a 5 cm. A adubação na base e a demarcação das linhas de semeadura foram realizadas com o uso de uma semeadeira mecânica para plantio direto, regulada para aplicação de 350 kg.ha⁻¹ de adubo formulado 02-24-18.



Figura 1: Processo de Semeadura da Área Experimental, Dois Vizinhos – PR.
Fonte: O autor (2015).

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com doze tratamentos, três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. As unidades experimentais eram constituídas de 5 linhas espaçadas de 0,45m (2,25m de largura) e 5m de comprimento, perfazendo uma área total de 11,25m². A área útil da parcela experimental foi considerada descartando-se uma linha de cada lateral e 0,5m de cada extremidade para fins de avaliação totalizando 5,40 m².

3.4 TRATAMENTOS

As combinações entre os indutores de resistência e os tratamentos fungicidas resultaram em doze tratamentos com três repetições, que estão descritos no Quadro 1. Foram utilizados dois fungicidas: Azoxistrobina + Ciproconazol (Priori Xtra[®]) e Azoxistrobina + Benzovindiflupir (Elatus[®]), eles foram aplicados isoladamente e em conjunto com os produtos

indutores de resistência: Fosfito de Manganês (Ultra Mn10[®]), Fosfito de Cobre (Cubo700[®]), Fosfito de Potássio (Ultra K10[®]) e Acibenzolar-S-metil (Bion[®]).

| Tratamentos | Dose (L.ha ⁻¹) | Aplicação |
|--|---|---------------------|
| 1- Testemunha | | |
| 2- Glifosato / Priori Xtra + Nimbus / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 2,00 / 0,30 + 0,60 / 0,20 + 0,60 / 0,30 + 0,60 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |
| 3- Glifosato + Ultra Mn10 / Priori Xtra + Nimbus / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 2,00 + 0,50 / 0,30 + 0,60 / 0,20 + 0,60 / 0,30 + 0,60 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |
| 4- Glifosato / Cubo700 / Cubo700 / Cubo700 | 2,00 / 0,40 / 0,40 / 0,40 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |
| 5- Glifosato / Ultra K10 / Ultra K10 / Ultra K10 | 2,00 / 0,40 / 0,40 / 0,40 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |
| 6- Glifosato / Priori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 2,00 / 0,30 + 0,60 + 0,40 / 0,20 + 0,60 / 0,30 + 0,60 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |
| 7- Glifosato / Priori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nimbus + Cubo700 / Priori Xtra + Nimbus | 2,00 / 0,30 + 0,60 + 0,40 / 0,20 + 0,60 + 0,40 / 0,30 + 0,60 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |
| 8- Glifosato / Priori Xtra + Nimbus + Ultra K10 / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 2,00 / 0,30 + 0,60 + 0,40 / 0,20 + 0,60 / 0,30 + 0,60 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |
| 9- Glifosato / Priori Xtra + Nimbus + Ultra K10 / Elatus + Nimbus + Ultra K10 / Priori Xtra + Nimbus | 2,00 / 0,30 + 0,60 + 0,40 / 0,20 + 0,60 + 0,40 / 0,30 + 0,60 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |
| 10- Glifosato + Ultra Mn10 / Priori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nimbus + Ultra K10 / Priori Xtra + Nimbus | 2,00 + 0,50 / 0,30 + 0,60 + 0,40 / 0,20 + 0,60 + 0,40 / 0,30 + 0,60 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |
| 11- Glifosato / Bion / Bion / Bion | 2,00 / 0,05 / 0,05 / 0,05 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |
| 12- Glifosato / Priori Xtra + Nimbus + Bion / Elatus + Nimbus + Bion / Priori Xtra + Nimbus | 2,00 + 0,50 / 0,30 + 0,60 + 0,05 / 0,20 + 0,60 + 0,05 / 0,30 + 0,60 | V4 / R1 / R4 / R5.5 |

Quadro 1: Produtos, dosagens e épocas de aplicação de cada tratamento, Dois Vizinhos – PR.

Fonte: Autor (2015).

As aplicações foram realizadas com o auxílio de um pulverizador costal propellido por CO₂ comprimido, com barra de aplicação apresentando quatro pontas de jato tipo cônico vazio espaçadas entre si a 0,5m, da marca Magnojet modelo Mag Cone Vazio, classificação da ponta Mag2, com pressão de serviço de 30 lbf/pol², e vazão equivalente a 200 L.ha⁻¹.

3.5 AVALIAÇÕES

Para as avaliações de incidência e severidade da doença foram escolhidas ao acaso e marcadas quatro plantas da área útil da parcela. Em cada planta foram avaliados 09 folíolos escolhidos ao acaso e marcados, sendo três no terço inferior, médio e superior da planta. Para estimar esse parâmetro foram utilizadas escalas diagramáticas específicas para cada doença, para o Míldio foi utilizada a escala desenvolvida por Kowata et al. (2008) e para a Ferrugem Asiática a escala desenvolvida por Godoy et al. (2006).

