



**BRUNO OLIVEIRA CARVALHO**

**FUNGICIDA E ATIVADOR DE DEFESA NO  
CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA, NA  
PRODUÇÃO E NA QUALIDADE DAS  
SEMENTES DE SOJA**

**LAVRAS – MG**

**2012**

**BRUNO OLIVEIRA CARVALHO**

**FUNGICIDA E ATIVADOR DE DEFESA NO CONTROLE DA  
FERRUGEM ASIÁTICA, NA PRODUÇÃO E NA QUALIDADE DAS  
SEMENTES DE SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. João Almir Oliveira

**LAVRAS – MG**

**2012**

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

Carvalho, Bruno Oliveira.

Fungicida e ativador de defesa no controle da ferrugem asiática,  
na produção e na qualidade das sementes de soja / Bruno Oliveira  
Carvalho. – Lavras : UFLA, 2012.

46 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: João Almir Oliveira.

Bibliografia.

1. Soja. 2. Fungicida. 3. Doença fúngica. 4. *Phakopsora*. 5.  
Fungos fitopatogênicos. I. Universidade Federal de Lavras. II.  
Título.

CDD – 633.349425

**BRUNO OLIVEIRA CARVALHO**

**FUNGICIDA E ATIVADOR DE DEFESA NO CONTROLE DA  
FERRUGEM ASIÁTICA, NA PRODUÇÃO E NA QUALIDADE DAS  
SEMENTES DE SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de janeiro de 2012.

Dra. Juliana de Fátima Sales

IF Goiano – Campus Rio Verde

Dr. Renato Mendes Guimarães

UFLA

Dr. João Almir Oliveira

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2012**

*Aos meus pais Maria Helena e Mauro, pela educação, apoio, exemplo de vida e amor.*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e por tornar possível esta conquista, estando sempre ao meu lado iluminando meu caminho.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Agricultura, pela realização do curso de mestrado.

À empresa Syngenta e funcionários do LPM, em especial ao Vinícius, pela amizade e por todo apoio na condução do experimento.

Ao meu Padrinho João, pela orientação, pelos conhecimentos transmitidos e pelo apoio em importantes decisões.

Aos professores do Setor de Sementes, Maria Laene, Édila Vilela, Renato Mendes e João Almir e aos pesquisadores Stella e Antônio, pelos ensinamentos, opiniões e amizade.

Aos meus pais Maria Helena e Mauro, pelo incentivo, confiança e apoio.

Aos meus irmãos Taíse e Rodrigo, pelo companheirismo, apoio e carinho.

À Luciana pelo amor, atenção, carinho, incentivo e compreensão.

Aos meus amigos do Laboratório de Sementes, em especial Valquíria, Gabi, Matheus, Carol, Adolfo, Rodrigo, Thaís, Elise, Renatinha e Ximena, pelos bons momentos.

Aos estagiários Thaís e Leandro, pela ajuda na condução do experimento, a todos os funcionários do Laboratório, em especial Wilder, Elza e Dalva.

E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram pela realização deste trabalho.

## RESUMO

Dentre as principais doenças que ocorrem atualmente na cultura da soja, a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) tornou-se um dos maiores problemas para o agronegócio dos países produtores. O controle da doença compreende diversas medidas conjuntas, sendo que a aplicação de fungicidas tem se mostrado uma forma efetiva de minimizar os efeitos da doença. Além desses produtos, os indutores de resistência têm sido estudados como novas alternativas para o controle. Diante deste contexto, objetivou-se neste trabalho avaliar a influência da aplicação de fungicida (PrioriXtra®) e ativador de defesa (Bion®) no controle da ferrugem asiática, bem como o efeito da doença sobre a qualidade fisiológica das sementes. Para a realização do trabalho foram utilizados quatro cultivares de soja, sendo duas tolerantes a doença e duas susceptíveis. Os tratamentos foram a utilização de Bion®, PrioriXtra® e a combinação dos mesmos na dosagem recomendada pelo fabricante na quantidade de 1, 2 e 3 aplicações durante o desenvolvimento da cultura e uma testemunha com aplicação de água. O trabalho foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial de 4x10 com 3 repetições. Foi realizada avaliação a campo do índice de vegetação por diferença normalizada, produtividade, peso de 1000 sementes e para avaliar a qualidade das sementes foram realizados os seguintes testes: germinação, emergência, envelhecimento acelerado e sanidade. Pelos resultados encontrados pôde-se concluir que o fungicida utilizado em conjunto ou não com o ativador de defesa é eficaz no controle da ferrugem asiática e na melhoria da qualidade das sementes de soja, quando utilizado em 3 aplicações foliares. A utilização de apenas ativador de defesa no número máximo de 3 aplicações não é eficiente no controle da ferrugem asiática. A desfolha causada pela ferrugem afeta consideravelmente a formação das sementes, bem como a produtividade e também a porcentagem de germinação e emergência e é influenciada pela cultivar.

Palavras-chave: Ferrugem asiática. Fungicida. Ativador de defesa.

## ABSTRACT

Among the main diseases that are currently occurring in soybean crops, soybean rust has become a major problem for agribusiness in producing countries. The disease control measures includes several joint actions, being the application of fungicide an effective way to minimize the effects of the disease. Besides these products, resistance inductors have been studied as new alternatives for the control. Given this context, this study aimed to evaluate the influence of fungicide application (Priorixtra) and defense activator (Bion) in the control of rust, as well as the effect of the disease on the physiological quality of seeds. In order to accomplish the study, four soybean cultivars were used, two disease-tolerant and two susceptible. The treatments were the use of Bion, Priorixtra and the combination of both in the dosage recommended by the manufacturer in the amount of 1.2 to 3 applications during the development of the crop and a control with water application. The study was conducted in randomized blocks in factorial 4x10 with 3 repetitions. It was performed evaluation on field of normalized difference vegetation index, productivity, weight of 1000 seeds and in order to evaluate seed quality the following tests were performed: germination, emergence, accelerated aging and health. By the results it was concluded that the fungicide used in conjunction or not with the defense activator is effective in controlling rust and improving the quality of soybean seeds, when used in 3 foliar applications. The use of only defense activator in the maximum of three applications is not effective in controlling rust. The defoliation caused by rust affects considerably the formation of seeds, as well as productivity and also the percentage of germination and emergence and is influenced by cultivar.

Keywords: Asian rust. Fungicide. Defense activator.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição dos tratamentos utilizados.....	24
Tabela 2	Resumo da análise de variância dos resultados dos testes de Emergência (%E), Envelhecimento Acelerado (EA), Germinação (%G), Produtividade (PROD) e o Índice de Vegetação (NDVI) em sementes de soja de diferentes cultivares pulverizadas com diferentes produtos químicos.....	27
Tabela 3	Resumo da análise de variância dos resultados dos testes de Peso de mil sementes e sanidade com a incidência de <i>Fusarium</i> , <i>Cercospora</i> e <i>Phomopsis</i> em sementes de soja de diferentes cultivares pulverizadas com diferentes produtos químicos.....	28
Tabela 4	Resultados médios da porcentagem de germinação de sementes de soja oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática.....	29
Tabela 5	Resultados médios da porcentagem de germinação de sementes de soja de diferentes cultivares.....	29
Tabela 6	Resultados médios da porcentagem de emergência de sementes de soja oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática.....	30
Tabela 7	Resultados médios da porcentagem de emergência de sementes de soja de diferentes cultivares.....	31
Tabela 8	Resultados médios da porcentagem de germinação de sementes de soja submetidas ao teste de envelhecimento acelerado oriundas de plantas de diferentes cultivares submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática.....	32
Tabela 9	Resultados médios do peso de mil sementes (g) de diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática.....	33
Tabela 10	Resultados médios de produtividade (kg/ha) de diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática.....	34
Tabela 11	Resultados médios para o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), obtidos com a utilização do aparelho Green Seeker, em plantas de diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática.....	36
Tabela 12	Valores médios da porcentagem de sementes com incidência de <i>Fusarium</i> spp. nas diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática.....	37

