UNIRV- UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

FERTILIZANTES FOLIARES ASSOCIADOS À FUNGICIDA NO CONTROLE DA FERRUGEM -ASIÁTICA EM SOJA

RODRIGO LOPES FERREIRA
Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL
2017

RODRIGO LOPES FERREIRA

FERTILIZANTES FOLIARES ASSOCIADOS A FUNGICIDA NO CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA EM SOJA

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

RIO VERDE

GOIÁS - BRASIL

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F383f Ferreira, Rodrigo Lopes.
Fertilizantes foliares associados a fungicida no controle da ferrugem asiática em soja. / Rodrigo Lopes Ferreira. – 2017.
45 f. : il. Color.

Orientador: Prof. Dr. Hércules Diniz Campos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade de Rio Verde – UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2017.
Inclui índice de tabelas e figuras.

1. Glycine Max. 2. Mistura de tanque. 3. Nutrição. 4. Sanidade foliar. I. Título. II. Campos, Hércules Diniz. III. Universidade de Rio Verde – UniRV.

CDU-632.934.1

Catalogação na fonte: Bibliotecária Mariana Oliveira Soldera – CRB1/3100

RODRIGO LOPES FERREIRA

FERTILIZANTES FOLIARES ASSOCIADOS À FUNGICIDA NO CONTROLE DA FERRUGEM-ASIÁTICA EM SOJA

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVAÇÃO: 18 de janeiro de 2017

Prof. Dr. Hercules Diniz Campos
Presidente da Banca Examinadora
Membro – FA/UniRV

Prof. Dr. Antonio Joaquim Braga Pereira Braz
Membro – FA/UniRV

Dra. Lilianne Martins Ribeiro
Bolsista PNPD – FA/UniRV

Dra. Simone Cristiane Brand
Membro – CTC/COMIGO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de evoluir dia a dia.

À minha esposa, Cláudia Rodrigues Paula Ferreira, companheira em todos os momentos. Aos meus filhos, Mariana Rodrigues Lopes e Gabriel Rodrigues Lopes, por darem sentido à minha vida. Aos meus pais, Raimundo Ferreira de Jesus e Amasília Lopes Santos Ferreira, exemplos de família, perseverança e união.

À Xecape Rural, na pessoa do senhor Antônio Carlos de Campos Bernardes, o qual se tornou grande amigo e possibilitou condições para executar este trabalho.

Ao Dr. Hércules Diniz Campos, pelas orientações significativas para o desenvolvimento deste trabalho, pelo companheirismo no dia a dia.

Aos colegas Gustavo Rodrigues Leal e Arlon Santos, que não mediram esforços para colaborar para o resultado final deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS..... iii
LISTA DE FIGURAS..... iv
RESUMO..... v
ABSTRACT..... vi
1. INTRODUÇÃO..... 1
2. REVISÃO DE LITERATURA..... 3
2.1 A cultura da soja..... 3
2.2 Ferrugem asiática da soja..... 4
2.3 Condições climáticas e sintomatologia..... 4
2.4 Controle químico..... 6
2.5 Fertilizantes foliares..... 7
3 MATERIAL E MÉTODOS..... 9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 11
5. CONCLUSÕES..... 22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 22
ANEXOS..... 32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Fungicidas e fertilizantes foliares utilizados no ensaio para manejo da ferrugem asiática em cultivares de soja no Município de Rio Verde, GO.. 9

TABELA 2 Condições ambientais durante as aplicações dos fungicidas..... 10

TABELA 3 Medição de pH da calda oriunda da associação do fungicida com diferentes fertilizantes logo após o preparo da calda (0h) e 24 horas (24h) após preparo da calda..... 12

TABELA 4 Resumo da análise de variância para fitotoxidez (Fito), desfolha primeira avaliação (Desf. 1ª av.), desfolha segunda avaliação (Desf. 2ª av.), área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPD Inc.), área abaixo da curva de progresso da doença para severidade (AACPD Sev.), massa de mil sementes (PMS) e produtividade média (Prod.).... 15

TABELA 5 Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem asiática da soja em diferentes tratamentos (aplicação de fertilizantes foliares e fungicida)..... 16

TABELA 6 Fitotoxidez em duas cultivares de soja com diferentes associações entre o fungicida à base de trifloxistrobina + protioconazol e fertilizantes foliares. 17

TABELA 7 Desfolha (1ª avaliação) em função do manejo com diferentes fertilizantes foliares associados ao fungicida trifloxistrobina + protioconazol em duas cultivares de soja..... 18

TABELA 8 Desfolha (2ª avaliação) em função do manejo com diferentes fertilizantes foliares associados ao fungicida trifloxistrobina + protioconazol em duas cultivares de soja..... 19

TABELA 9 Massa de mil sementes para duas cultivares de soja tratadas com fertilizantes foliares associados ao fungicida trifloxistrobina + protioconazol em resposta à ferrugem asiática da soja na safra 2015 – 2016..... 20

TABELA 10 Produtividade em quilos por hectare de duas cultivares de soja tratadas com diferentes fertilizantes foliares associado ao fungicida trifloxistrobina + protioconazol, com respectivos incrementos na safra 2015/2016..... 21

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Gráfico meteorológico (chuva em mm; temperatura máxima; temperatura mínima) de setembro de 2015 até julho de 2016..... 13

FIGURA 2 Progresso da ferrugem asiática nas plantas controle durante a condução do ensaio. Universidade de Rio Verde, 2016..... 14

RESUMO

Rodrigo Lopes Ferreira, M.S., UniRV – Universidade de Rio Verde, janeiro de 2017. **Fertilizantes foliares associados a fungicida no controle da ferrugem asiática em soja**. Orientador: Prof. Dr. Hércules Diniz Campos.

A soja é uma importante cultura do agronegócio brasileiro e na safra 2015/16 rendeu 95,4 milhões de toneladas de grãos. O Brasil vem ganhando destaque a cada ano em sua produção. A ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* vem trazendo grandes prejuízos para a cultura da soja, e seu controle é feito com o uso de fungicidas. Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar a interação entre fertilizantes foliares e fungicida para o controle de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em soja. O ensaio foi instalado na área experimental do Centro de Pesquisa Agrícola (CPA) em Rio Verde – GO, safra 2015/2016, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 13x2, em 5 (cinco) repetições, sendo 13 possibilidades de manejo, com tratamentos contendo micronutrientes, tratamento contendo fungicida e tratamentos associando os micronutrientes com fungicida. Duas variedades intactas, uma de ciclo precoce indeterminado e outra de ciclo médio semideterminado, foram utilizadas. As aplicações se iniciaram aos 50 dias pós-semeadura, com intervalos de 18 dias. Foram feitas três aplicações para variedade de ciclo precoce e ciclo médio. No preparo das caldas de aplicação, foi monitorado o pH de cada calda e as avaliações antecederam a 1ª aplicação e as demais em intervalos de 10 dias, quando foi avaliada a incidência, a severidade, calculada a AACPD e a massa de mil grãos da cultura da soja. Para a variedade M 7739 IPRO, a associação de fertilizante foliar com fungicida proporcionou redução na severidade da ferrugem asiática da soja, enquanto a mesma associação provocou incremento em produtividade para a variedade NS 7209 IPRO. A associação de silicato de potássio com fungicida reduziu a fitotoxidez. Em todas as associações em que houve presença de sulfato de cobre presenciaram-se flocos no fundo do recipiente.

Palavras - chave: *Glycine ma*; mistura de tanque; nutrição; sanidade foliar.

ABSTRACT

Rodrigo Lopes Ferreira, M.S., UniRV - University of Rio Verde, January 2017. **Foliar fertilizers associated with fungicide on the control of Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in soybean.** Advisor: Dr. Hércules Diniz Campos.

Soybean is an important Brazilian agribusiness crop. In the 2015/16 crop there was a production of 95.6 million tons of grains, and Brazil has progressively gained prominence in its production. The Asian rust caused by the fungus *Phakopsora pachyrhizi* has caused great damage to the soybean crop when favorable conditions for its development occur, and the control of this pathology is made with the use of fungicides. Thus, the objective of this sutdy is to evaluate the agronomic efficiency of the interaction between foliar fertilizers and fungicides for the control of Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*). The experiment was set up in the experimental area of the Center for Agricultural Research, Rio Verde - GO, crop 2015/2016. A completely randomized design was used in a factorial scheme 13x2 in 5 (five) replications. There were 13 management possibilities, with treatments containing micronutrients, treatment containing fungicide and treatments associating micronutrients with fungicide. Two intact varieties, one of undetermined early cycle and one of semi-determined medium cycle were used. The applications started at 50 days after sowing, with intervals of 18 days (three applications for the early cycle variety and three applications for the medium cycle variety). The pH of each syrup was monitored in the preparation. The evaluations preceded the first application and the others occurred in 10-day intervals, when incidence severity were evaluated, and AACPD and one thousand grain mass were calculated. For the variety M 7739 IPRO, the association of foliar fertilizer with fungicide provided a reduction in the severity of soybean Asian rust, whereas the same association caused an increase in productivity for the variety NS 7209 IPRO. The association of potassium silicate with fungicide reduced phytotoxicity. All associations in which copper sulphate was present flakes were observed in the bottom of the container.