Foram realizadas 3 (três) avaliações de severidade para o Míldio, intervaladas 15 (quinze) dias uma da outra. Já para a Ferrugem Asiática foram realizadas 5 (cinco) avaliações de severidade, intervaladas 7 (sete) dias uma da outra.

Os valores de severidade média de cada parcela foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), utilizando a equação: $AACPD = \sum [(Y_i + Y_{i+1}) \cdot 0.5 \cdot (T_{i+1} - T_i)]$, onde AACPD = área abaixo da curva de progresso da doença; Y_i = Severidade na época da avaliação i e T_i = tempo da avaliação i (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Após a colheita da área útil das unidades experimentais os grãos tiveram sua massa quantificada, sua umidade corrigida para 13% e a produtividade extrapolada para $Kg \cdot ha^{-1}$ e $Sc \cdot ha^{-1}$. Também foi avaliado o Peso de 1000 (mil) Sementes. A colheita foi realizada manualmente e as plantas beneficiadas com o auxílio de um batedor tratorizado.

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram organizados e digitalizados em planilha eletrônica e posteriormente submetidos análise de variância (ANOVA), sendo utilizado o teste F a 5% de probabilidade de erro. As médias foram comparadas entre si pelo teste de comparação de médias de Scott-Knott a 5% de significância. As análises estatísticas serão realizadas com o auxílio do Software SASM - Agri (CANTERI et al., 2001) e no aplicativo Office Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas demonstraram que houve diferenças significativas para as variáveis analisadas, exceto para peso de 1000 (mil) Sementes.

As condições climáticas (alta precipitação pluviométrica, elevada temperatura e alta umidade relativa do ar) durante a condução do experimento foram propícias para o surgimento de Míldio (*Peronospora manshurica* (Naoum.) Syd. ex Gaum) e da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura.

Tabela 1 – Média das Temperaturas Máxima e Mínima, Umidade Relativa do ar e da Precipitação dos meses Outubro de 2015 à Fevereiro de 2016, oriundos do banco de dados da estação meteorológica do INMET instalada na UTFPR - Campus Dois Vizinhos (8º Distrito Meteorológico - DISME). Dois Vizinhos – Paraná (2015/2016).

| Mês/Ano | Temperatura Média (°C) | | Umidade (%) | Precipitação (mm) |
|---------|------------------------|--------|-------------|-------------------|
| | Mínima | Máxima | | |
| Out/15 | 14,1 | 31,2 | 79 | 145,8 |
| Nov/15 | 14,9 | 31,9 | 88 | 233,4 |
| Dez/15 | 15,8 | 32,3 | 88 | 396,6 |
| Jan/16 | 17,2 | 34,6 | 76 | 195,2 |
| Fev/16 | 19 | 34,1 | 83 | 191,2 |

Fonte: GEBIOMET (2016).

Apesar das condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento dos patógenos, cabe salientar que a alta produtividade obtida na testemunha pode ser justificada pelo elevado potencial produtivo da cultivar escolhida (NA5909RG), e dos demais manejos dados a cultura.

A utilização isolada das diferentes fontes de fosfitos na cultura apresentaram resultados significativos, em relação à testemunha, para o controle do Míldio, sem evidenciar, por sua vez, a mesma eficácia para com a Ferrugem. Estes resultados condizem com os observados por Silva et al. (2013) em um estudo conduzido por dois anos na cultura da soja, no qual não verificaram efeito do uso de fosfitos sobre a área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática, no entanto os mesmos proporcionaram uma redução significativa na severidade de míldio.

4.1 FERRUGEM ASIÁTICA:

Os tratamentos onde foram feitas aplicações isoladas das fontes comerciais de fosfito não diferiram estatisticamente da testemunha, sem o controle da doença. Já a utilização das mesmas associadas aos fungicidas apresentou diferenças significativas (Tabela 2).

Analisando a severidade e a AACPD observa-se que no tratamento onde foi utilizada a associação do Ultra Mn10[®] (Produto a base de fosfito de manganês) com o herbicida Glifosato obteve-se melhor controle da doença quando comparado ao tratamento onde a associação não foi utilizada, isso se deve ao fato de que o herbicida glifosato provoca uma “pseudo deficiência” de manganês nas plantas e no tratamento onde foi feita a associação do fosfito de manganês essa “deficiência” foi suprida. Segundo Huber (2007) a deficiência de manganês (Mn) com a aplicação de glyphosate Roundup Ready[®] (RR) em soja ocorre devido ao decréscimo da população dos organismos redutores e aumento nos organismos oxidantes de Mn na rizosfera da planta. Este aumento da população de organismos oxidantes favorece a transformação do Mn²⁺ (forma ativa, absorvida pelas plantas) em Mn⁴⁺ (forma inativa, não absorvida pelas plantas), o que ocasiona deficiência do nutriente na soja.