Tabela 13	Valores médios da porcentagem de sementes com incidência de <i>Cercospora kikuchii</i> nas diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática.....	38
Tabela 14	Valores médios da porcentagem de sementes com incidência de <i>Phomopsis</i> sp. em diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática.....	39

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	A cultura da soja.....	13
2.2	Doenças na cultura da soja.....	14
2.2.1	Ferrugem Asiática.....	16
2.2.2	Controle da Ferrugem.....	18
2.3	Qualidade de sementes.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	Instalação e condução da lavoura.....	23
3.2	Avaliações.....	25
3.3	Delineamento experimental e análise estatística.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5	CONCLUSÕES.....	41
	REFERÊNCIAS.....	42

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja tem contribuído de forma decisiva para a sustentabilidade econômica da atividade agrícola no Brasil. A sua área de cultivo tem aumentado ano após ano, o que confere ao país a segunda posição no cenário mundial de produção de soja. O status de cultivo com altarelevância no Brasil deve-se à sua importância como fonte primária de óleo vegetal, proteína animal, além de alternativas energéticas como a produção de biocombustíveis.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira sempre estiveram associados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. Esses avanços alavancaram o rápido desenvolvimento do cultivo da soja no País, a partir dos anos 60 (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2004). No entanto, alguns entraves dificultam a obtenção de altas produtividades na cultura, destacando-se os problemas relacionados às adversidades climáticas, ocorrência de insetos pragas e doenças. Com a expansão das áreas cultivadas, a pouca variabilidade genética e principalmente o sistema de monocultivo, as doenças já existentes começaram a surgir com maior intensidade, passando a representar um dos mais relevantes fatores na perda de produtividade.

Dentre as principais doenças, a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) tornou-se um dos maiores problemas para o agronegócio dos países produtores de soja. A sua fácil dispersão e o alto potencial para severas perdas na produção tornaram a ferrugem uma das mais destrutivas doenças foliares dentre as que afetam a cultura. Sob condições climáticas favoráveis, pode ocasionar até a perda total da produção. A cada ano a severidade da doença tem aumentado nas regiões de clima mais favorável, havendo acentuadas perdas, o que tem causado reflexo negativo para o produtor e para a própria economia do país.

A aplicação de fungicidas visando o controle da ferrugem asiática vem sendo aprimorada buscando-se principalmente a melhoria da eficiência desses produtos. Além da grande variedade de fungicidas disponíveis hoje, a busca de novas alternativas para o controle de doenças tem proporcionado o desenvolvimento de produtos alternativos. Dentre esses produtos, podemos destacar aqueles capazes de induzir o sistema de defesa das plantas contra a ação dos patógenos. Esses ativadores de plantas podem induzir a resistência sistêmica adquirida (Systemic Acquired Resistance, ou SAR) das plantas que consiste numa grande variedade de barreiras e mecanismos de defesa preexistentes na planta.

Diante desse contexto, objetivou-se neste trabalho avaliar a influência da aplicação de fungicida e ativador de defesa no controle da ferrugem asiática, bem como o efeito da doença sobre a qualidade fisiológica das sementes.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura da soja

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, teve como centro de origem o leste da Ásia, mais precisamente o nordeste da China (HYMOWITZ, 1970). Embora alguns autores discordem quanto ao local específico de origem da soja, todos os relatos apontam para a Ásia. Na sua classificação científica, a planta é descrita como uma planta autógama e anual, pertencente à família *Fabaceae*, subfamília *Papilionoideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae* (*Glycininae*), gênero *Glycine* L., subgênero *soja* (Moench) F. J. Germ. e à espécie *Glycine max* (L.) Merrill.

Apesar de conhecida e explorada no oriente há mais de cinco mil anos (é reconhecida como uma das mais antigas plantas cultivadas do planeta), o ocidente ignorou o seu cultivo até a segunda década do século XIX, quando os Estados Unidos iniciaram sua exploração comercial (primeiro como forrageira e, posteriormente, como grão). A soja chegou ao Brasil via Estados Unidos, em 1882. Gustavo Dutra, então professor da Escola de Agronomia da Bahia, realizou os primeiros estudos de avaliação de cultivares introduzidas daquele país (EMBRAPA, 2003).

O crescimento da produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira sempre estiveram associados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. Esses avanços alavancaram o rápido desenvolvimento do cultivo da soja no País, a partir dos anos 60. Apesar do significativo crescimento da produção no correr dos anos 60, foi na década seguinte que a soja se consolidou como a principal cultura do agronegócio brasileiro (EMBRAPA, 2004).

Com a expansão da fronteira agrícola o Brasil aumentou consideravelmente sua participação no mercado internacional, possuindo atualmente a condição de segundo maior produtor mundial, com uma produção na safra 2010/11 de 75,3 milhões de toneladas, o que representa aproximadamente 48% da produção de grãos do país. Vale ressaltar que dentre os países produtores, o Brasil é o que dispõe da maior fronteira para expansão da área plantada, que na safra 2009/10 atingiu 23,46 milhões de hectares com a cultura da soja dentro dos 47,41 milhões cultivados com grãos (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2011).

Atualmente a soja é cultivada em praticamente todo o território nacional, destacando-se o Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás como os maiores produtores. Apenas estes estados foram responsáveis por aproximadamente 74% de toda a produção nacional (CONAB, 2011).

O crescimento na produção de soja no mundo e especialmente no Brasil é estimulado pelo aumento da demanda do grão, principalmente por ser uma excelente fonte de proteínas e energia para sustentar a criação de animais no mundo todo, com um custo de produção relativamente barato, além da utilização como fonte para produção de biocombustíveis.

Os principais fatores que estão alavancando a cultura da soja no país são o uso de tecnologias modernas no manejo da cultura, como a mecanização agrícola, o uso de adubos químicos, o manejo de pragas e doenças, e principalmente a disponibilidade de sementes de alta qualidade (EMBRAPA, 2004).

## **2.2 Doenças na cultura da soja**

Dentre os fatores limitantes do rendimento, da lucratividade e do sucesso da produção, estão as doenças. Anualmente o produtor chega a perder de

15 a 20% de sua safra devido à ocorrência dessas doenças. No mundo são relatadas mais de 100 doenças diferentes. No Brasil, em torno de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificadas. Esse número tende a aumentar devido à expansão da cultura para novas áreas de cultivo e também como consequência da monocultura (HENNING, 2009). A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo da condição climática de cada safra.

Até 1970, a preocupação maior dos programas de pesquisa de soja no Brasil era com a produtividade. Com menor ênfase, também buscavam a altura adequada da planta para a colheita mecânica, a resistência ao acamamento e a resistência à deiscência das vagens. Os problemas fitossanitários não preocupavam muito os pesquisadores da época. Foi somente a partir dos anos 80 que resistência a doenças como a pústula Bacteriana, o fogo Selvagem e a mancha olho-de-rã passaram-se a constituir em características necessárias para a recomendação de uma nova cultivar. Posteriormente, problemas fitossanitários maiores surgiram, como o cancro da haste, o nematoide de cisto e o oídio, ampliando a lista de exigências para a recomendação de novas cultivares (EMBRAPA, 2004).

Atualmente as doenças mais comuns são: ferrugem asiática, oídio, mofo branco, doenças de final de ciclo, podridão negra da raiz (ou podridão de carvão), podridão de fitóftora, mancha alvo e antracnose (HENNING, 2009).