Key words: nutrition; foliar sanity; tank mix; *Glycine max*.

1 INTRODUÇÃO

A soja [(Glycine max (L.) Merr.] é uma importante cultura do agronegócio brasileiro. Na safra 2015/16, a produção nacional foi de 95,4 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2017), tornando cada vez mais realista a projeção de que o Brasil se tornará o maior produtor mundial dessa leguminosa nos próximos anos. A expansão da cultura pelas diferentes regiões do país, visando produção comercial, iniciou-se no Rio Grande do Sul entre 1960 e 1970 (SEDIYAMA et al., 2009) e, atualmente, encontra-se, além do Rio Grande do Sul, também nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Maranhão, Piauí, Bahia, Roraima, Rondônia, Pará e Tocantins (CONAB, 2017). Desta forma, a soja no Brasil é cultivada sob diferentes condições ambientais.

O crescimento da cultura em área e rendimento só tem sido possível devido à abertura de novas fronteiras e ao desenvolvimento de novas tecnologias em conjunto com o processo de melhoramento genético, que a cada ano desenvolve e disponibiliza ao produtor novas cultivares com alta tecnologia embutida e mais responsivas às variações no ambiente (SOUZA, 2013).

Nos próximos 45 anos, a população mundial chegará a 10 bilhões de habitantes (WPP, 2013), e, entre os maiores desafios da humanidade para as próximas décadas, está a produção de alimentos em quantidade suficiente a atender essa demanda. Para aumentar, existem três estratégias básicas: (i) aumentar as áreas cultivadas, abrindo campos agrícolas em áreas nativas; (ii) aumentar a produtividade das áreas já cultivadas e (iii) reduzir as perdas de produção para as plantas daninhas, pragas e doenças das lavouras. As doenças têm sido um dos principais obstáculos para obtenção de maiores rendimentos na cultura da soja.

Entre as doenças mais comprometedoras da produção de soja está a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* (SYD. & P. SYD., 1914), causando perdas de produção da ordem de 10 a 90% em condições favoráveis e onde o controle foi aplicado de forma inapropriada (GODOY et al., 2014). O prejuízo caudado pela ferrugem não aparece apenas na produção de grãos, mas também nos gastos com aplicação de fungicidas, reduzindo a receita dos produtores. Segundo dados da Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG, 2015), na última década, a ferrugem causou ao produtor prejuízos de cerca R$ 39 bilhões, além de um impacto negativo de R$ 19,5 bilhões nas exportações da cadeia e outros R$ 10,6 bilhões perdidos pela menor arrecadação de impostos. A distribuição global do cultivo da soja

e a ampla disseminação do patógeno, aliados ao potencial elevado para redução da produção, fazem da ferrugem asiática da soja um dos principais problemas enfrentados pelos sojicultores.

O controle da ferrugem asiática da soja compreende diversas medidas conjuntas, como utilizar cultivares de soja mais precoces semeadas no início da época recomendada para cada região, evitar o prolongamento do período de semeadura, monitorar as lavouras e observar as condições de temperatura (ideal entre 14°C e 28°C) e umidade alta favorável ao desenvolvimento do patógeno. Porém, com a incidência da doença, o controle químico com fungicidas ainda é o principal método de controle (YORINORI & WILFRIDO, 2002).

A cultura da soja vem apresentando intensa atividade de pesquisa que é dirigida para obtenção de técnicas que possibilitem aumentos na produtividade e também redução nos custos de produção. O aumento na produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira vêm sendo alcançados em parte, por conta dos avanços científicos e da disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. Entre essas tecnologias podemos destacar a utilização de fertilizantes minerais foliares e a produção de sementes de boa qualidade (PESKE et al., 2012; SUZANA et al., 2012).

Suprir as necessidades nutricionais das plantas é fator importante quando se deseja produzir, e o suprimento de nutrientes por meio da adubação foliar é de fácil aplicação e apresenta custos relativamente baixos, além de ser adaptável aos pulverizadores que são utilizados nas atividades agrícolas pelos produtores na aplicação de defensivos, tais como inseticidas e fungicidas (SORATTO et al., 2011).

Muitas vezes, a nutrição mineral tem sido introduzida no manejo integrado de doenças na cultura da soja, tratando-se os nutrientes como fatores ambientais que podem ser manipulados com facilidade. Esses nutrientes são usados como complemento no controle de doenças, uma vez que os mesmos exercem funções importantes no metabolismo vegetal, tendo influência no crescimento e na produção, e também na ativação de mecanismos de defesa das plantas a diferentes tipos de patógenos (CASSETARI et al., 2008).

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivos avaliar a eficiência agronômica da interação entre fertilizantes foliares e fungicida para o controle de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em cultivares de soja de ciclo precoce e médio, observando se há incompatibilidade nas misturas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja

A soja pertence à família *Fabaceae*, que é uma *Leguminosea*e, subfamília *Faboideae* (*Papilionoideae*), cujo gênero é *Glycine*. A espécie em questão, *Glycine max*, é uma planta com características anuais, herbácea, de porte ereto, autógama, a qual apresenta variabilidade quanto a suas características, podendo sofrer influência do ambiente quando se alteram altura e número de ramificações. O ciclo desta dicotiledônea pode variar de 75 a 200 dias; seu fruto é classificado como vagem e de acordo com a cultivar, o mesmo pode chegar a 400 gramas por planta, e seus grãos podem ter variações relacionadas à forma, tamanho e cor (SEDIYAMA, 2009).

Conforme Embrapa (2005), a soja tem como centro de origem e domesticação o continente asiático, precisamente ao longo do rio Amarelo, na China. No Brasil, a cultura da soja é responsável por 57,12% da área cultivada do país, permanecendo como principal responsável pelo aumento absoluto da área de grãos. Tem-se estimado um crescimento de 1,6%, sendo 33,2 milhões de hectares cultivados em 2015/16, para 33,8 milhões na safra 2016/17. Os números de produtividade nesta temporada apresentaram rendimento médio de 3.072 quilos por hectare, o que corresponde a 7,0% menos do que ocorreu na safra de 2015/2016. Em Goiás, estima-se que serão produzidos 10,2 milhões de toneladas de grãos, em uma área estimada de 3,2 milhões de hectares, produtividade 0,8 % menor comparando-se com a safra 2015/2016 (CONAB, 2017).

A produtividade da cultura da soja é afetada por diversos fatores. Podemos destacar a fertilidade do solo, a disponibilidade hídrica, a população de plantas, a época de semeadura, o potencial produtivo da cultivar e, de certa forma, o aspecto mais importante, o ataque de agentes nocivos (CASA & REIS, 2004).

Yorinori (1997) destaca que a cultura da soja tem 47 doenças de importância econômica que causam enorme prejuízo ao setor agrícola. A ocorrência de doenças na cultura é predominantemente ligada a fatores edafoclimáticos no decorrer da instalação da cultura no campo, como, por exemplo, a temperatura e o período de molhamento, situações essas que propiciam o desenvolvimento de patógenos quando associadas e assim dão condições de microrganismos se desenvolverem e causarem prejuízos (ALMEIDA et al., 2014). Entretanto,

a ferrugem asiática tem sido uma das doenças responsáveis pelas maiores reduções de produtividade nas diferentes regiões produtoras do país.

2.2 Ferrugem asiática da soja

A ferrugem asiática se constituiu na principal doença que atinge a cultura da soja, sendo causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Nas condições tropicais, esse fungo encontra características climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, fatores esses que, aliados à alta virulência em algumas regiões e também à velocidade de dispersão do patógeno, caracterizam a doença como altamente agressiva (YORINORI et al., 2005; DEBONA et al., 2008; RUPE; SCONVERS, 2008; GOELLNER et al., 2010).

A cultura da soja é afetada por duas espécies do gênero *Phakopsora*, cuja denominação comum é a de ferrugem da soja; uma é descrita como ferrugem asiática da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi*, e a outra como ferrugem sul-americana ou ferrugem americana, causada por *Phakopsora meibomiae* (YORINORI et al., 2004; SINCLAIR; HARTMAN, 1995).

O sintoma típico da doença envolve o aparecimento de pequenas lesões com coloração de aspecto bronzeado/ferruginoso como o nome propriamente diz, na parte abaixo da superfície foliar. O aparecimento das lesões é frequentemente associado com clorose nas folhas, e a alta densidade de lesões por folha pode ocasionar a desfolha prematura que ocasiona o amadurecimento precoce da cultura, o que corrobora com redução significativa de produtividade. A ausência de medidas preventivas pode ocasionar perdas de até 90% no rendimento da cultura, isso em função do estádio em que a doença afeta as plantas e do nível de severidade, o qual se relaciona principalmente com a suscetibilidade da cultivar e das condições edafoclimáticas (BROMFIELD, 1984; YORINORI et al., 2005). Em trabalho desenvolvido por Godoy et al. (2016) em diversas regiões brasileiras, observou-se uma redução de produtividade de 34% entre o tratamento Controle sem utilização de medidas de controle e o tratamento com utilização de fungicida que não apresentou redução de produtividade.