Alguns autores como Tomazela et al., (2006) afirmam que existe uma relação entre a concentração de manganês no tecido vegetal e a severidade das infecções por doenças nas plantas hospedeiras, principalmente na supressão da severidade de doenças causadas por fungos.

A aplicação isolada do Ultra K10[®] (produto a base de fosfito de potássio) não reduziu a severidade da doença na cultura. E quando aplicado em associação com os fungicidas também não promoveu uma redução significativa na severidade da doença comparando-se aos resultados obtidos no tratamento onde os fungicidas foram aplicados de maneira isolada (sem associação de indutores). Esses resultados corroboram com os obtidos por Meneghetti (2009), que avaliou a aplicação isolada de fosfito de potássio e a aplicação do mesmo em associação com o fungicida epoxiconazol + piraclostrobina em duas cultivares de soja.

Numericamente observa-se que o Ultra K10[®] e o Cubo700[®] (produto a base de fosfito de cobre) associado aos fungicidas apresentaram efeito supressivo sobre a doença. Esse fato pode estar relacionado à ação complementar entre o fungicida e fosfito de potássio, aumentando a resposta imunológica da planta ao ataque da doença (Reuveni & Reuveni, 1995).

O tratamento onde foram feitas aplicações isoladas do Bion[®] (Acibenzolar-S-metil) não foi eficiente no controle da doença, não diferindo estatisticamente da testemunha. Já quando associado aos fungicidas mostrou ser eficiente no controle da doença, porém estatisticamente não foi superior ao tratamento convencional (Fungicida). Estes resultados condizem com os resultados obtidos por Barros (2011), que avaliou eficácia da pulverização foliar de acibenzolar-S-metil com e sem associação com fungicidas (Azoxistrobina + Ciproconazol) sobre *Phakopsora pachyrhizi* e constatou que a inclusão do acibenzolar-S-metil (ASM) não proporcionou mudança no controle da doença em comparação ao tratamento isento da utilização deste composto em pulverização foliar.

Tabela 2 – Severidade (% de área foliar) da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja (NA5909RG) submetida a diferentes tratamentos com indutores de resistência, e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Fazenda Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos – Paraná (2015/2016).

| Nº | Tratamento | Severidade de Ferrugem (%) na cultura da Soja | | | | | |
|--------|--|---|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | | 30/12/15 | 07/01/16 | 14/01/16 | 21/01/16 | 28/01/16 | AACPD |
| 1 | Testemunha | 13,67 a | 34,45 a | 59,67 a | 94,58 a | 94,58 a | 1699,70 a |
| 2 | Gly/ Priori Xtra + Nimbus / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 1,58 c | 4,39 c | 10,78 c | 28,39 b | 30,33 b | 416,58 b |
| 3 | Gly + Ultra Mn10 / Priori Xtra + Nimbus / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 0,47 c | 2,44 c | 11,53 c | 18,61 b | 19,33 b | 297,41 b |
| 4 | Gly / Cubo700 / Cubo700 / Cubo700 | 10,22 b | 25,03 b | 56,06 a | 90,42 a | 93,75 a | 1564,43 a |
| 5 | Gly / Ultra K10 / Ultra K10 / Ultra K10 | 14,09 a | 32,75 a | 59,83 a | 95,21 a | 95,21 a | 1697,01 a |
| 6 | Gly / Priori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 1,80 c | 5,36 c | 14,08 c | 26,08 b | 27,67 b | 421,86 b |
| 7 | Gly / Priori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nim. + Cubo700 / Pri. Xtra + Nim. | 2,67 c | 6,19 c | 11,42 c | 20,97 b | 22,00 b | 356,42 b |
| 8 | Gly/ Priori Xtra + Nimbus + Ultra K10 / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 1,50 c | 4,75 c | 6,00 c | 18,03 b | 19,00 b | 273,16 b |
| 9 | Gly / Pri. Xtra + Nim. + Ult. K10 / Elatus + Nimbus + Ult. K10 / Pri. Xtra + Nimbus | 1,70 c | 5,69 c | 12,50 c | 21,78 b | 23,00 b | 366,23 b |
| 10 | Gly + U. Mn10 / Pri. Xtra + Nim. + Cubo700 / Elatus + Nim. + U. K10 / Pri. Xtra + Nim. | 0,17 c | 1,00 c | 8,28 c | 22,50 b | 23,67 b | 305,85 b |
| 11 | Gly / Bion / Bion / Bion | 10,04 b | 26,00 b | 43,88 b | 93,13 a | 96,59 a | 1514,19 a |
| 12 | Gly / Priori Xtra + Nimbus + Bion / Elatus + Nimbus + Bion / Priori Xtra + Nimbus | 1,11 c | 4,20 c | 6,33 c | 25,00 b | 26,00 b | 343,61 b |
| CV (%) | | 34,72 | 27,23 | 22,51 | 19,78 | 19,24 | 17,76 |

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

Fonte: Autor (2016).