A ferrugem asiática, desde que foi constatada nas principais regiões produtoras do Brasil, vem sendo motivo de grandes preocupações por parte dos pesquisadores e demais pessoas ligadas ao agronegócio da soja (ANDRADE; ANDRADE, 2006). A doença tem causado perdas significativas em diversas regiões brasileiras, totalizando quase 10 milhões de dólares desde a safra 2001/02, quando a mesma surgiu no Brasil em maio de 2001 (HENNING, 2009).

### 2.2.1 Ferrugem Asiática

A soja é infectada por duas espécies do fungo *Phakopsora* que causam a ferrugem: a *P. meibomiae* (Arthur) Arthur, nativa do Continente Americano, ocorrendo desde Porto Rico, no Caribe, até o sul do Paraná (Ponta Grossa), e a temida *P. pachyrhizi* Sydow & Syd, presente na maioria dos países asiáticos, na Austrália, na África (Zâmbia, Zimbábue e África do Sul) e ausente nas Américas até a safra de 1999/00. A ferrugem americana (*P. meibomiae*) raramente causa perdas, ocorre em condições de temperatura amenas (média abaixo de 25 °C) e umidade relativa elevada, estando localizada nas regiões dos Cerrados, em altitudes superiores a 800m, e na região Sul. Já o fungo da ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*) está adaptado a temperaturas que variam de 15 °C a mais de 30 °C e pode causar severas perdas de soja em todas as regiões onde ocorrem períodos de molhamento da folha por mais de 10 horas. A diferenciação das duas espécies de fungos só é feita por meio do teste de DNA (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004).

A ferrugem é altamente agressiva e pode limitar a produção da soja, em condições de clima favorável. A doença pode antecipar o ciclo da cultura em até 25 dias, ocasionando a formação de sementes pequenas e reduzindo a produtividade drasticamente. Os danos causados pela doença variam de região para região. No hemisfério ocidental, os danos geralmente variam de 30 a 75% na maioria das diferentes regiões onde a soja é cultivada (ZAMBOLIM, 2006).

A importância da doença no Brasil pode ser avaliada pela sua rápida expansão, pela agressividade e pelo montante de perdas causadas. Em apenas três anos (2001 a 2003), disseminou-se por todas as regiões produtoras de soja do país e, em quatro anos, atingiu todo o Continente Americano, sendo detectada nos Estados Unidos em novembro de 2004 (YORINORI, 2011).

A ferrugem é uma doença imprevisível, cuja ocorrência inicial e a maior ou menor severidade dependem das condições climáticas e da proximidade da fonte de inóculo, podendo variar grandemente de um ano para outro. Portanto, é fundamental que os produtores e os técnicos da assistência estejam continuamente atentos, realizando o monitoramento das lavouras para a detecção dos primeiros sintomas (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004).

A quantificação da desfolha pode ser utilizada como parâmetro para estimar danos, para avaliar tratamentos em ensaios de controle de doenças em soja e também para teste de materiais genéticos resistentes à ferrugem asiática. As avaliações de desfolha geralmente são subjetivas e demoradas. No caso de avaliações de severidade de doenças, para se reduzir a subjetividade, utilizam-se escalas diagramáticas (HIRANO et al., 2010).

Novas tecnologias têm contribuído para a avaliação da severidade das doenças foliares. Uma das técnicas de se avaliar indiretamente o estresse causado pela doença é com a mensuração da quantidade de clorofila nas folhas através de valores de refletância realizadas com sensores óticos terrestres. Desta forma, é possível calcular o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), que se correlacionam bem com parâmetros da cultura (produtividade, teor de N foliar, severidade de doenças e de proteína nos grãos) (MOLIN et al., 2010).

Godoy e Henning (2008), estudando o efeito do tratamento de sementes e da aplicação foliar de fungicidas sobre a ferrugem asiática, obtiveram altas correlações entre as avaliações de NDVI, realizadas com o equipamento Greenseeker, com a severidade da doença e com a produtividade em todas as épocas de plantio.

Segundo Hikishima et al. (2010), em estudo sobre a quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja, as informações sobre o NDVI podem ser

utilizadas na estimativa de danos da doença e na determinação do limiar de dano econômico.

### **2.2.2 Controle da Ferrugem**

O progresso da doença resulta da interação entre a planta suscetível, o patógeno agressivo e o ambiente favorável. Entre os fatores ambientais, a temperatura e a umidade, na superfície da planta, são os mais importantes para o início e o progresso das doenças (AGRIOS, 2005). Considerando a adaptação de *P. pachyrhizi* à ampla variação de temperatura e molhamento foliar, o acompanhamento das variáveis climáticas torna-se fundamental para auxiliar no controle da doença (LIMA, 2006).

Para a otimização do controle de doenças da soja se faz necessário a utilização de medidas que reduzem o nível de inóculo inicial e aumente as defesas da planta através de um manejo cultural que dificulte a formação de ambientes propícios ao desenvolvimento da doença e facilite o controle químico (BALARDIN; MADALOSSO, 2006). Segundo Balardin e Madalosso (2006), a utilização de variedades resistentes ou tolerantes seria uma importante medida de manejo para a doença e a eliminação de espécies hospedeiras na entressafra, incluindo a soja (tiguera), também pode consistir em medida importante para reduzir o inóculo inicial no campo.

O controle da ferrugem da soja compreende diversas medidas conjuntas. A aplicação de produtos químicos tem se mostrado ser uma forma efetiva de minimizar os efeitos da ferrugem e, para isso, ao se identificar a presença da doença na região, deve-se saber o momento certo de aplicá-los. A aplicação no momento errado poderá aumentar o número de pulverizações, o que aumenta sensivelmente os custos de produção. Ainda, se não houver monitoramento da

lavoura, a percepção dos sintomas se dará tarde demais, o que pode comprometer a eficiência dos produtos (REIS, 2005).

A aplicação no momento ideal torna-se fundamental para a eficiência do controle químico. Diversos autores têm demonstrado a baixa eficiência dos produtos quando não utilizados na época certa, comprometendo a produtividade da lavoura (BALARDIN; MADALOSSO, 2006; GODOY et al., 2009; NAVARINI et al., 2007).

Quando a doença já está ocorrendo, o controle químico com fungicida é, até o momento, o principal método de controle (SOARES et al., 2004). No entanto, o sucesso do controle químico vai depender em que fase se encontra a doença e em que pressão de inoculo que a planta está submetida no momento da aplicação do fungicida. O controle com fungicidas tem garantido o sucesso na lavoura e diversos trabalhos têm demonstrado incrementos significativos na produtividade (DOURADO NETO et al., 2007; SCHERM et al., 2009; SOARES et al., 2004).

Atualmente está disponível no mercado uma grande quantidade de fungicidas recomendados para o controle da ferrugem asiática. Dentre esses, podemos destacar o azoxystrobin + ciproconazole (ProriXtra®) que tem apresentado excelentes resultados em diversos trabalhos de pesquisa (DOURADO NETO et al., 2007; GODOY et al., 2007, 2009).

Apesar de eficazes, os fungicidas são de alto custo e, na maioria das vezes, são necessárias duas ou mais aplicações, onerando os custos de produção. Além disso, o uso contínuo de fungicidas com mesmo princípio ativo pode resultar em resistência do patógeno a esses produtos. Portanto, outras estratégias de controle economicamente viáveis com boa relação custo benefício, poderiam contribuir para o manejo da doença (LIMA, 2006).

A busca de novas alternativas para o controle de doenças tem proporcionado o desenvolvimento de substâncias capazes de induzirem o

sistema de defesa das plantas contra a ação dos patógenos (LEROUX, 1996). Muitos produtos têm sido utilizados para a indução da resistência sistêmica nas plantas.

A resistência sistêmica adquirida (Systemic acquired resistance – SAR) ocorre naturalmente e consiste em importante mecanismo de defesa das plantas contra doenças, agindo pela estimulação de resistência sistêmica, duradoura e de amplo espectro após a infecção por patógenos que causam necrose (MORAES, 1998).