2.3 Condições climáticas e sintomatologia

Um dos fatores mais importantes na ocorrência de doenças foliares, entre elas, a ferrugem asiática da soja, são as condições climáticas. O molhamento foliar contínuo com

duração média de 12 horas, por conta de orvalho ou chuva, associado a condições de temperatura variando de 18 a 26,5^{o}C favorecem o desenvolvimento da ferrugem asiática. A temperatura mínima que permite formação de lesões é 10°C, temperaturas abaixo disso não favorecem o desenvolvimento da doença. Em contrapartida, temperaturas acima de 28,5^{o}C também não favorecem o desenvolvimento da doença (BROMFIELD, 1984; TSCHANZ, 1984; MELCHING et al., 1989; ALVES et al., 2006; BONDE et al., 2007).

Os sintomas da ferrugem asiática podem ser denominados de lesões e não de pústulas como nas demais ferrugens, por conta da ocorrência de necrose do tecido foliar, sendo que em cada lesão podem existir várias pústulas. Os sintomas da doença podem surgir em qualquer estádio de desenvolvimento da cultura da soja (AZEVEDO et al., 2004; REIS et al., 2006). Quando ocorrem os primeiros sintomas, eles são caracterizados por pequenos pontos com aspecto clorótico e posteriormente adquirem aspecto bronzeado ou pardo, o que é característico de lesões com tamanho aproximado de 0,5 mm^2, que podem ter a coloração acentuada conforme envelhecem (REIS et al., 2006).

As estratégias para o controle da ferrugem asiática da soja envolvem uma série de medidas que, quando somadas, têm como objetivo evitar ou minimizar as perdas. As medidas envolvem planejamento, que tem que ser feito de forma antecipada à semeadura, e nesse planejamento deve constar época de semeadura e densidade de plantas (YORINORI, 2007; BARBOSA et al., 2014).

Outras medidas de manejo envolvem o controle cultural. Na maioria dos estados produtores de soja, há determinação legal para períodos de ausência de soja no campo (Vazio sanitário), controle biológico com utilização de fungos hiperparasitas como *Lecanicillium psalliotae* (SAKSIRIRAT e HOPPE, 1990), e *Simplicillium lanosoniveum* (WARD et al., 2012; GAUTHIER et al., 2014), e controle genético. As reações de resistência da soja à ferrugem asiática são classificadas como parciais devido à reduzida produção de urediniósporos pelas uredinas. Essa redução da produção de urediniósporos demonstra uma ineficiência de controle da doença por parte dos genes isolados (LEMES et al., 2015).

O manejo integrado da cultura da soja somado ao controle químico da ferrugem asiática da soja e também de outras doenças é uma ferramenta que deve ser considerada como complemento no acompanhamento do desenvolvimento da cultura da soja. O uso de fungicidas recomendados para o controle da ferrugem é prática usual entre os agricultores (GODOY et al., 2012).

2.4 Controle químico

O controle químico da ferrugem asiática da soja é uma das mais importantes medidas de controle contra o avanço do patógeno para minimizar as perdas de produtividade (MULLER et al., 2009; DAL POGETTO et al., 2012; AUGUSTI et al., 2014). Esses autores, trabalhando com efeito de fungicidas e épocas de aplicação na severidade da ferrugem asiática, ressaltam que aplicações preventivas e/ou imediatamente após detecção de sintomas do patógeno são mais eficientes no controle da doença.

Sendo o controle químico uma importante ferramenta no controle da ferrugem asiática, Godoy et al. (2009) dizem que o controle da doença é realizado com aplicações de fungicidas, em sua maioria, feitas de forma calendarizada, o que não leva em consideração os fatores de risco, entre eles fatores edafoclimáticos. Megeto et al. (2014) dizem que essa prática pode resultar em aplicações desnecessárias e ainda iniciar o manejo de forma atrasada, o que diminui a eficiência de controle imposta pelos fungicidas. O monitoramento é muito importante para se definir o momento mais apropriado para se iniciar as aplicações de fungicidas.

Existem diferentes fungicidas disponíveis no mercado, porém os mais utilizados para o controle da ferrugem asiática são os triazóis, estrobilurinas e as carboxamidas. Os triazóis, em síntese, inibem a passagem do lanosterol para 4,4-dimetil-colesta-8,14,24-trienol, que é um composto intermediário na síntese do ergosterol, ocorrendo a demetilação na posição C14, que é mediada pelo citocromo P-450 que corresponde à enzima esterol-C14 demetilase. Triazóis impedem a demetilação onde se formaria ergosterol e outros esteróis demetilados, formando compostos metilados. A falta de esteróis demetilados corresponde a um desequilíbrio lipídico que leva o fungo à morte (FORCELINI, 1999; FRAC, 2016).

As estrobilurinas atuam inibindo a respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c1, no sítio da quinona oxidase, o que interfere diretamente na formação da adenosina trifosfato. As moléculas pertencentes às estrobilurinas atuam preventivamente, inibindo a germinação de esporos; as moléculas desse grupo também apresentam difusão translaminar (VENÂNCIO et al., 1999; FRAC, 2016). Os ingredientes ativos do grupo das carboxamidas, assim como as estrubilirinas, atuam interrompendo este processo em complexos proteicos diferentes, privando o patógeno do principal produto, o ATP. Tecnicamente, o mecanismo de ação das carboxamidas apresenta efeito inibidor sobre a produção da enzima succinato desidrogenase (SDHI), atuante no Complexo II da cadeia de

transporte de elétrons na mitocôndria do fungo, impedindo a oxidação de succinato para fumarato

Diferentes autores vêm estudando a sensibilidade da ferrugem asiática a fungicidas. REIS et al. (2015), trabalhando com sensibilidade *in vivo* do fungo *Phakopsora pachyrhizi* a triazóis e estrobilurina, coletaram diferentes isolados de várias regiões do Brasil e em seu estudo identificaram alguns isolados com baixa sensibilidade dos triazóis. Blum (2009), trabalhando com sensibilidade *in vitro*, também observou baixa sensibilidade de triazóis contra ferrugem asiática. A resistência/ menor sensibilidade do fungo P. pachyrhizi a fungicidas inibidores da desmetilação (IDM) e inibidores da quinona oxidase (IQo) já foi confirmada no Brasil (SCHMITZ et al., 2014; KLOSOWSKI et al., 2016).

Os fungicidas protetores encaixam como uma boa ferramenta no manejo da ferrugem asiática, apesar de serem efetivos somente se aplicados antes da ocorrência da penetração do patógeno nos tecidos do hospedeiro. Esses produtos, quando aplicados às plantas, garantem proteção somente contra infecções no local da aplicação. São denominados também fungicidas protetores de superfície ou residuais, não sistêmicos e de pouca mobilidade. Desta forma, aplicado sobre o tecido foliar, ao entrar em contato com esporos que são depositados nos tecidos suscetíveis e germinam, o ingrediente ativo entra em contato como o tubo germinativo e, através de inúmeros mecanismos bioquímicos, causa a morte do protoplasma (AZEVEDO, 2015).

Tem-se observado na literatura que muitos desses fungicidas desempenham efeitos fisiológicos quando aplicados nas plantas, com ou sem a presença da doença. Entre eles destacam-se triazóis, estrobilurinas, principalmente piraclostrobina, cresoxim-metílico e azostrobina e a carboxamida fluxapiroxade (RODRIGUES et al., 1998; BEROVA, 2000; FLECHER et al., 2000; BECK et al., 2002; FAGAN et al., 2010; GIULIANI et al., 2011; JADOSKI, 2012; CARRIJO, 2014).

Plantas nutridas apresentam maior capacidade de superar adversidades. Entre os nutrientes minerais essenciais, o fósforo, o potássio e o cálcio têm influencia positiva, induzindo a defesa natural a fitopatógenos, favorecendo a sanidade da maioria das espécies vegetais (MALAVOLTA, 2006).

2.5 Fertilizantes foliares

A utilização de fertilizantes foliares na cultura da soja é uma alternativa para o fornecimento de nutrientes via foliar para a cultura. De acordo com Suzana et al. (2012), o

crescimento e aumento da capacidade produtiva da soja estão sendo melhor alcançados em virtude de novas tecnologias, entre elas a nutrição foliar.

A nutrição da planta é associada ao ambiente em que ela se encontra e assim pode apresentar uma resposta ao meio. Marschner (1996) diz que após ser submetida a tratamento com uma substância ou organismo que pode promover ou induzir a resistência, a planta é capaz de expressar respostas morfofisiológicas e bioquímicas diferentes, e o equilíbrio entre os nutrientes pode favorecer o crescimento normal das plantas, o que pode favorecer processos de defesa.