4.2 MÍLDIO:

Analisando os valores das avaliações de severidade da doença e da AACPD, na Tabela 3, nota-se que nos tratamentos que foram utilizados Cubo700[®] (Fosfito de Cobre) e Ultra K10[®] de forma isolada, proporcionaram uma redução significativa na severidade e na AACPD em relação à testemunha. Há duas hipóteses para isso, à primeira delas é a de que os fosfitos provocaram uma ação tóxica direta sobre o patógeno diminuindo o seu crescimento, essa ação tóxica é provocada pela acidez do fosfito que interfere diretamente no desenvolvimento dos fungos (ARAÚJO et al., 2010). A segunda esta relacionada a uma possível ativação dos mecanismos de defesa da planta contra o patógeno, o fosfito apresenta o potencial de intensificar a síntese de ácido ascórbico, fitoalexinas, compostos fenólicos e lignina que interferem de maneira indireta na incidência e no desenvolvimento dos patógenos nas plantas (ÁVILA, 2009; MOOR et al., 2009).

A associação do Ultra Mn10[®] com o herbicida Glifosato no tratamento 3 não expressou diferenças significativas no controle da doença, porém quando utilizado em conjunto com o Cubo700[®], Ultra K10[®] e com os fungicidas se mostrou o tratamento mais eficiente, possivelmente isso se deve a um efeito sinérgico entre os fosfitos e os fungicidas.

Existem vários compostos capazes de induzir resistência, dentre estes se destacam os sais de fósforo, cuja efetividade tem sido demonstrada contra diversos patógenos. Estes sais podem ser aplicados isoladamente, ou até mesmo em associação com fungicidas, demonstrando uma alternativa eficaz no manejo de doenças, em virtude de ocorrer efeito aditivo ou sinérgico quando esses compostos químicos são utilizados de forma conjunta (MENEGHETTI et al., 2010).

Nos tratamentos onde foram realizadas duas aplicações do fosfito associada aos fungicidas (tratamentos 7 e 9) obteve-se uma redução significativa nos valores de severidade e consequentemente da AACPD comparando-se com o tratamento onde se utilizou apenas os fungicidas de maneira isolada (tratamento 2). Esse resultado indica um possível efeito sinérgico entre as diferentes fontes comerciais de fosfitos com os fungicidas, ou seja, os fosfitos potencializam a ação das moléculas dos fungicidas.

O uso de fosfitos associados aos fungicidas é uma alternativa eficiente no manejo de doenças, a maioria dos fungicidas registrados para o controle de doenças na soja apresentam sítios específicos de ação, sendo ativos contra um único ponto da via metabólica do patógeno ou contra uma única enzima ou proteína necessária para o fungo, ao contrário dos fungicidas,

os fosfitos possuem amplo espectro de ação e possui ação multi-sítio, ou seja, atuam em mais de um sítio da doença (REUVENI et al., 1995).

Quando se realizou apenas uma única aplicação do fosfito associada ao fungicida (tratamentos 6 e 8) não se observou diferenças significativas de controle da doença comparando-se ao tratamento onde foram utilizados apenas fungicidas nas aplicações (tratamento 2).

A eficiência da utilização de três fontes de fosfitos (Ultra Mn10[®], Cubo700[®] e Ultra K10[®]), uma a cada aplicação, associadas aos fungicidas foi a mesma obtida com a utilização da associação de uma única fonte nas duas aplicações, observando os resultados do tratamento 10 e comparando com os obtidos dos tratamentos 7 e 9.

A eficiência do Bion[®] seguiu a mesma tendência das diferentes fontes comerciais de fosfitos. Quando aplicado de forma isolada apresentou diferença significativa de controle da doença somente em relação à testemunha. Quando aplicado em conjunto com os fungicidas promoveu o aumento da eficiência dos mesmos no controle da doença. Estes resultados condizem com os obtidos por Silva et al. (2011), que avaliou os efeitos da aplicação do Acibenzolar-S-metil de forma isolada e em mistura com um fungicida (piraclostrobina+epoxiconazole) na cultivar CD215, no município de Ponta Grossa – Pr, e observou que o ASM quando associado ao fungicida promoveu uma redução na severidade do Míldio na cultura, já quando aplicado de forma isolada não apresentou efeitos no controle da doença.