Embora com pequenas discordâncias, pesquisadores têm assumido que SAR envolve o acúmulo de PRP's (Proteínas Relacionadas com Patogênese) como mecanismos induzidos de defesa da planta. Usualmente elas acumulam-se em plantas como resposta a infecção e como resposta a indução de resistência. Apesar da necessidade de mais estudos sobre o modo de como as PRP's atuam, sabe-se que, dependendo da planta e do agente de indução, elas acumulam-se tanto nos espaços intercelulares (quando teriam uma ação direta sobre o patógeno) como em vacúolos (teriam ação após eventos de patogênese que culminam com descompartimentalização) (ROMEIRO, 2011).

O acibenzolar-S-metil (ASM), derivado benzotiadiazólico, é considerado um indutor de resistência em diferentes culturas como batata contra a canela Preta (BENELLI; DENARDIM; FORCELINI, 2004), soja contra nematoides e ferrugem (DUARTE et al., 2009; ROCHA et al., 2000), algodão contra ramulária (CHITARRA et al., 2007), dentre outras culturas.

### **2.3 Qualidade de sementes**

São muitos os fatores que afetam a qualidade das sementes de soja dentre eles as condições climáticas, as técnicas utilizadas durante a colheita, secagem, beneficiamento, assim como as condições de temperatura e umidade

durante o transporte, armazenamento e semeadura (FRANÇA NETO et al., 2000). Além desses fatores, podemos destacar a influência de pragas e doenças na qualidade final das sementes.

A qualidade fisiológica de sementes de soja é em grande parte influenciada pelo genótipo. Nesse sentido, nos programas de melhoramento genético há preocupação em desenvolver materiais com características relacionadas a teores de óleo e proteína, resistência a danos mecânicos, a pragas e doenças (COSTA et al., 2001).

A qualidade das sementes está diretamente relacionada à sua perfeita formação. As desfolhas causadas por pragas ou doenças podem afetar fortemente a taxa fotossintética da planta o que resulta em efeitos sobre a formação das sementes. Segundo Diogo et al. (1997), plantas submetidas à desfolha tem grande redução no número de vagens, no número e peso de sementes e conseqüentemente sobre a formação das sementes devido ao menor desenvolvimento das plantas.

A qualidade fisiológica das sementes, representada pela viabilidade e vigor, pode influenciar diretamente muitos aspectos do desempenho, como, por exemplo, a taxa de emergência e a emergência total, sendo também o tamanho da semente, devido à formação, outro componente físico da qualidade que vem sendo avaliado para muitas espécies (PÁDUA et al., 2010). As sementes de maior tamanho ou aquelas que apresentam maior densidade são aquelas que possuem, normalmente, embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, sendo potencialmente as que podem expressar maior vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

As sementes de modo geral podem abrigar e transportar microrganismos ou agentes patogênicos de todos os grupos taxonômicos, causadores ou não de doenças. Do ponto de vista ecológico, esses agentes podem ser agrupados em organismos de campo, onde predominam espécies fitopatogênicas, e organismos

de armazenamento, com pequeno número de espécies que deterioram as sementes nesta fase (BRASIL, 2009a).

Segundo Henning e Yuyama (1999), estudando a qualidade sanitária de sementes de soja em diversas regiões do Brasil, dentre os fungos encontrados, os de maior ocorrência são os fungos *Cercospora kikuchii*, *Fusarium* spp., *Phomopsis* sp e *Colletotrichum truncatum*. No entanto, são referidas em torno de 35 espécies de fungos que podem ser transmitidos pelas sementes de soja.

A deterioração no campo muitas vezes é intensificada pela interação com alguns fungos de campo. Diversos autores têm relatado que a incidência de fungos nas sementes tem proporcionado uma redução na qualidade fisiológica das sementes (FRANÇA NETO; HENNING, 1992; HENNING, 2005; MARCOS FILHO, 2005; PEREIRA; PEREIRA; FRAGA, 2000).

No caso da ferrugem asiática, pouco conhecimento se tem sobre a alteração na qualidade (fisiológica e sanitária) das sementes, oriundas de plantas que receberam tratamento para controle da doença (GAGLIARDI et al., 2009).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Instalação e condução da lavoura**

O trabalho foi conduzido na unidade experimental da empresa Syngenta, localizada no município de Uberlândia - MG, no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura e no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Os materiais utilizados para a realização do experimento foram quatro cultivares comerciais de soja, sendo duas tolerantes a ferrugem (A e B) e duas susceptíveis a doença (C e D).

A semeadura foi realizada em área irrigada no dia 18/02/2011 no sistema de plantio direto, utilizando uma semeadora a vácuo experimental com espaçamento de 0,50 metros entre linhas e 20 sementes/m. As parcelas experimentais foram constituídas de 4 linhas com 5 metros cada, sendo considerada como área útil as 2 linhas centrais. Todos os tratos culturais do plantio e condução da lavoura foram realizados conforme as indicações técnicas para o cultivo da soja. Foi realizada a inoculação da ferrugem nas duas linhas laterais através da aplicação de uma solução com esporos após 30 dias de semeadura para garantir a presença da doença.

Durante o desenvolvimento da cultura, foi realizada uma avaliação com o aparelho GreenSeeker para verificação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Avaliação esta para determinação de forma indireta da eficiência fotossintética dos materiais em função do ataque do patógeno no limbo foliar.

Os tratamentos foram compostos de quatro cultivares de soja e dez tratamentos, com a utilização dos produtos Bion, Priori Xtra, combinação dos

mesmos na dosagem recomendada pelo fabricante na quantidade de uma, duas ou três aplicações durante o desenvolvimento da cultura, sendo que a primeira aplicação foi realizada 40 dias após emergência e as demais 21 dias após a anterior e uma testemunha com aplicação de água (Tabela 1). Nos tratamentos que não receberam três aplicações a água foi aplicada no mesmo volume para que se completassem as três aplicações.

Tabela 1 Descrição dos tratamentos utilizados

<b>Tratamento</b>	<b>Produto</b>		<b>Aplicações</b>
1	Fungicida	Priori Xtra®	1 aplicação
2	Fungicida	Priori Xtra®	2 aplicações
3	Fungicida	Priori Xtra®	3 aplicações
4	Ativador	Bion®	1 aplicação
5	Ativador	Bion®	2 aplicações
6	Ativador	Bion®	3 aplicações
7	Fungicida + Ativador	Priori Xtra® + Bion®	1 aplicação
8	Fungicida + Ativador	Priori Xtra® + Bion®	2 aplicações
9	Fungicida + Ativador	Priori Xtra® + Bion®	3 aplicações
10	Testemunha	Água	3 aplicações

As aplicações foram realizadas nas duas linhas centrais com a utilização de uma bomba costal motorizada com vazão de 200 L/ha sendo utilizada a mesma pressão para todos os tratamentos. Durante as aplicações foi utilizada uma barreira plástica para proteção das parcelas próximas.

A colheita foi realizada de forma manual assim que os materiais apresentaram umidade ideal de colheita a campo e a trilha realizada com uma trilhadeira de plantas individual. Após a colheita e trilha, as sementes foram pesadas para determinação da produtividade e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Sementes e de Patologia de Sementes da UFLA para avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária.

### **3.2 Avaliações**

#### **Peso de mil sementes**

A amostra de trabalho foi constituída de oito repetições de 100 sementes contadas manualmente. Em seguida as sementes de cada repetição foram pesadas, considerando-se quatro casas decimais. Foi calculado o peso de mil sementes de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009b).