O uso de aplicações de fungicida é a principal forma de se controlar doenças foliares nas diferentes culturas, porém existe o impacto que esses produtos podem causar no sistema solo-planta-atmosfera, e alternativas como o uso de nutrição foliar com fins de indução de resistência podem proporcionar controles de fitopatógenos e também redução de custos para o produtor (MORALES et al., 2012).

Diferentes autores vêm trabalhando com indução de resistência e com o uso de nutrientes foliares, sejam macronutrientes ou micronutrientes. Balardin et al. (2006) e Garcia Júnior et al. (2003) observaram que o aumento de adubação de K e Ca resultou na diminuição da incidência de cercospora em café. Ito et al. (1994) estudaram a diminuição da incidência de *Phomopsis phaseoli* na soja e Meneghetti et al. (2010) , a ativação de mecanismos de defesa contra ferrugem asiática em condições controladas.

A absorção foliar é um processo considerado complexo e muito importante, porém ela depende de características que envolvem a superfície das folhas, a concentração dos produtos, propriedades físicas e químicas dos produtos, por exemplo, tensão superficial e principalmente condições ambientais (WANG; LIU, 2007).

Alguns fertilizantes foliares têm características que tornam sua absorção facilitada de acordo com pH, concentração da solução, superfície da folha, idade da folha, por exemplo. Shu et al. (1991), trabalhando com o boro, verificaram que a sua absorção máxima foi em pH 7 a 8. Rosolem (1984), estudando zinco, observou que o pH 8 é o melhor pH para absorção de zinco, e em soluções com vários nutrientes podem ocorrer problemas na absorção de alguns deles, entre eles nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio que são absorvidos com mais facilidade em pH baixo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio em questão foi conduzido no Centro de Pesquisa Agrícola (CPA), em Rio Verde – GO, nas seguintes coordenadas geográficas: “17°47’02,34” S e “50°59’31,06” O, altitude de 760 metros, clima tropical úmido Aw, segundo a classificação de Kopen, volume pluviométrico médio de 1800 mm ano, temperatura média de 26°C e solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico conforme Embrapa (1999).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados (DBC), com cinco repetições, em arranjo fatorial 13x2, sendo doze associações de produtos mais o Controle sem aplicação (Tabela 1 e Anexo D), e duas variedades: NS 7209 IPRO (genótipo de ciclo precoce e indeterminado, e com maior sensibilidade a fitotoxidez) e M 7739 IPRO (genótipo de ciclo médio e semideterminado, com maior resistência a fitotoxidez), sendo o plantio das mesmas realizado no dia 26 de novembro de 2015.

Tabela 1. Fungicidas e fertilizantes foliares utilizados no ensaio para manejo da ferrugem asiática em cultivares de soja no Município de Rio Verde, GO

Nº	**Ingredientes ativos (i.a)**	**Dose (g i.a. L^{-1})**	**Dose (L p.c. ha^{-1})**
1	Controle (Sem Tratamento)	0	...
2	Fungicida	Trifloxistrobina (150) + Proticonazol (175)	0,4
3	Fungicida + Sulfato de Cobre	CuSO4 (18% S + 13% Cu)	0,4 + 0,3 % v.v
4	Fungicida + Silicato de Potássio	SiO2 (26%) + K2O (13%)	0,4 + 2,0
5	Fungicida + Fosfito de Cobre	Cu (13%), P2O5 (31,5%)	0,4 + 0,75
6	Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de Potássio	CuSO4 (18% S + 13% Cu) + SiO2 (26%) + K2O (13%)	0,4 + 0,3 % v.v + 1,5
7	Fungicida + Sulfato de Cobre e Fosfito de Cobre	CuSO4 (18% S + 13% Cu+ Cu (13%), P2O5 (31,5%)	0,4 + 0,3 % v.v + 0,75
8	Fungicida + Fosfito de Cobre + Silicato de Potássio	(K2O + SiO2 (26%) + K2O (13%) + + Cu (13%), P2O5 (31,5%)	0,4 + 0,75 + 1,5
9	Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de Potássio + Fosfito de Cobre	CuSO4 (18% S + 13% Cu) + SiO2 (26%) + K2O (13%) + Cu (13%), P2O5 (31,5%)	0,4 + 0,3 % v.v + 1,5+ 0,75
10	Fungicida + Starter Platinum Mn	Mn (0,05%) + Zn (3%) + Mo (0,05%) + N (5%)+ S (4%)+ B (0,3%)+ Cu (0,03%)	0,4 + 2,0
11	Fungicida + Potamol	(12%) + Mo (14%)	0,4 + 0,3
12	Fungicida + Starter Platinum Mn (pH basificado)	Mn (0,05%) + Zn (3%) + Mo (0,05%) + N (5%)+ S (4%)+ B (0,3%)+ Cu (0,03%) + CaCO3	0,4 + 2,0 + 0,5% v.v + 0,1
13	Fungicida + Potamol (pH acidificado)	K2O (12%) + Mo (14%) + H+	0,4 + 2,0 + 0,05 + 0,03

* Em todos os tratamentos, exceto controle, foi adicionado óleo vegetal 0,25% v.v

Foram realizadas três aplicações, sendo a primeira aos 50 dias da semeadura (M 7739 IPRO em R2 e NS 7209 IPRO em R3) (Anexo A), e as duas seguintes em intervalos de 18

dias (nos estádios fenológicos R5.1 e R5.4 na variedade M 7739 IPRO e R5.3 e R6 na variedade NS 7209 IPRO.

Embora as aplicações tenham sido realizadas logo após o preparo das caldas, aferiu-se o pH de cada calda logo após o preparo e também 24 horas após, visando obter e/ou ajustar o pH conforme o tratamento.

Para aplicação dos produtos, foi utilizado um pulverizador costal pressurizado com CO_2, contendo uma barra de três metros de comprimento e seis pontas de pulverização do tipo leque TJ 110.01, espaçadas a 50 cm e volume de calda equivalente a 150 L ha^{-1} .A pressão do pulverizador foi mantida a 30 lb pol^{-2}. Segundo Antuniassi (2005), com esse tipo de bico e sob a referida pressão, são produzidas gotas mais finas, as quais apresentam boa cobertura e maior penetração no dossel da planta.

As condições ambientais durante o experimento foram monitoradas por estação meteorológica próxima à área de condução do mesmo. Durante as aplicações, as condições ambientais foram monitoradas com auxílio do aparelho Kestrel 3000 rente ao ápice da planta. Para tanto, avaliou-se a temperatura, umidade relativa do ar, velocidade máxima do vento e nebulosidade no início e no fim de cada aplicação (Tabela 2).

Durante as aplicações, a temperatura apresentou-se entre 23 e 32 ºC; a umidade relativa mínima foi superior a 50% e com velocidade máxima do vento inferior a 7 km h^{-1}. Segundo Hoffman & Boller (2004), o ideal para as pulverizações é que as condições ambientais sejam: temperatura abaixo de 30ºC; umidade relativa acima de 55% e velocidade do vento abaixo de 10,0 km h^{-1} (Tabela 2).

Tabela 2. Condições ambientais durante as aplicações dos fungicidas

Aplicações	1ª Aplic. 15/01/2016		2ª Aplic. 02/02/2016		3ª Aplic. 24/02/2016	
	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
Horário (h)	10:30	13:30	1:00	2:45	9:35	11:00
Temperatura (°C) início	23	25	28.1	30.5	5.5	27
Umidade relativa (%)	74.5		52.7		64.2	
Vel. máx. vento (km h^{-1})	2.3		5.0		3.5	

As variáveis avaliadas foram severidade da doença (porcentagem de área foliar lesionada), área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) em função da severidade através da fórmula AACPD = Σ [((y1 + y2)/2)*(t 2 -t 1)], onde y1 e y2 são duas avaliações consecutivas realizadas nos tempos t 1 e t 2 , respectivamente (CAMPBELL & MADDEN, 1990), seletividade, desfolha, rendimento. Em relação à severidade da doença, avaliou-se a

porcentagem de área foliar lesionada em duas partes da planta (inferior e superior), seguindo-se a escala diagramática proposta por Godoy et al (2006) (Anexo B). Para tanto, foram utilizados seis pontos de amostragem por parcela útil, obtendo-se a severidade média na planta e posteriormente calculando-se a AACPD.

Durante as avaliações para a severidade da doença, preconizou-se avaliar trifólios dispostos na mesma altura da planta em todos os tratamentos. Para isso, contabilizou-se o número de nós das plantas: para a metade inferior, avaliou-se o trifólio do terceiro nó de baixo para cima; já para a metade superior, avaliou-se o trifólio do segundo nó, completamente exposto, de cima para baixo. À medida que ocorreu a desfolha no terço inferior, avaliou-se o primeiro trifólio de baixo para cima, sendo a altura do mesmo determinada em função das plantas das parcelas Controles.

Para a seletividade dos fungicidas, realizou-se a análise visual de plantas sintomáticas (com sintomas de fitotoxicidade) após cada aplicação, seguindo-se uma adaptação da escala descritiva e diagramática proposta por Campos & Silva (2012) (Anexo C).