Tabela 3 – Severidade (% de área foliar) do Míldio (*Peronospora manshurica* (Naoum.) Syd. ex Gaum) da soja (NA5909RG) submetida a diferentes tratamentos com indutores de resistência e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Fazenda Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos – Paraná (2015/2016).

| Nº | Tratamento | Severidade de Míldio (%) na cultura da Soja | | | |
|--------|--|---|----------|----------|----------|
| | | 14/12/15 | 30/12/15 | 14/01/16 | AACPD |
| 1 | Testemunha | 3,00 a | 5,66 a | 7,67 a | 153,98 a |
| 2 | Gly/ Priori Xtra + Nimbus / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 1,14 c | 1,33 c | 3,00 b | 47,65 c |
| 3 | Gly + Ultra Mn10 / Priori Xtra + Nimbus / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 0,94 d | 0,95 d | 2,20 b | 35,23 c |
| 4 | Gly / Cubo700 / Cubo700 / Cubo700 | 1,66 b | 1,75 b | 7,47 a | 88,39 b |
| 5 | Gly / Ultra K10 / Ultra K10 / Ultra K10 | 1,72 b | 1,92 b | 5,97 a | 80,71 b |
| 6 | Gly / Priori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 1,19 c | 1,25 c | 2,25 b | 41,60 c |
| 7 | Gly / Priori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nimbus + Cubo700 / Priori Xtra + Nimbus | 0,39 e | 0,39 e | 1,69 b | 19,97 d |
| 8 | Gly/ Priori Xtra + Nimbus + Ultra K10 / Elatus + Nimbus / Priori Xtra + Nimbus | 1,42 b | 1,44 c | 2,61 b | 48,42 c |
| 9 | Gly / Priori Xtra + Nimbus + Ultra K10 / Elatus + Nimbus + Ultra K10 / Priori Xtra + Nimbus | 0,36 e | 0,50 e | 1,69 b | 21,42 d |
| 10 | Gly + Ultra Mn10 / Priori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nimbus + Ultra K10 / Priori Xtra + Nimbus | 0,17 e | 0,22 e | 1,39 b | 14,05 d |
| 11 | Gly / Bion / Bion / Bion | 1,53 b | 1,58 b | 6,86 a | 80,92 b |
| 12 | Gly / Priori Xtra + Nimbus + Bion / Elatus + Nimbus + Bion / Priori Xtra + Nimbus | 0,38 e | 0,44 e | 1,19 b | 17,20 d |
| CV (%) | | 18,01 | 16,63 | 27,41 | 14,44 |

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

Fonte: Autor (2016).

4.3 PRODUTIVIDADE:

Tabela 4 – Peso de 1000 sementes e produtividade da soja (NA5909RG) submetida a diferentes tratamentos com indutores de resistência. Fazenda Experimental da UTFPR, Dois Vizinhos – Paraná (2015/2016).

| Nº | Tratamento | Produtividade da cultura da Soja | | |
|--------|--|----------------------------------|---------------------|---------------------|
| | | Peso de 1000 | Kg.ha ⁻¹ | Sc.ha ⁻¹ |
| 1 | Testemunha | 155,05 a | 3.757 b | 62,62 b |
| 2 | Gly/ Piori Xtra + Nimbus / Elatus + Nimbus / Piori Xtra + Nimbus | 167,46 a | 4.470 a | 74,49 a |
| 3 | Gly + Ultra Mn10 / Piori Xtra + Nimbus / Elatus + Nimbus / Piori Xtra + Nimbus | 177,92 a | 4.417 a | 73,61 a |
| 4 | Gly / Cubo700 / Cubo700 / Cubo700 | 149,86 a | 3.892 b | 64,86 b |
| 5 | Gly / Ultra K10 / Ultra K10 / Ultra K10 | 142,43 a | 3.803 b | 63,37 b |
| 6 | Gly / Piori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nimbus / Piori Xtra + Nimbus | 163,94 a | 4.547 a | 75,79 a |
| 7 | Gly / Piori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nimbus + Cubo700 / Piori Xtra + Nimbus | 120,11 a | 4.346 a | 72,43 a |
| 8 | Gly/ Piori Xtra + Nimbus + Ultra K10 / Elatus + Nimbus / Piori Xtra + Nimbus | 170,84 a | 4.246 a | 70,76 a |
| 9 | Gly / Piori Xtra + Nimbus + Ultra K10 / Elatus + Nimbus + Ultra K10 / Piori Xtra + Nimbus | 169,89 a | 4.734 a | 78,89 a |
| 10 | Gly + Ultra Mn10 / Piori Xtra + Nimbus + Cubo700 / Elatus + Nimbus + Ultra K10 / Piori Xtra + Nimbus | 178,65 a | 4.863 a | 81,04 a |
| 11 | Gly / Bion / Bion / Bion | 154,11 a | 3.814 b | 63,56 b |
| 12 | Gly / Piori Xtra + Nimbus + Bion / Elatus + Nimbus + Bion / Piori Xtra + Nimbus | 169,06 a | 4.635 a | 77,24 a |
| CV (%) | | 16,20 | 6,54 | 6,54 |

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

Fonte: Autor (2016).