#### **Teste de germinação**

O substrato para sementeira foi o papel do tipo “Germitest”, umedecido com água destilada em quantidade de 2,5 vezes o peso seco do papel. As sementes foram colocadas em germinador regulado à temperatura de 25 °C e as contagens realizadas no 5º e 8º dia após a sementeira. As avaliações foram realizadas conforme descritas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009b). Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes e os resultados expressos em porcentagem.

#### **Emergência**

Foram utilizadas 200 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições. As 50 sementes de cada repetição foram colocadas em bandejas plásticas com dimensões de 60 cm x 40 cm x 10 cm contendo como substrato areia + terra na proporção de 2:1, com 70% da capacidade de campo. As bandejas com as sementes foram colocadas em câmara de crescimento regulada para 25 °C. O manejo da irrigação foi realizado sempre que necessário. A avaliação de plântulas normais foi realizada aos 14 dias após a montagem do teste.

### **Envelhecimento acelerado**

Quatro repetições de 50 sementes por tratamento foram dispostas sobre uma tela de alumínio fixada a um gerbox. Em cada gerbox foram colocados 40 mL de água, e em seguida foram mantidos em BOD a 41 °C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação.

### **Sanidade**

O teste de sanidade foi conduzido pelo método de incubação em papel de filtro sem congelamento com 8 repetições de 25 sementes por tratamento. As sementes foram distribuídas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro contendo três folhas de papel filtro previamente esterilizadas e umedecidas com água esterilizada e 2,4 D. As sementes foram incubadas a 20 °C ± 2 °C, em câmara com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, durante sete dias (BRASIL, 2009a). Para a identificação dos patógenos presentes nas sementes, utilizou-se lupa estereoscópica e microscópio ótico. A incidência foi avaliada em porcentagem de fungos encontrados.

### **3.3 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento estatístico adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial de 4x10 com três repetições, sendo 4 cultivares e 10 tratamentos [azoxystrobin + ciproconazole (Priori Xtra), acibenzolar-S-metil – ASM (Bion) e a combinação dos produtos e na quantidade de 3 aplicações (1, 2 ou 3 aplicações)]. O Teste de média utilizado foi o Scott-Knot a 5%.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise de variância (Tabelas 2 e 3) pode-se observar que houve efeito significativo para todas as variáveis estudadas em cada fator isoladamente, exceto para a presença de *Fusarium* no fator cultivar. Já na interação dos fatores houve significância para os resultados de envelhecimento acelerado, produtividade, índice de vegetação, peso de mil sementes, *Fusarium*, *Cercospora* e *Phomopsis*.

Tabela 2 Resumo da análise de variância dos resultados dos testes de Emergência (%E), Envelhecimento Acelerado (EA), Germinação (%G), Produtividade (PROD) e o Índice de Vegetação (NDVI) em sementes de soja de diferentes cultivares pulverizadas com diferentes produtos químicos

FV	GL	Quadrados Médios				
		%E	EA	%G	PROD	NDVI
<b>Bloco</b>	<b>2</b>	1,41	3,86	0,91	6536,88	0,0018
<b>Cultivar</b>	<b>3</b>	66,06**	90,09*	86,05*	20269842,00*	2,5204*
<b>Tratamento</b>	<b>9</b>	19,26**	18,15*	30,93*	1799843,67**	0,0151*
<b>Cult x Trat</b>	<b>27</b>	8,21	8,23**	3,94	128187,93**	0,0033*
<b>Resíduo</b>	<b>78</b>	5,88	3,45	4,21	7048,61	0,00068
<b>CV (%)</b>		2,57	2,03	2,24	6,04	5,27

Tabela 3 Resumo da análise de variância dos resultados dos testes de Peso de mil sementes e sanidade com a incidência de *Fusarium*, *Cercospora* e *Phomopsis* em sementes de soja de diferentes cultivares pulverizadas com diferentes produtos químicos

FV	GL	Quadrados Médios			
		Peso de 1000 sementes	Fusarium <sup>1</sup>	Cercospora <sup>1</sup>	Phomopsis <sup>1</sup>
<b>Bloco</b>	<b>2</b>	33,67	0,053	0,177	0,481
<b>Cultivar</b>	<b>3</b>	14706,04**	0,924	29,629**	15,849**
<b>Tratamentos</b>	<b>9</b>	1984,83**	0,885*	2,020**	1,624**
<b>Cult x Trat</b>	<b>27</b>	142,35**	0,720*	1,540**	0,853*
<b>Resíduo</b>	<b>78</b>	61,47	0,409	0,719	0,541
<b>CV (%)</b>		7,11	40,59	18,67	41,78

<sup>1</sup>ANAVA com dados transformados em  $\sqrt{x+1}$

Pelos resultados da porcentagem de germinação apresentados na Tabela 4, verifica-se que todos os tratamentos onde foram realizadas mais de uma aplicação, independente do produto utilizado, apresentaram germinação superior à testemunha, sendo que os tratamentos com PrioriXtra e PrioriXtra + Bion no número de 2 e 3 aplicações respectivamente, apresentaram resultados superiores aos demais.

Maiores valores de germinação foram encontrados para as cultivares que possuem tolerância a ferrugem asiática (cultivar A e B), sendo que na cultivar A foram observadas maiores médias de germinação quando comparado aos demais (Tabela 5). Para as cultivares susceptíveis não foi observada diferença significativa entre as médias encontradas (Tabela 5). Os resultados encontrados no presente trabalho são diferentes dos obtidos por Gagliardi et al. (2009), onde não foi observado efeito dos produtos utilizados no controle da ferrugem asiática

sobre a qualidade final das sementes. Isto possivelmente esteja relacionado com a intensidade da doença nos dois campos.

Tabela 4 Resultados médios da porcentagem de germinação de sementes de soja oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática

<b>Tratamento</b>	<b>% Germinação</b>
<b>PrioriXtra 1</b>	90 c
<b>PrioriXtra 2</b>	94 a
<b>PrioriXtra 3</b>	92 b
<b>Bion 1</b>	89 d
<b>Bion 2</b>	92 b
<b>Bion 3</b>	92 b
<b>(PrioriXtra + Bion) 1</b>	91 c
<b>(PrioriXtra + Bion) 2</b>	92 b
<b>(PrioriXtra + Bion) 3</b>	94 a
<b>Testemunha</b>	91 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Tabela 5 Resultados médios da porcentagem de germinação de sementes de soja de diferentes cultivares

<b>Cultivar</b>	<b>% Germinação</b>
<b>A</b>	94 a
<b>B</b>	92 b
<b>C</b>	90 c
<b>D</b>	91 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Pelos resultados da porcentagem de emergência, apresentados na Tabela 6, verifica-se que os maiores valores foram obtidos nos tratamentos onde foram realizadas 3 aplicações de PrioriXtra ou PrioriXtra + Bion, resultados semelhantes ao do teste de germinação. Já para os demais tratamentos não foi observada nenhuma diferença.

Tabela 6 Resultados médios da porcentagem de emergência de sementes de soja oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática

<b>Tratamento</b>	<b>% Emergência</b>
<b>PrioriXtra 1</b>	93 b
<b>PrioriXtra 2</b>	95 a
<b>PrioriXtra 3</b>	97 a
<b>Bion 1</b>	93 b
<b>Bion 2</b>	94 b
<b>Bion 3</b>	94 b
<b>(PrioriXtra + Bion) 1</b>	94 b
<b>(PrioriXtra + Bion) 2</b>	93 b
<b>(PrioriXtra + Bion) 3</b>	95 a
<b>Testemunha</b>	94 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Na Tabela 7 encontram-se expressos os resultados de emergência para cada cultivar utilizada. Pode-se observar que a cultivar A apresentou porcentagem de emergência superior aos demais. Para a cultivar B e as cultivares susceptíveis à ferrugem, não foi observada diferença significativa quanto à porcentagem de emergência.