Em relação à desfolha, foram realizadas duas avaliações, a primeira nos estádios R5.4 e R5.5 (15/02/2016), a segunda nos estádios R5.5 e R6 (23/02/2016) nas variedades M 7739 IPRO e NS 7209 IPRO, respectivamente. Essa análise foi realizada com base na escala diagramática proposta por Hirano et al. (2010).

O rendimento da parcela (8m²) foi avaliado ao término do experimento, através da massa de mil sementes e da produtividade. Para isso, a umidade dos grãos foi corrigida para 13%. Calculou-se o incremento de produção em relação ao Controle. O incremento relativo foi calculado considerando-se a produtividade obtida no controle como sendo igual a 100%.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo aplicado o teste de Scott and Knott a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SISVAR 4.0 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS

Ao analisar o pH da calda dos tratamentos logo após o preparo da mesma (0h) e 24 horas após (24h) (Tabela 3), pôde-se observar que os tratamentos T5 – fungicida + fosfito de Cu, T8 - fungicida + sulfato de Cu + fosfito de Cu e T10 – fungicida + Platinum S. Mn apresentaram pH que variaram de 2,14 a 3,6, ou seja, extremamente baixo (muito ácido) para calda de fungicida, independente do tempo após o preparo da mesma. Os tratamentos

contendo fosfito de cobre e sulfato de cobre, na ausência de silicato de potássio, acidificaram a calda (Tabela 3). Segundo Azevedo (2015), acredita-se que o pH ideal para calda de pulverização com fungicidas seja medianamente ácido, ou seja, de 5 a 7.

A incompatibilidade na mistura de tanque também pode influenciar na eficácia. Realmente, foi observada formação de flocos na calda nos tratamentos contendo fosfito de Cu associado a sulfato de cobre. Após 24 horas do preparo da calda, ficou evidente mudança de caráter físico-químico, o que pode alterar a composição química da mistura.

O pH da calda de pulverização é fator importante. Caldas com instabilidade podem influenciar na qualidade da aplicação pela interação entre as características dos líquidos a serem aplicados, podendo influenciar na eficiência do produto sobre o alvo (MILLER; BUTLER ELLIS, 2000).

Tabela 3. Medição de pH da calda oriunda da associação do fungicida com diferentes fertilizantes logo após o preparo da calda (0h) e 24 horas (24h) após preparo da calda.

Tratamentos	**pH**	
	0h	**24h**
T1 – Controle	5.83	6.37
T2 – Fungicida	6.49	6.35
T3 - Fungicida + Sulfato de Cobre	4.55	2.84
T4 - Fungicida + Silicato de potássio	10.14	10.26
T5 - Fungicida + Fosfito de Cu	2.14	2.32
T6 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio	6.4	6.37
T7 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Fosfito de Cu	5.41	5.36
T8 - Fungicida + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	2.14	2.3
T9 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	4.37	4.14
T10 - Fungicida + Platinum S. Mn	3.60	3.44
T11 - Fungicida + Potamol	7.78	7.83
T12 - Fungicida + Platinum S. Mn (pH basificado)	6.06	5.95
T13 - Fungicida + Potamol (pH acidificado)	5.21	5.36

Obs**:** Fungicida = (trifloxistrobina+protioconazol); 0h = logo após o preparo da calda; 24h = 24 horas após o preparo da calda.

As condições climáticas durante a condução dos ensaios (novembro de 2015 a março de 2016) foram favoráveis ao desenvolvimento das plantas e da ferrugem asiática (Figura 1), com precipitações acumuladas mensalmente superiores a 300 mm e temperaturas mínimas acima de 20º C e máximas inferiores a 35º C, o que proporcionou significativo progresso da ferrugem asiática nas plantas do tratamento controle.

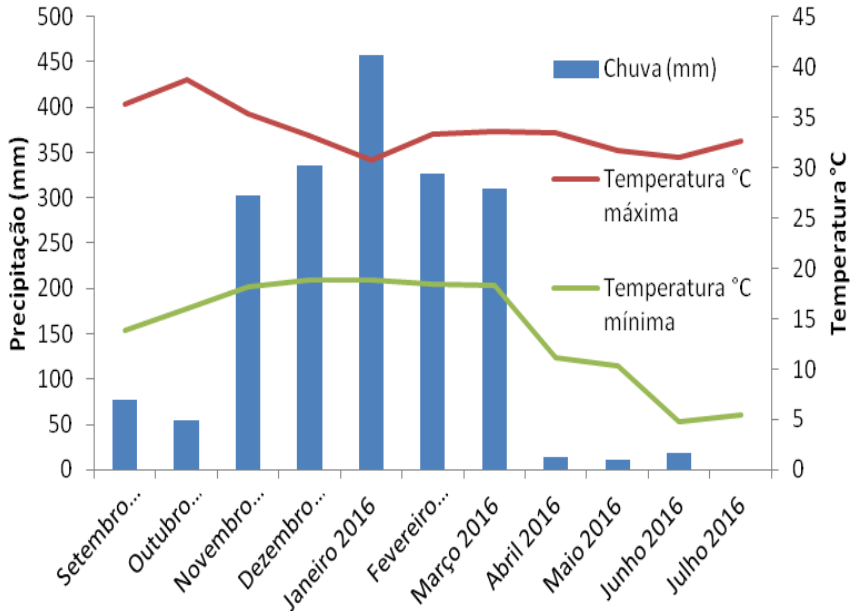


Figura 1. Gráfico meteorológico (chuva em mm; temperatura máxima; temperatura mínima) de setembro de 2015 até julho de 2016.

Ao avaliar o progresso da ferrugem asiática nas plantas controle, verificou-se que no momento da primeira aplicação (15/01/2016) não havia presença da doença. Assim, a primeira aplicação foi de forma preventiva em todos os tratamentos (Figura 2). Os primeiros sintomas da ferrugem asiática nas plantas controle foram observados após a segunda aplicação dos fungicidas no dia 04 de fevereiro de 2016. Já nas demais avaliações de severidade, verificou-se acentuado progresso da ferrugem nas plantas controle, chegando a 91,1% na última avaliação realizada em 23/02/2016. De acordo com Godoy et al. (2016), as condições climáticas em cada região são extremamente importantes para o progresso acentuado da ferrugem asiática que, consequentemente, causa maiores danos.

No sudoeste de Goiás, normalmente os plantios nos meses de dezembro e janeiro, até em condições de safrinha, proporcionaram maiores severidades da doença, por conta da maior quantidade de inóculo presente no ambiente. Assim, a normativa recentemente estabelecida para o estado de Goiás, que limita os plantios até dezembro, tem contribuído para evitar maiores perdas pela ferrugem asiática (AGRODEFESA, 2014). Por outro lado, a utilização de cultivares com ciclo precoce também contribui de certa forma, proporcionando redução do tempo de exposição ao patógeno que, somado ao plantio efetuado nas primeiras épocas de semeadura, tornaram-se estratégias de manejo importantes para o retardamento da doença.

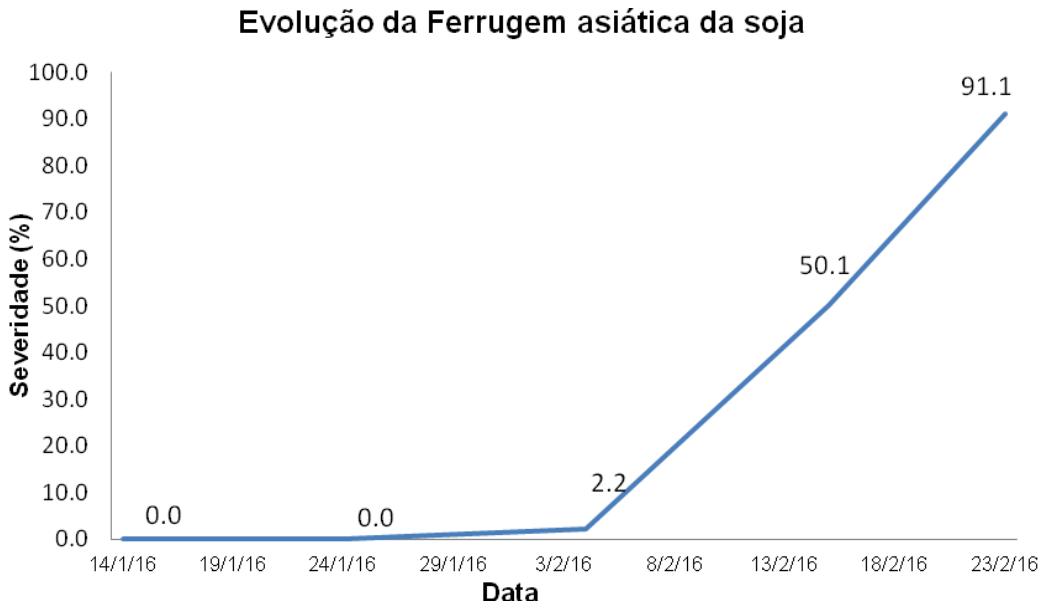


Figura 2. Progresso da ferrugem asiática nas plantas controle durante a condução do ensaio. Universidade de Rio Verde, 2016.