Pelos dados de produtividade apresentados na Tabela 4 pode-se notar que os tratamentos em que se aplicaram as diferentes fontes comerciais de fosfitos de forma isolada não diferiram da testemunha. Já nos tratamentos onde os fosfitos foram aplicados em associação com os fungicidas houve diferenças significativas, sendo os quais expressaram os melhores resultados de produtividade, este aumento da produtividade pode ser atribuído ao fato de que nestes tratamentos a severidade das doenças foi menor e conseqüentemente as plantas apresentaram um maior índice de área foliar, resultando em uma maior área fotossintética ativa da planta, refletindo de forma positiva no rendimento de grãos.

No tratamento 10, no qual foram aplicadas as três fontes comerciais de fosfitos associadas aos fungicidas, houve um rendimento $18,42 \text{ Sc.ha}^{-1}$ em relação a testemunha. A maior produtividade deste tratamento pode ser atribuída aos nutrientes e aos fosfitos presentes no Ultra Mn10[®], Cubo700[®] e Ultra K10[®] que propiciaram para a cultura uma melhor nutrição pela aplicação foliar de macro e micronutrientes aliada de uma melhor sanidade assegurada pelos fosfitos em conjunto com os fungicidas.

O Cubo700[®] apresenta em sua composição o Boro, este nutriente influencia na fertilização de flores e na formação de vagens, correlacionando-se negativamente com o número de flores e vagens abortadas aumentando a produtividade da cultura (HOLDAWAY *et al.*, 2003). A presença de fosfito de cobre em sua composição promoveu maior sanidade para a cultura, já o Ultra K10[®] apresenta em sua composição potássio que proporcionou para a cultura um maior enchimento de grãos e uma maior sanidade devido à presença de fosfito.

Nota-se que a aplicação isolada do Ultra K10[®] não proporcionou diferenças significativas na produtividade da cultura em relação à testemunha. Uma única aplicação do produto associada aos fungicidas não promoveu aumento na produtividade em relação ao tratamento convencional (Fungicidas), já no tratamento onde foram feitas duas aplicações do produto associadas aos fungicidas obteve-se um aumento de produtividade de $8,13 \text{ Sc.ha}^{-1}$ em relação ao manejo convencional. Esses resultados contradizem aos obtidos Neves *et al.*, (2014), que não observou diferenças significativas na produtividade da soja submetida a aplicações de fosfito de potássio associado aos fungicidas (pyraclostrobin + epoxiconazole, tiofanato metílico + flutriafol e tebuconazole).

A aplicação isolada do Cubo700[®] não proporcionou diferenças significativas na produtividade da cultura em relação à testemunha. Quando aplicado em associação com os fungicidas apresentou maior eficácia o tratamento onde foi realizada apenas uma única aplicação do produto comparando-se ao tratamento onde foram feitas duas aplicações do mesmo.

O tratamento onde foram feitas aplicações isoladas do Bion[®] não diferiu significativamente da testemunha. Quando aplicado em conjunto com os fungicidas proporcionou um aumento de 2,75 Sc.ha⁻¹ em relação ao manejo convencional (Somente fungicidas) e de 14,62 Sc.ha⁻¹ em relação à testemunha. Dallagnol et al., (2006) em aplicações da mistura de ASM com fungicida Difenconazole obtiveram ganhos superiores no rendimento de grãos, quando comparados ao Difenconazole aplicado isoladamente, verificando incrementos no rendimento de grãos de 17,7%.

5. CONCLUSÕES

A associação das diferentes fontes comerciais fosfito e do Acibenzolar-S-metil (ASM) com os fungicidas incrementou os níveis de controle da ferrugem, sendo que aplicações que tiveram somente o uso de fungicida foram eficientes no controle da ferrugem.

O uso dos indutores de resistência de forma isolada não promoveu nenhum controle sob a Ferrugem Asiática, porém para o Míldio da soja diminuiu os níveis de severidade desta doença na cultura.

Para o controle Míldio da soja a associação dos diferentes indutores com os fungicidas promoveu uma maior eficiência do que a utilização dos fungicidas de forma isolada. Essa maior eficiência observada se deve a um efeito sinérgico entre as moléculas dos indutores de resistência com as moléculas dos fungicidas.

A utilização dos indutores de forma isolada não promoveu incrementos na produtividade da cultura, porém quando associados aos fungicidas proporcionaram um maior rendimento de grãos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A; GODOY, C. V.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C. Doenças da soja (*Glycine max*). In: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia**, v.2. Doenças de plantas cultivadas. São Paulo: Ceres, 2005. p.569-588.

ANDRADE, P. J. M.; ANDRADE, D. F. A. **Ferrugem asiática**: uma ameaça à sojicultura brasileira. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 11 p. (Circular Técnica, n. 11).