Tabela 7 Resultados médios da porcentagem de emergência de sementes de soja de diferentes cultivares

<b>Cultivar</b>	<b>% Emergência</b>
<b>A</b>	96 a
<b>B</b>	94 b
<b>C</b>	93 b
<b>D</b>	94 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Pelos resultados do teste de germinação e emergência, pode-se observar o efeito positivo da aplicação de fungicida com ou sem ativador na qualidade fisiológica das sementes, sendo que o número de aplicações também é fundamental para a garantia do controle da ferrugem e conseqüentemente na formação e melhoria da qualidade fisiológica das sementes.

Para os resultados do teste de envelhecimento acelerado, pode-se observar que para a cultivar A não foi observada diferença significativa dentro dos tratamentos. No entanto, de maneira geral essa cultivar apresentou resultados superiores às cultivares susceptíveis para os tratamentos avaliados. De modo geral, os tratamentos com PrioriXtra ou PrioriXtra + Bion apresentaram resultados superiores ao tratamento apenas com Bion, sendo que o número de 3 aplicações também influenciou na maior porcentagem de germinação após o envelhecimento.

Tabela 8 Resultados médios da porcentagem de germinação de sementes de soja submetidas ao teste de envelhecimento acelerado oriundas de plantas de diferentes cultivares submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática

Tratamento	Cultivar			
	A	B	C	D
<b>PrioriXtra 1</b>	94 Aa	95 Aa	92 Ba	91 Bb
<b>PrioriXtra 2</b>	93 Aa	94 Aa	90 Ba	91 Bb
<b>PrioriXtra 3</b>	95 Aa	94 Aa	90 Ba	94 Aa
<b>Bion 1</b>	93 Aa	92 Ab	87 Bb	90 Ab
<b>Bion 2</b>	95 Aa	91 Bb	89 Ba	89 Bb
<b>Bion 3</b>	94 Aa	92 Ab	89 Ba	90 Bb
<b>(PrioriXtra + Bion) 1</b>	91 Aa	91 Ab	91 Aa	93 Aa
<b>(PrioriXtra + Bion) 2</b>	94 Aa	91 Ab	91 Aa	91 Ab
<b>(PrioriXtra + Bion) 3</b>	93 Aa	92 Bb	89 Ba	96 Aa
<b>Testemunha</b>	93 Aa	90 Bb	84 Cb	89 Bb

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Os resultados superiores de germinação e vigor encontrados nos tratamentos comparados com a testemunha permitem afirmar que os mesmos não apresentaram efeitos fitotóxicos, pois sementes que receberam até três aplicações germinaram com a mesma intensidade que as sementes que receberam menor número de aplicações e até mesmo a própria testemunha.

Pela Tabela 9, verifica-se que o ataque da doença afetou significativamente o peso de mil sementes para todos as cultivares. As cultivares com tolerância a ferrugem apresentaram peso médio de mil sementes superior às demais cultivares. Da mesma forma, a aplicação de PrioriXtra ou PrioriXtra + Bion no número de 3 aplicações apresentaram melhor controle sobre a ferrugem

o que proporcionou um peso médio de 1000 sementes superior aos demais tratamentos e a testemunha.

Tabela 9 Resultados médios do peso de mil sementes (g) de diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática

Tratamento	Cultivar			
	A	B	C	D
<b>PrioriXtra 1</b>	117,07 Bc	144,97 Aa	89,50 Ca	93,53 Cb
<b>PrioriXtra 2</b>	137,97 Ab	132,40 Ab	99,97 Ba	95,27 Bb
<b>PrioriXtra 3</b>	154,73 Aa	151,73 Aa	103,40 Ba	105,87 Ba
<b>Bion 1</b>	109,83 Ac	111,57 Ac	81,20 Bb	84,03 Bb
<b>Bion 2</b>	109,17 Ac	114,53 Ac	78,13 Bb	86,13 Bb
<b>Bion 3</b>	122,43 Ac	114,93 Ac	78,90 Bb	81,90 Bb
<b>(PrioriXtra + Bion) 1</b>	119,93 Ac	117,50 Ac	89,73 Ba	90,57 Bb
<b>(PrioriXtra + Bion) 2</b>	143,90 Ab	151,27 Aa	94,90 Ba	97,77 Bb
<b>(PrioriXtra + Bion) 3</b>	152,50 Aa	151,80 Aa	96,27 Ca	111,40 Ba
<b>Testemunha</b>	115,73 Ac	113,20 Ac	77,83 Bb	86,93 Bb

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Conforme Carvalho e Nakagawa (2000), as sementes com maior tamanho ou com maior densidade são aquelas que normalmente possuem embriões bem formados e com maior quantidade de reservas, sendo potencialmente as que podem expressar maior vigor. Isso corrobora com os resultados encontrados para as cultivares que possuem tolerância a doença, onde apresentaram maiores médias no peso de mil sementes e resultados superiores nos testes de germinação e emergência quando comparadas às susceptíveis.

A utilização de PrioriXtra ou PrioriXtra + Bion no número de 3 aplicações proporcionou um controle eficiente da ferrugem, pois além de

garantir uma melhor formação das sementes, trouxe maiores rendimentos finais (Tabela 10). Segundo Hoffmann et al. (2004), o efeito significativo da aplicação de fungicidas para o controle das doenças de final de ciclo sobre a produtividade da soja pode ser facilmente obtido. Resultados similares também foram encontrados pela Fundação Mato Grosso (2001), cujos ensaios demonstraram que quanto maior o número de aplicações, melhor controle das doenças, resultando em aumento de produtividade e na massa de 100 grãos.

Tabela 10 Resultados médios de produtividade (kg/ha) de diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática

Tratamento	Cultivar			
	A	B	C	D
<b>PrioriXtra 1</b>	2478,0 Ad	1691,7 Bc	798,2 Cb	813,8 Cb
<b>PrioriXtra 2</b>	2545,1 Ad	1706,9 Bc	923,1 Ca	967,0 Ca
<b>PrioriXtra 3</b>	2787,2 Ac	2146,2 Bb	1004,0 Ca	999,5 Ca
<b>Bion 1</b>	1709,2 Af	1149,8 Be	439,3 Cc	525,1 Cd
<b>Bion 2</b>	1722,8 Af	1337,6 Bd	479,7 Cc	466,7 Cd
<b>Bion 3</b>	1938,6 Ae	1160,9 Be	491,6 Cc	428,7 Cd
<b>(PrioriXtra+Bion) 1</b>	2528,2 Ad	2172,5 Bb	844,9 Cb	656,3 Dc
<b>(PrioriXtra+Bion) 2</b>	3086,6 Ab	2200,6 Bb	740,8 Db	1031,4 Ca
<b>(PrioriXtra+Bion) 3</b>	3426,2 Aa	2374,0 Ba	1070,3 Ca	1048,6 Ca
<b>Testemunha</b>	1830,8 Ae	1195,9 Be	326,5 Cd	393,1 Cd

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Pelos dados de produtividade apresentados na Tabela 10, observa-se que as cultivares tolerantes a ferrugem apresentaram médias de produtividade superiores às cultivares susceptíveis. A cultivar A apresentou as maiores médias de produtividade dentre as cultivares analisadas.

Para as cultivares tolerantes a doença, o tratamento com PrioriXtra + Bion no número de 3 aplicações, proporcionou maiores médias de produtividade dentro dos tratamentos. Já para as cultivares susceptíveis a ferrugem, além do tratamento com PrioriXtra + Bion, a utilização apenas de PrioriXtra com 2 ou 3 aplicações também proporcionou maiores rendimentos.

Pelos resultados encontrados para o índice de vegetação por diferença normalizada (Tabela 11), pode-se observar a superioridade nos valores encontrados para as cultivares tolerantes a doença. Resultados esses que podem ser facilmente correlacionados com a produtividade e com a severidade da doença através do ataque no limbo foliar e conseqüentemente redução da eficiência fotossintética pelas lesões causadas nas folhas.