Ao avaliar o progresso da ferrugem asiática nos diferentes tratamentos, com base na área abaixo da curva do progresso da doença em função da severidade, verificou-se através das médias de ambas as cultivares utilizadas boa distribuição da doença na área experimental. Para a cultivar NS 7209 IPRO, nenhum tratamento utilizado associado com o fungicida trifloxistrobina + protioconazol, com exceção do tratamento controle, não diferiu estatisticamente entre si (Tabela 5). Embora Rodrigues et al. (2007) tenham verificado incrementos no controle de doenças com a utilização de silicato de potássio na cultura da soja e do milho, no presente estudo incrementos não foram verificados com a associação do mesmo ao fungicida. Ainda de acordo com os autores, o silicato de potássio possui ação fisiológica, aumenta a eficiência fotossintética da planta contribui para os efeitos metabólicos como aumento da eficiência fotossintética. O potássio tem importante função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais (FERNANDEZ, 2006).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para fitotoxidez (Fito), desfolha primeira avaliação (Desf. 1ª av.), desfolha segunda avaliação (Desf. 2ª av.), área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPD Inc.), área abaixo da curva de progresso da doença para severidade (AACPD Sev.), massa de mil sementes (PMS) e produtividade média (Prod.)

Fonte de variação	GL	Fc						
		Fito	Desf. 1ª av.	Desf. 2ª av.	AACPD Inc..	AACPD Sev.	PMS	Prod.
Blocos	4	0,816	13,065	3,510	0,559	1,345	7,338	0,94
Cultivar	1	215,378**	0,001 ns	31,51**	0,086 ns	8,879 ns	25,936**	0,77 ns
Manejo	12	32,738**	28,568**	106,789**	1614 ns	25,663**	1,788 ns	9,07**
Cultivar X Manejo	12	7,878**	3,158 ns	52,647**	0,845 ns	1,528 ns	1,339 ns	3,47*
Erro	100							
CV(%)		10,98	23,90	5,96	7,92	7,46	8,17	8,9

* *, * significativo a 1%, e 5 % de probabilidade, respectivamente pelo teste F; ns = não significativo.

Para a cultivar M 7739 IPRO, observou-se diferenças entre os tratamentos, com atenção voltada para os tratamentos T4, T6, T7, T8, T9 e T11. Eles apresentaram os menores progressos da doença quando associou-se o fungicida aos fertilizantes foliares (Tabela 5). Andrade Júnior et al. (2015), trabalhando com programas de adubação foliar com silício e potássio associados a fungicidas, concluíram que a adubação foliar com silício e potássio somada a fungicidas contribui para o controle da ferrugem asiática da soja. Esses mesmos autores destacam que a utilização de adubos foliares contendo silício e potássio contribui para menor severidade de doenças, consequentemente menor área abaixo da curva de progresso da doença. Portanto, houve respostas distintas entre as cultivares utilizadas com o uso de fertilizantes foliares associados a fungicida no controle da ferrugem asiática, sendo que a cultivar M 7739 IPRO respondeu significativamente à utilização da associação de fertilizantes foliares ao fungicida trifloxistrobina + protioconazol no controle da doença em relação à cultivar NS 7209 IPRO.

Tabela 5. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da ferrugem asiática da soja em diferentes tratamentos (aplicação de fertilizantes foliares e fungicida)

Tratamentos	**Cultivar**		**Média geral**
	NS 7209 IPRO	**M 7739 IPRO**	
T1 – Controle	864 a	910 a	877 a
T2 – Fungicida	442 b	521 b	482 b
T3 - Fungicida + Sulfato de Cobre	436 b	519 b	478 b
T4 - Fungicida + Silicato de potássio	474 b	429 c	402 c
T5 - Fungicida + Fosfito de Cu	442 b	512 b	477 b
T6 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio	384 b	405 c	395 c
T7 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Fosfito de Cu	420 b	381 c	401 c
T8 - Fungicida + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	430 b	413 c	421 c
T9 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	422 b	452 c	437 c
T10 - Fungicida + Platinum S. Mn	404 b	469 b	437 c
T11 - Fungicida + Potamol	442 b	367 c	404 c
T12 - Fungicida + Platinum S. Mn (pH basificado)	421 b	534 b	478 b
T13 - Fungicida + Potamol (pH acidificado)	451 b	526 b	489 b
Média	**457** B	**496** A	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knot a 5% de probabilidade.

Ao avaliar fitotoxidez, utilizando as escalas propostas por Campos & Silva (2012) (Anexo C), observam-se diferenças significativas entre as cultivares NS7209 IPRO e M 7739 IPRO (Tabela 5). O cultivo de NS 7209 IPRO apresentou maiores níveis de fitotoxidez em relação a M 7739 IPRO. Esses resultados indicam que as cultivares utilizadas responderam de forma diferente perante os tratamentos, sendo que a cultivar M 7739 IPRO apresentou menores níveis de fitotoxidez. A fitotoxidez pode ser definida como a capacidade de um composto de causar danos temporários ou permanentes em plantas (EPPO, 2014). As condições climáticas também podem influenciar na fitotoxidez, pois segundo Antuniassi (2005), pós-períodos de veranicos ou altas temperaturas e plantas sob condições de estresse podem facilitar o aparecimento da fitotoxidez após aplicação.

Entre os tratamentos aplicados na cultivar NS 7209 IPRO, a fitotoxidez variou de nota 0, sem sintomas (Controle) a nota 6, muito forte: fitotoxidez com mais de 75% de área afetada e com necroses pronunciadas (Fungicida + Potamol com pH ajustado) (Tabela 6). Para a cultivar M 7739 IPRO, a maior nota foi 3 (Fungicida + sulfato de cobre).

Tabela 6. Fitotoxidez em duas cultivares de soja com diferentes associações entre o fungicida à base de trifloxistrobina + protioconazol e fertilizantes foliares

Tratamentos	**Cultivar**		**Média**
	NS 7209 IPRO	**M 7739 IPRO**	
T1 – Controle	0,00	0,00	0,00
T2 – Fungicida	2,60	1,40	2,00
T3 - Fungicida + Sulfato de Cobre	3,20	2,60	2,90
T4 - Fungicida + Silicato de potássio	1,60	1,40	1,50
T5 - Fungicida + Fosfito de Cu	2,60	1,60	2,10
T6 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio	4,60	1,20	3,00
T7 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Fosfito de Cu	3,60	2,40	3,00
T8 - Fungicida + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	4,60	1,80	3,20
T9 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	3,40	1,80	2,60
T10 - Fungicida + Platinum S. Mn	3,00	1,20	2,10
T11 - Fungicida + Potamol	4,80	1,60	3,20
T12 - Fungicida + Platinum S. Mn (pH basificado)	2,60	1,60	2,10
T13 - Fungicida + Potamol (pH acidificado)	5,40	1,60	3,50
Média	**3.231AA**	**1.553 B**	

Para a cultivar M 7739 IPRO, os tratamentos T3 e T7 apresentaram os maiores níveis de fitotoxidez, que pode ter sido ocasionada pelo fertilizante foliar sulfato de cobre. A cultivar NS 7209 IPRO se apresentou mais sensível aos efeitos dos tratamentos, apresentando maiores níveis de fitotoxidez, sendo que os tratamentos T6, T7, T8, T11 e T13 apresentaram diferenças superiores de fitotoxidez em relação aos demais tratamentos. Para a cultivar NS 7209 IPRO, podemos destacar o tratamento T4, que apresentou menor fitotoxidez quando comparada com os demais tratamentos para essa cultivar de soja. O silicato de potássio proporcionou menor efeito fitotóxico do fungicida às plantas em comparação ao tratamento contendo somente fungicida ou em relação às demais misturas utilizadas (Tabela 5).

O uso de fertilizantes foliares fornece nutrientes para as plantas de forma facilitada por conta das ferramentas de pulverização. A prática de nutrição foliar pode fornecer nutrientes para as plantas em momentos determinantes de seu desenvolvimento, já que uma planta bem nutrida tem a capacidade de suportar adversidades (ZAMBOLIM, 2006; SORATTO et al., 2011).

Ao avaliar a desfolha nas plantas de cada tratamento, na primeira avaliação de desfolha, dia 15 de fevereiro de 2016, observou-se que todos os tratamentos contendo fungicida diferiram do Controle (Tabela 7) em ambas as cultivares utilizadas. Entre os tratamentos contendo fungicida associado a fertilizantes foliares na cultivar NS 7209 IPRO, os tratamentos T6 e T13 apresentaram os maiores níveis de desfolha em relação aos demais

tratamentos, ou seja, os fertilizantes utilizados (sulfato de cobre + silicato de potássio ou Potamol com pH ajustado) em misturas podem ter contribuído para maior desfolha nas plantas ao se comparar ao T2, que contém apenas o fungicida ou fungicida associado aos fertilizantes isolados.