ARAÚJO, J. L. **Crescimento e nutrição fosfatada do feijoeiro em função da aplicação via radicular e foliar do fosfito**. 2008. 77 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

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.

ÁVILA, F. W. **Fosfito no crescimento, nutrição fosfatada e aspectos da indução de resistência em milho**. 2009. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

BARROS, R. Estudo sobre a aplicação foliar de acibenzolar-S-metil para indução de resistência à ferrugem asiática em soja e cercosporiose em milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.4, p.519-528, 2011.

BHERING, SILVIO B. et al. **Mapa de solos do estado do Paraná: legenda atualizada**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Floresta: Embrapa Solos, 2008.

BONALDO, S. M.; PASCHOLATI, S. F.; ROMEIRO, R. S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. (Eds.). **Indução de Resistência em Plantas a Patógenos e Insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005, p.11-28.

BOSTOCK, R. M. Signal crosstalk and induced resistance: Straddling the between cost and benefit. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.43, p.545-580, 2005.

BRACKMANN, A. et al. Controle de podridão pós-colheita de *Penicillium* ssp. em maçã 'fuji' com fosfitos e fungicidas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 251-254, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Culturas: soja-saiba mais**. Brasília: Mapa 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja/saiba-mais>. Acesso em: 02 mai. 2016.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Introduction to plant disease epidemiology. **New York NY. John Wiley & Sons**, 1990.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, V.1, N.2, p.18-24. 2001.

CARVALHO, V. P. **Identificação de marcadores moleculares para a resistência ao Nematóide de Cisto da Soja [*Heterodera glycines* (Ichinobel)]**, Dissertação apresentada ao programa Genética e Melhoramento da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 1999.

CHALUVARAJU, G. et al. Effect of some phosphorous-based compounds on control of pearl millet downy mildew disease. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 23, n. 7, p. 595-600, Jul. 2004.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, primeiro levantamento**. Brasília, 2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_10_10_08_48_44_safra_outubro_1.pdf. Acesso em: 21 outubro de 2016.

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.

DALLAGNOL, L. J.; NAVARINI, L.; UGALDE, M. G.; BALARDIN, R. S.; CATELLANI, R. **Utilização de acibenzolar-S-metil para controle de doenças foliares da soja**. *Summa Phytopathologica* 32:255-259, 2006.

DIAS, W. P.; J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. Nematóides de importância para a soja no Brasil. **Boletim de Pesquisa de soja**, FUNDAÇÃO MT, Ed. Central de textos, Rondonópolis – MT, p. 173-178, 2007.

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.

EMBRAPA. **A origem do grão, histórico no Brasil**. 2014. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=112&cod_pai=33>. Acesso em: 02 mai. 2016.

EMBRAPA. **Ferrugem da soja (*Phakopora pachyrhizi*): Identificação e controle**. In: Embrapa Soja. Documentos 204, (Eds) YORINORI, J. T.; W. M.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLI, P. F. Londrina, 2003. 25p.

FEYS, B. J.; PARKER, J. E. Interplay of signaling pathways in plant disease resistance. **Trends in Genetics**, Oxford, v.16, n.1, p.449-455, 2000.

GISI, U. Synergistic interaction of fungicides in mixtures. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, n. 11, p. 1273–1279, Nov. 1996.

GLAZEBROOK, J. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.43, p.205-227, 2005.

Godoy, C. V.; Koga, L. I.; Canteri, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000100011>>. Acesso em 29 mai. 2016.

GRIS, C. F. **Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e RR associada ao conteúdo de lignina**. 2009. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

GUZZO, S. D.; CASTRO, R. M.; KIDA, K.; MARTINS, E. M. F. Ação protetora do acibenzolar-S-methyl em plantas de cafeeiro contra ferrugem. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.68, n.1, p.89-94, 2001.

HAMMERSCHMIDT, R.; KUC, J. Lignification as a mechanism for induced systemic resistance in cucumber. **Physiological Plant Pathology**, Palo Alto, v.20, p.61-71, 1982.

HEIL, M.; BOSTOCK, M. R. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences. **Annals of Botany**, London, v.89, p.503-512, 2002.

HENNING, A. A. et al. **Manual de identificação de doenças da soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 5 ed. 76p. 2014.

HOLDAWAY-CLARKE, T. L.; HEPLER, P. K. Control of pollen tube growth: role of ion gradients and fluxes. **New Phytologist**, v.159, n. 3, p.539–563, 2003.

HUBER, D.M. Efeitos do glifosato em doenças de plantas. **Informações Agronômicas**, n.119, p.13-15, 2007.

IAPAR, INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Sistema de monitoramento agroclimático do Paraná**. 2012. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=604>>. Acesso em 29 mai. 2016.

KESSMANN, H.; STAUB, T.; HOFMANN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 32, p.439-59, 1994.