Os resultados encontrados com a utilização do aparelho Green Seeker, para mensuração da eficiência fotossintética das plantas, corroboram com os resultados encontrados por Godoy e Henning (2008), onde foram obtidas correlações entre as avaliações de NDVI com a severidade da doença e a produtividade final.

Tabela 11 Resultados médios para o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), obtidos com a utilização do aparelho Green Seeker, em plantas de diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática

Tratamento	Cultivar			
	A	B	C	D
<b>PrioriXtra 1</b>	0,7717 Ab	0,7503 Aa	0,2429 Bb	0,2321 Ba
<b>PrioriXtra 2</b>	0,8011 Aa	0,7446 Ba	0,2604 Cb	0,2408 Ca
<b>PrioriXtra 3</b>	0,8140 Aa	0,7741 Aa	0,2964 Ba	0,2384 Ca
<b>Bion 1</b>	0,7572 Ab	0,7057 Bb	0,2435 Cb	0,2228 Ca
<b>Bion 2</b>	0,7439 Ab	0,6610 Bb	0,2668 Ca	0,2178 Da
<b>Bion 3</b>	0,7558 Ab	0,6924 Bb	0,2565 Cb	0,2358 Ca
<b>(PrioriXtra + Bion) 1</b>	0,7722 Ab	0,7423 Aa	0,2858 Ba	0,2355 Ca
<b>(PrioriXtra + Bion) 2</b>	0,8328 Aa	0,7672 Ba	0,2821 Ca	0,2448 Ca
<b>(PrioriXtra + Bion) 3</b>	0,8238 Aa	0,7531 Ba	0,2941 Ca	0,2328 Da
<b>Testemunha</b>	0,7423 Ab	0,5083 Bc	0,2040 Cc	0,2016 Ca

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Através do teste de sanidade, constatou-se apenas a presença de três fungos nas sementes estudadas, sendo *Cercospora kikuchii* o fungo encontrado em maior porcentagem nas sementes. *Fusarium* spp. e *Phomopsis* sp. também foram detectados nas sementes, porém em porcentagens menores.

Para o fungo *Fusarium* spp. não houve o mesmo comportamento como foi verificado para as demais variáveis, onde houve melhores desempenhos para as cultivares resistentes e quando houve duas ou três aplicações dos produtos. Para a presença do fungo *Fusarium* spp. estes fatores não influenciaram (Tabela 12), observa-se que as maiores incidências ocorreram nas sementes das cultivares A e C que não receberam nenhuma aplicação dos produtos e também na cultivar C que foi pulverizada com três aplicações de PrioriXtra, o que

demonstra que estes produtos não são eficientes no controle deste fungo. Nota-se também que a resistência das cultivares em relação à ferrugem não está relacionada à incidência do *Fusarium* spp., pois a cultivar D relacionada como susceptível a ferrugem foi a cultivar que de uma maneira geral apresentou o menor índice de ocorrência de *Fusarium* spp.

Tabela 12 Valores médios da porcentagem de sementes com incidência de *Fusarium* spp. nas diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática

Produto	Cultivar			
	A	B	C	D
<b>PrioriXtra 1</b>	2,00 Ab	2,00 Aa	0,67 Ab	0,00 Aa
<b>PrioriXtra 2</b>	2,00 Ab	0,67 Aa	4,00 Aa	2,00 Aa
<b>PrioriXtra 3</b>	1,33 Bb	2,00 Ba	6,00 Aa	0,00 Ba
<b>Bion 1</b>	2,67 Ab	0,67 Aa	2,00 Ab	0,00 Aa
<b>Bion 2</b>	2,00 Ab	1,33 Aa	0,67 Ab	0,00 Aa
<b>Bion 3</b>	2,67 Ab	2,67 Aa	0,67 Ab	0,00 Aa
<b>(PrioriXtra + Bion) 1</b>	1,33 Ab	4,67 Aa	0,00 Ab	4,00 Aa
<b>(PrioriXtra + Bion) 2</b>	0,67 Ab	0,67 Aa	0,00 Ab	2,67 Aa
<b>(PrioriXtra + Bion) 3</b>	1,33 Ab	5,33 Aa	0,67 Ab	1,33 Aa
<b>Testemunha</b>	10,67 Aa	1,33 Ba	6,00 Aa	1,33 Ba

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

As médias são as originais, mas os dados foram comparados de acordo com os dados transformados (Transformação  $\sqrt{x+1}$ )

A incidência de *Cercospora kikuchii* nas sementes, ocorreu em porcentagens bem mais elevadas quando comparadas aos demais fungos encontrados (Tabela 13). Para a cultivar D não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados. Já para a cultivar C observa-se uma

maior incidência do fungo para os tratamentos apenas com Bion e para a testemunha.

Para as cultivares consideradas tolerantes a ferrugem, observa-se uma maior porcentagem de sementes com incidência do fungo onde foram utilizados os tratamentos de PrioriXtra com 3 aplicações, Bion e PrioriXtra + Bion com 2 aplicações, comprovando também que estes produtos não são eficientes e nem são indicados para o controle deste fungo.

Tabela 13 Valores médios da porcentagem de sementes com incidência de *Cercospora kikuchii* nas diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática

Produto	Cultivar			
	A	B	C	D
<b>PrioriXtra 1</b>	10,0 Bb	11,3 Bb	31,3 Ab	16,7 Ba
<b>PrioriXtra 2</b>	16,0 Ab	16,7 Ab	26,7 Ab	16,0 Aa
<b>PrioriXtra 3</b>	26,7 Aa	24,7 Aa	32,7 Ab	15,3 Aa
<b>Bion 1</b>	12,7 Bb	13,3 Bb	42,0 Aa	10,7 Ba
<b>Bion 2</b>	22,7 Ba	18,7 Ba	44,0 Aa	13,3 Ba
<b>Bion 3</b>	6,7 Bb	10,7 Bb	39,3 Aa	14,0 Ba
<b>(PrioriXtra + Bion) 1</b>	10,0 Bb	20,7 Aa	30,0 Ab	12,7 Ba
<b>(PrioriXtra + Bion) 2</b>	20,0 Ba	30,0 Aa	42,7 Aa	16,7 Ba
<b>(PrioriXtra + Bion) 3</b>	32,7 Aa	13,3 Bb	28,7 Ab	20,0 Ba
<b>Testemunha</b>	8,0 Cb	9,3 Cb	45,3 Aa	20,7 Ba

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias são as originais, mas os dados foram comparados de acordo com os dados transformados (Transformação  $\sqrt{x + 1}$ )

Tabela 14 Valores médios da porcentagem de sementes com incidência de *Phomopsis* sp. em diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos para o controle da ferrugem asiática

Produto	Cultivar			
	A	B	C	D
<b>PrioriXtra 1</b>	2,0 Ba	0,0 Ba	8,7 Aa	2,0 Bb
<b>PrioriXtra 2</b>	0,0 Aa	0,0 Aa	0,7 Ab	4,0 Ab
<b>PrioriXtra 3</b>	0,0 Ba	0,0 Ba	2,0 Bb	8,0 Aa
<b>Bion 1</b>	1,3 Ba	0,0 Ba	3,3 Bb	12,7 Aa
<b>Bion 2</b>	0,0 Ba	0,0 Ba	3,3 Ab	6,0 Ab
<b>Bion 3</b>	0,0 Ba	1,3 Ba	4,0 Ab	4,7 Ab
<b>(PrioriXtra + Bion) 1</b>	0,0 Ba	0,0 Ba	7,3 Aa	5,3 Ab
<b>(PrioriXtra + Bion) 2</b>	0,0 Aa	0,0 Aa	1,3 Ab	1,3 Ab
<b>(PrioriXtra + Bion) 3</b>	0,0 Ba	0,7 Ba	12,7 Aa	3,3 Bb
<b>Testemunha</b>	4,7 Ba	0,0 Ba	14,7 Aa	11,3 Aa

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

As médias são as originais, mas os dados foram comparados de acordo com os dados transformados (Transformação  $\sqrt{x + 1}$ )

Para o fungo *Phomopsis* sp. pode-se observar uma maior porcentagem de incidência nas sementes das cultivares susceptíveis a ferrugem (Tabela 14). Já para as cultivares A e B não foi constatada nenhuma diferença significativa entre os tratamentos avaliados, e a incidência foi significativamente inferior em relação às cultivares consideradas susceptíveis, independente do produto e do número de aplicação utilizada. Esta menor incidência pode ser explicada pela melhor qualidade física e fisiológica das sementes promovido pela resistência das cultivares a ferrugem, pois esta doença prejudica o desenvolvimento das sementes pela redução da área foliar e estas se tornam mais susceptíveis ao

fungo *Phomopsis* que contaminam as sementes no final do ciclo da cultura, promovendo redução da germinação e do vigor das sementes.