Os demais tratamentos tiveram os menores índices de desfolha para a cultivar NS 7209 IPRO. Já para a cultivar M 7739 IPRO, os tratamentos com menores índices de desfolha foram o T2, T4, T5 e T6.

Os resultados apresentados na Tabela 6 mostram que ocorreram variações entre os tratamentos e as cultivares de sojas utilizadas no experimento, porém a média de desfolha entre as duas cultivares não diferiu estatisticamente (NS 7209 IPRO com 21.2% e M 7739 IPRO 21.1%).

Tabela 7. Desfolha (1ª avaliação) em função do manejo com diferentes fertilizantes foliares associados ao fungicida trifloxistrobina + protioconazol em duas cultivares de soja

Tratamentos	**Cultivar**	
	NS7209IPRO	M7739IPRO
T1 – Controle	45.0 a	52.0 a
T2 – Fungicida	17.6 c	12.6 c
T3 - Fungicida + Sulfato de Cobre	20.4 c	20.0 b
T4 - Fungicida + Silicato de potássio	19.0 c	17.0 c
T5 - Fungicida + Fosfito de Cu	18.6 c	13.0 c
T6 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio	23.0 b	14.2 c
T7 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Fosfito de Cu	20.6 c	27.0 b
T8 - Fungicida + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	18.4 c	19.0 b
T9 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	15.0 c	21.0 b
T10 - Fungicida + Platinum S. Mn	18.0 c	21.0 b
T11 - Fungicida + Potamol	17.0 c	19.0 b
T12 - Fungicida + Platinum S. Mn (pH basificado)	15.6 c	21.0 b
T13 - Fungicida + Potamol (pH acidificado)	27.0 b	18.0 b
Média	**21.2 A**	**21.1 A**

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knot a 5% de probabilidade.

Para a segunda avaliação de desfolha nas plantas, no dia 23/02/2016, observou-se que todos os tratamentos contendo fungicida diferiram do Controle (Tabela 8) em ambas as cultivares utilizadas.

A cultivar NS 7209 IPRO apresentou maiores variações entre os tratamentos utilizados, ou seja, todos os tratamentos contendo sulfato de cobre ou fosfito de cobre isoladamente (T3, T5), sulfato de cobre + silicato de potássio (T6) e os fertilizantes

formulados Potamol e Platinum - pH ajustado (T11, T12 e T13) proporcionaram as maiores desfolhas (Tabela 7). Os tratamentos contendo apenas o fungicida (T2) e fungicida + silicato de potássio + fosfito de Cu (T8) apresentaram menores níveis de desfolha em relação aos demais.

Para a cultivar M 7739 IPRO, o T3 contendo fungicida + sulfato de cobre e Platinum Mn com pH alcalinizado (T12) apresentaram maiores níveis de desfolha em relação aos demais tratamentos (Tabela 7). Já as menores desfolhas foram observadas com os tratamentos contendo fungicida + sulfato de cobre + silicato de potássio (T6), fungicida + Platinum (T10) e fungicida + Potamol- pH básico (T11). Entre as cultivares, a média de desfolha na cultivar M 7739 IPRO foi inferior àquela observada na NS 7209 IPRO, fato que deve estar associado a maior resistência da M 7739 IPRO à fitotoxidez por produto químico.

Tabela 8. Desfolha (2ª avaliação) em função do manejo com diferentes fertilizantes foliares associados ao fungicida trifloxistrobina + protioconazol em duas cultivares de soja

Tratamentos	**Cultivar**		**Média geral**
	NS7209IPRO	M7739IPRO	
T1 – Controle	95.0 a	95.0 a	95.0 a
T2 – Fungicida	50.0 d	60.0 e	55.0 e
T3 - Fungicida + Sulfato de Cobre	75.0 b	82.0 b	78.5 b
T4 - Fungicida + Silicato de potássio	59.0 c	50.0 f	54.5 e
T5 - Fungicida + Fosfito de Cu	74.0 b	62.0 e	68.0 c
T6 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio	73.0 b	42.0 g	57.5 d
T7 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Fosfito de Cu	60.0 c	50.0 f	55.0 e
T8 - Fungicida + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	51.0 d	69.0 d	60.0 d
T9 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	59.0 c	77.0 c	68.0 c
T10 - Fungicida + Platinum S. Mn	60.0 c	41.0 g	50.5 f
T11 - Fungicida + Potamol	78.0 b	40.0 g	59.0 d
T12 - Fungicida + Platinum S. Mn (pH basificado)	70.0 b	82.0 b	76.0 b
T13 - Fungicida + Potamol (pH acidificado)	73.0 b	77.0 c	75.0 b
Média	**67.5 A**	**63.6 B**	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knot a 5% de probabilidade.

Primavesi (1981) destaca que o pH em que a absorção de íons se torna mais efetiva está em torno de 5,5; formulações que são muito ácidas ou muito alcalinas podem ser responsáveis por maiores níveis de fitotoxidez, o que vem corroborar com os resultados obtidos no presente trabalho.

Chamel e Ganbonnet (1982) demonstraram com experimentos utilizando cobre que o mesmo fica retido na cutícula foliar em maiores concentrações em relação a outros elementos e que a utilização desse íon pode favorecer a absorção de outros íons, já que o mesmo, ao ficar retido, diminui a retenção de outros.

Ao avaliar a massa de mil sementes, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos utilizados para as cultivares NS 7209 IPRO e M 7739 IPRO (Tabela 9).

Tabela 9. Massa de mil sementes para duas cultivares de soja tratadas com fertilizantes foliares associados ao fungicida trifloxistrobina + protioconazol em resposta à ferrugem asiática da soja na safra 2015 – 2016

Tratamentos	**Cultivar**		**Média geral**
	NS7209IPRO	**M7739IPRO**	
T1 – Controle	0.152	0.141	0.146 a
T2 – Fungicida	0.161	0.153	0.157 a
T3 - Fungicida + Sulfato de Cobre	0.152	0.145	0.149 a
T4 - Fungicida + Silicato de potássio	0.160	0.155	0.157 a
T5 - Fungicida + Fosfito de Cu	0.170	0.142	0.156 a
T6 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio	0.157	0.147	0.152 a
T7 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Fosfito de Cu	0.165	0.165	0.165 a
T8 - Fungicida + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	0.170	0.149	0.159 a
T9 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	0.158	0.144	0.151 a
T10 - Fungicida + Platinum S. Mn	0.172	0.143	0.157 a
T11 - Fungicida + Potamol	0.157	0.152	0.154 a
T12 - Fungicida + Platinum S. Mn (pH basificado)	0.167	0.158	0.162 a
T13 - Fungicida + Potamol (pH acidificado)	0.161	0.159	0.160 a
Média	**0.162a a**	**0.150a**	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knot a 5% de probabilidade.

Ao analisar a produtividade obtida em cada cultivar utilizada, verificou-se que todos os tratamentos com fungicidas apresentaram maior produtividade em relação ao Controle (Tabela 9).

Entre os tratamentos com fungicida e associação de fertilizantes, para a cultivar NS 7209 IPRO, os tratamentos T3, T4, T5, T7, T8, T10, T11 e T13 diferiram dos demais e do Controle com as maiores produtividades; a diferença para o tratamento Controle chegou a 26,53% de incremento. Entre os tratamentos com as melhores produtividades, o tratamento 13 merece destaque por apresentar médias superiores aos demais, em 11% de incremento.

O uso de fertilizante foliar associado a fungicidas pode trazer resultados satisfatórios, pois os processos fisiológicos desencadeados pelo uso dos mesmos podem contribuir para a produtividade das culturas. Os nutrientes que compõem os fertilizantes foliares, desde

macronutrientes a micronutrientes, têm sua importância relatada na literatura, por participarem de rotas metabólicas, como, por exemplo, o molibdênio, que é um nutriente chave na atividade da enzima nitrato redutase. A associação de fertilizantes foliares contendo molibdênio a estrobilurinas pode ser uma opção interessante, já que fungicidas contendo estrobilurinas podem proporcionar alterações fisiológicas como aumento no teor de clorofila, favorecimento da enzima nitrato redutase, alteração no ponto de compensação de CO_2 e diminuição da síntese de etileno, todas essas características contribuindo para aumento de produtividade (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997; GLAAB; KAISER, 1999; RODRIGUES, 2009).

Para a cultivar M 7739 IPRO, o tratamento contendo fungicida + Platinum (T10) apresentou a maior produtividade em relação aos demais tratamentos (Tabela 10). Em relação ao Controle, o incremento foi de 37,15%. Entretanto, os resultados evidenciaram que pode haver respostas distintas entre cultivares de soja quanto ao controle de ferrugem e produtividade, com a utilização de fertilizantes foliares associados ao fungicida na mesma calda de pulverização.