KOWATA, Ligia Saiko et al. Escala Diagramática para avaliar severidade de míldio na soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p.105-110, 2008. Disponível em: <[Dialnet-EscalaDiagramaticaParaAvaliarSeveridadeDeMildioNaS-2902005.pdf](#)>. Acesso em: 01 mar. 2016.

LOVATT, C. J.; MIKKELSEN, R. L. Phosphite fertilizers: what are they? Can you use them? What can they do? **Better crops**, California, v. 90, n. 4, p. 1-11, 2006.

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, C. R. **Avaliação do fosfito de potássio sobre o progresso de *Phakopsora pachyrhizi* em soja**. Santa Maria, 2009.

MENEGHETTI, R.C.; BALARDIN, R.S.; CORTE, G.D.; FAVERA, D.D. e DEBONA, D. Avaliação da ativação de defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. **Ciênc. agrotec.** Lavras, 2010. vol.34, n.4, p.823-829.

MOOR, U. et al. Effect of phosphite fertilization on growth, yield and fruit composition of strawberries. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 119, n. 3, p. 264-269, Feb. 2009.

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

NEVES, J. S.; BLUM, L. E. B. INFLUÊNCIA DE FUNGICIDAS E FOSFITO DE POTÁSSIO NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA E NA PRODUTIVIDADE DA SOJA. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p.75-82, mar. 2014.

NOJOSA, G. B. de A.; RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L.; et al. (Eds.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 263 p.

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.

PARANÁ. -. UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Ed.). **GEBIOMET: Grupo de Estudos em Biometeorologia**. 2016. Disponível em: <<http://www.gebiomet.com.br/index.php>>. Acesso em: 25 out. 2016.

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

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.

REGINATO, P. **IMPACTO DO MÍLDIO NA PRODUTIVIDADE DA SOJA NO SUL DE MATO GROSSO DO SUL, SAFRA 2006/2007**. 2008. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2008.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. Ferrugem da soja: revisão e aspectos técnicos. In: _____. **Doenças na Cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte 2004. p. 55-70.

REUVENI, M., NAOR, A., REUVENI, R., SHIMONI, M.; BRAVDO, B. The influence of NPK fertilization rates on susceptibility to powdery mildew of field-grown wine grapes. **Journal of Small Fruit and Viticulture** 2:31-41. 1993.

REUVENI, M.; REUVENI, R. Efficacy of foliar sprays of phosphates in controlling powdery mildews in field-grown nectarine, mango trees and grapevines. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 14, n. 4, p. 311-314, Jun, 1995.

RIGON, L. *et al.*: **Anuário Brasileiro da Soja 2007**. Santa Cruz do Sul. Gazeta Santa Cruz, 2007. 136p.

RODRIGUES, F. A.; FORTUNATO, A. A.; RESENDE, R. S. **Indução de Resistência em Plantas a Patógenos**. Viçosa: Ufv, 2012. 358 p.

SANTOS, H. A. A.; DALLA PRIA, M.; SILVA, O.C.; DE-MIOD, L. L. M. Controle de doenças do trigo com fosfitos e acinbenzolar-s-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina+ epoxiconazole. **Semina: Ciências Agrárias** 32:433-442.

SHEARER, B. L.; FAIRMAN, R. G. A stem injection of phosphate protects *Banksia* species and *Eucalytus marginata* from *Phytophthora cinnamomi* for at least four years. **Australian Plant Pathology**, Collingwood, v. 36, n. 1, p. 78-86, 2007.

SILVA, O.C.; SANTOS H.A.A.; DALLA PRIA, M.; DE-MIO, L.L.M. (2011) Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. **Crop Protection** 30:598-604.

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

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**; Tradução: SANTAREM et al., 3o ed., Porto Alegre: Artmed, 719p., 2004.

TERRY, L. A.; JOYCE, D. C. Elicitors of induced disease resistance in posharvest horticultural crops: a brief review. **Postharvest Biology and Technoly**, Amsterdam, v.32, p.1-13, 2004.

TOMAZELA, A. L.; FAVARIN J. L.; FANCELLI A. L.; MARTIN, T. N.; NETO D. D. ; REIS A. R. DOS. Doses de Nitrogênio e Fontes de Cu E Mn Suplementar Sobre a Severidade da Ferrugem e Atributos Morfológicos do Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2, p.192-201, 2006.

VALLAD, G. E.; GOODMAN, R. M. Systemic Acquired Resistance and Induced Systemic Resistance in Conventional Agriculture. **Crop Science Society of America**, Madison, v.44, p.1920-1934, 2004.

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

YORINORI, J. T. et al. Evolução da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil, de 2001 a 2003. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: S210, 2003.

YORINORI, J. T. Riscos de surgimento de novas doenças na cultura da soja. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 1., 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: [s.n.], 2000. p. 165-169.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. E.; GODOY, C.V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. **Plant Disease**, v.89, p. 675-677, 2005.