## 5 CONCLUSÕES

O fungicida PrioriXtra utilizado em conjunto ou não com o ativador de defesa é eficaz no controle da ferrugem asiática e na melhoria da qualidade das sementes de soja quando utilizado em 3 aplicações foliares.

A utilização de apenas ativador de defesa no número máximo de 3 aplicações não é eficiente no controle da ferrugem asiática.

A desfolha causada pela ferrugem afeta consideravelmente a formação das sementes, bem como a produtividade e também a porcentagem de germinação e emergência, sendo influenciada também pela cultivar.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5<sup>th</sup>ed. San Diego: Academic, 2005. 922p.
- ANDRADE, P.J.M.; ANDRADE, F.A.A. Controle químico da ferrugem asiática da soja. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 69-80.
- BALARDIN, R.S.; MADALOSSO, M.G. Fatores que afetam a eficiência na aplicação de fungicidas. In: BORGES, L.D. (Ed.). **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Passo Fundo: UEPPF, 2006. p.63-67.
- BENELLI, A.I.H.; DENARDIM, N.D.; FORCELINI, C.A. Ação do Acibenzolar-S-Metil aplicado em tubérculos e plantas de batata contra canela preta, incitada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p. 263-267, mar./abr. 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília, 2009a. 200p.
- \_\_\_\_\_. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009b. 399p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CHITARRA, L.G. et al. Avaliação da eficiência do ativador de plantas acibenzolar-s-methyl na proteção contra a mancha de ramulária do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: UFU, 2007.1 CD-ROM.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra: grãos**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=&>>. Acesso em: 12 dez. 2011.
- COSTA, N.P. da et al. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.140-145, jan./fev. 2001.

DIOGO, A.M. et al. Influência da remoção de folhas, em vários estádios de desenvolvimento, na produção de grãos e em outras características agronômicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.44, n.253, p.272-285, 1997.

DOURADO NETO, D. et al. Controle químico da ferrugem asiática na cultura da soja em condições de campo. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p.69-80, 2007.

DUARTE, H.S.S. et al. Silicato de potássio, acibenzolar-S-metil e fungicidas no controle da ferrugem da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2271-2277, ago. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja, região Central do Brasil, 2004**. Londrina: EMBRAPA Soja; EMBRAPA Agropecuária Oeste; EMBRAPA Cerrados; EPAMIG-Fundação Triângulo, 2003. 237p.

\_\_\_\_\_. **Tecnologias de produção de soja, região Central do Brasil, 2005**. Londrina: EMBRAPA Soja; EMBRAPA Cerrados; EMBRAPA Agropecuária Oeste; Fundação Meridional, 2004. 239p.

FRANÇA NETO, J. de B. et al. Tecnologia de produção de sementes. In: \_\_\_\_\_. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2000. 1. CD-ROM.

FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A.A. **DIACOM**: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1992. 21p. (Circular Técnica, 10).

FUNDAÇÃO MATO GROSSO. **Boletim de pesquisa de soja**. Rondonópolis, 2001. 144p. (Boletim,5).

GAGLIARDI, B. et al. Efeito de fungicidas para controle da ferrugem asiática na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.4, p.120-125, jul./ago. 2009.

GODOY, C.V. et al. **Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/07:** resultados sumarizados dos ensaios em rede. Londrina: EMBRAPA Soja, 2007. 8 p. (Circular Técnica, 42).

\_\_\_\_\_. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, Campinas, v.34, n. 1, p.56-61, 2009.

GODOY, C.V.; HENNING, A.A. Tratamento de semente e aplicação foliar de fungicidas para o controle da ferrugem-da-soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.10, p.1297-1302, out. 2008.

HENNING, A.A. Manejo de doenças da soja (*Glycine max* L. Merrill). **Informativo ABRATES**, Londrina, v.19, n.3, p.9-12, 2009.

\_\_\_\_\_. **Patologia e tratamento de sementes:** noções gerais. 2.ed. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. 52p. (Documentos, 264).

HENNING, A.A.; YUYAMA, M.M. Levantamento da qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil, entre as safras 1992/93 e 1996/97. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.18-26, jan./mar. 1999.

HIKISHIMA, M. et al. Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, n. 2, p.96-103, 2010.

HIRANO, M. et al. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p.248-250, 2010.

HOFFMANN, L.L. et al. Efeito da rotação de cultura, de cultivares e da aplicação de fungicida sobre o rendimento de grãos e doenças foliares em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.245-251, maio/jun. 2004.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, Bronx, v. 24, p.408-421, 1970.

LEROUX, P. Recent developments in the mode action of fungicides. **Pesticide Science**, Oxford, v.47, n.3, p.191-197, June 1996.

LIMA, L.M. **Manejo da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow) com fungicidas e silício**. 2006. 81p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

\_\_\_\_\_. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.24-3.32.

MOLIN, J.P. et al. Capacidade de um sensor ótico em quantificar a resposta da cana de açúcar a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.12, p.1345-1349, 2010.

MORAES, M.G. Mecanismos da resistência sistêmica adquirida em plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.6, p.261-284, 1998.

NAVARINI, L. et al. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.33, n. 2, p.182-186, 2007.

PÁDUA, G.P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.3, p.9-16, maio/jun. 2010.

PEREIRA, E.B.C.; PEREIRA, A.V.; FRAGA, A.C. Seed quality of early maturing soybean cultivars from different sowing dates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1653-1662, ago. 2000.

REIS, E.F. **Controle químico da ferrugem asiática da soja na região sul do Paraná**. 2005. 53p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ROCHA, M.R. et al. Efeito do acibenzolar-s-methyl (benzothiadiazole), como indutor de resistência sistêmica em soja (*Glycine max* cv. FT-Cristalina), sobre *Heterodera glycines*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, n.2, p.35-38, 2000.

ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Viçosa, MG: UFV, 2011. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/bac/indures.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2011.

SCHERM, H. et al. Quantitative review of fungicide efficacy trials for managing soybean rust in Brazil. **Crop Protection**, Guildford, v.28, n. 9, p.774-782, Sept. 2009.

SOARES, R.M. et al. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1245-1247, jul./ago. 2004.

YORINORI, J.T. **Controle da ferrugem asiática da soja na safra 2006/07**. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/ferrugem/artigo/controle-da-ferrugem-asiatica-da-soja-na-safra-2006-07\\_48196.html](http://www.agrolink.com.br/ferrugem/artigo/controle-da-ferrugem-asiatica-da-soja-na-safra-2006-07_48196.html)>. Acesso em: 7 set. 2011.

YORINORI, J.T.; LAZZAROTTO, J.J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2004. 27p. (Documentos, 236).

ZAMBOLIM, L. **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 140p.