Tabela 10. Produtividade em quilos por hectare de duas cultivares de soja tratadas com diferentes fertilizantes foliares associado ao fungicida trifloxistrobina + protioconazol, com respectivos incrementos na safra 2015/2016

Tratamentos	**Cultivar**						**Média**	
	NS7209IPRO		**Inc. (%)**	**M7739IPRO**		**Inc.(%)**		
T1 – Controle	2.742,9	C	0,0	2.693,8	d	0	2,718.3	c
T2 – Fungicida	3.233,8	B	18	3.716,7	b	38	3,475.2	b
T3 - Fungicida + Sulfato de Cobre	3.621,2	A	32	3.521,4	b	31	3,571.3	b
T4 - Fungicida + Silicato de potássio	3.561,6	A	30	3.572,0	b	33	3,566.8	b
T5 - Fungicida + Fosfito de Cu	3.833,1	A	40	3.256,4	c	21	3,544.7	b
T6 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio	3.317,8	B	21	3.589,3	b	33	3,453.5	b
T7 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Fosfito de Cu	3.661,3	A	33	3.479,2	b	29	3,570.3	b
T8 - Fungicida + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	3.674,3	A	34	3.475,5	b	29	3,574.9	b
T9 - Fungicida + Sulfato de Cobre + Silicato de potássio + Fosfito de Cu	3.243,8	B	18	3.639,8	b	35	3,441.8	b
T10 - Fungicida + Platinum S. Mn	3.538,7	a	29	4.286,1	a	59	3,912.4	a
T11 - Fungicida + Potamol	3.846,2	a	40	3.591,7	b	33	3,718.9	b
T12 - Fungicida + Platinum S. Mn (pH basificado)	3.362,8	b	23	3.707,3	b	38	3,535.1	b
T13 - Fungicida + Potamol (pH acidificado)	4.131,0	a	51	3.873,2	b	44	4,002.1	a
Média	**3.520,7**	**A**		**3.569,4**	**A**			

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knot a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

- A associação de fertilizante foliar a fungicida para o material de ciclo precoce (NS 7209 IPRO) não proporcionou redução na severidade da ferrugem asiática da soja comparada ao tratamento somente com fungicida (T2).
- A severidade da ferrugem asiática para o material de ciclo médio (M 7739 IPRO) diferiu estatisticamente a associação de fertilizante foliar com fungicida, com destaque para associação de Fungicida + Silicato de Potássio (T4) e Fungicida + Potamol (T11).
- A associação de Fungicida + Silicato de Potássio reduziu a fitotoxidez, quando comparada a todas as outras associações.
- Há formação de flocos no fundo do recipiente quando na mistura está presente sulfato de Cu.
- Ao se adicionar fertilizante foliar ao fungicida, houve incremento em produtividade nos tratamentos na variedade NS 7209 IPRO, exceto tratamento T9.
- Ao se adicionar fertilizante foliar ao fungicida, houve incremento em produtividade em todos os tratamentos na variedade NS 7739 IPRO.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA-AGRODEFESA. **Instrução normativa n° 008/2014**: medidas fitossanitárias que visam a prevenção e controle da ferrugem asiática no estado de Goiás. Disponível em: <www.agrodefesa.go.gov.br>. Acesso em: nov. 2014.

ALMEIDA, R de; GARCÉS-FIALLOS, F. R.; FORCELINI, C. A. Ocorrência e intensidade de doenças foliares e ciclo de cultivo em seis cultivares de soja durante duas épocas de semeadura. **Ciencia y Tecnologia,** v. 7, n. 1, p. 13-21. 2014.

ALVES, S. A. M.; FURTADO, G. Q.; BERGAMIN FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa/MG: UFV, 2006. 140 p.

ANDRADE JÚNIOR, E. R de et al. Aplicação de programas de adubação foliar com silício e potássio associados a fungicidas no controle da ferrugem asiática na cultura da soja. **Bioscience Journal,** v. 31, n. 1, p. 18-24, 2015.

ANTUNIASSI, U. R. **Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos**. Botucatu/SP: FCA/UNESP, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AGRONEGÓCIO – ABAG. **Futuro da soja no País**. São Paulo: Instituto de Estudos do Agronegócio, 2015. 28 p.

AUGUSTI, G. R. et al. Aplicações preventivas e erradicantes de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n.3, p. 288-289, 2014.

AZEVEDO, L. A. S. et al. **Misturas de tanque de produtos fitossanitários**: teoria e prática**.** 1. ed. Rio de Janeiro: IMOS Gráfica e editora, 2015. p. 121.

_____. **Programa Syntinela:** monitoramento da dispersão de *Phakopsora pachyrhizi* e alerta contra a ferrugem asiática da soja. Campinas/SP: Emopi Gráfica e Editora, 2004.
BALARDIN, R. S.; DALLAGNOL, L. J. D. H. T.; NAVARINI, L. Influência do fósforo e do potássio na severidade da ferrugem da soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira,** v. 31, p. 462-467, 2006.

BARBOSA, G. F.; CENTURION, M. A. P da. C.; FERRAUDO, A. S. Potencial do manejo integrado da ferrugem asiática da soja: severidade da doença, desenvolvimento vegetativo e componentes da produção, cultivar MG/BR46 (Conquista). **Bioscience Journal**, v. 30, p. 76-89, 2014.

BECK, C.; OERKE, E. C.; DEHNE, H. W. Impact of strobilurins on physiology and yield formation of wheat. **Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwkd Toegep Biol Wet**, v. 67, n. 2, p. 181-187, 2014.

BEROVA, M.; ZLATEV, Z. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (Lycopersicon esculentum Mill.). **Plant Growth Regulation**, v. 30, p. 117-123, 2000.

BONDE, M. R. et al. Effects of temperature on urediniospore germination, germ tube growth, and initiation of infection in soybean by *Phakopsora* isolates. **Phytopathology**, v. 97, n.8, p. 997-1003, 2007.

BROMFIELD, K. R. **Soybean rust.** St. Paul: American Phytopathological Society, 1984. 65p.

CAMPBELL CL, Madden LV. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York/NY: John Wiley & Sons, 1990.

CAMPOS, H. D; SILVA, L. H. C. P**. Escalas descritiva e diagramática para avaliação de fitotoxidez em função da intensidade de cloroses e/ou bronzeamentos e necroses foliares causadas por fungicidas.** Rio Verde/GO: UniRV, 2012.

CARRIJO, D. R. **Efeitos fisiológicos provocados pelo fungicida Fluxapiroxade, isolado e em mistura com a Piraclostrobina, na cultura da soja.** 2014. 71f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

CASA, R. T.; REIS, E. M. Doenças relacionadas à germinação, emergência e estabelecimento de plântulas de soja em semeadura direta. In: REIS, E. M. **Doenças na cultura da Soja**. São Paulo: Aldeia Norte Editora, 20--. p. 80-96.

CASSETARI, A. Q. M.; CASSETARI NETO, D.; ANDRADE JÚNIOR, E. R. Soja: equilíbrio perfeito. **Revista Cultivar**. Pelotas, p. 18, maio. 2008.

CHAMEL, A.; GANBONNET, B. Study with isolated cuticles of the behavior of zinc applied to leaves. **Journal Plant Nutrition,** v. 5, p. 153-159, 1982.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2015/2016. **Acompanhamento safra brasileira grãos**, Brasília, v. 8, p. 1-178, maio 2016.

_____. **Acompanhamento de safra brasileira grãos 2013/2014:** décimo segundo levantamento. Disponível em: <HTTP://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_10_09_22_05 boletim_grãos_abril_2015.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2016.

DAL POGETTO, M. H. F do A. et al. Controle da ferrugem asiática e produtividade da soja após pulverizações de piraclostrobina + epoxiconazole em diferentes estádios fenológicos da cultura. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 3, p. 248-250, 2012.

DEBONA, D. et al. Efeito de níveis de cálcio e sombreamento em plantas de soja sobre a infecção por *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 5, p. 388-389, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa da soja. **Tecnologias de produção de soja:** Região Central do Brasil – 2005. Londrina/PR: Embrapa Soja, 2005. 239 p.

_____. **Soja em números**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai-2&op_page=294> .Acesso em: 1 set. 2016.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION – EPPO. **Phytotoxicity assessment:** efficacy evaluation of plant protection products. Paris: EPPO, 2014. n. 44, p. 265-273.

FAGAN, E. B. et al. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 771-777, 2010.

FERNANDEZ, M. S. **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa/MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 282.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FLETCHER, R. A. et al. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Horticulture Reviews**, v. 24, p. 55-138, 2000.

FORCELINI, C. A. Fungicidas inibidores da síntese de esteróis: I triazoles. **RAPP**, v. 2, p. 335-355, 1994.

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE- FRAC. **FRAC fungicide list:** sorted by mode of action. Disponível em: <http://www.frac.info/publications/frac_list02.htmal>. Acesso em: 2 set. 2016.

GALLOTTI, G. J. M.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; BACKES, R. L. Efeito da época de semeadura e da aplicação de fungicidas no progresso da ferrugem asiática, oídio e doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 2, p. 87-93, 2005.

GARCIA JÚNIOR, D. et al. Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 286-291, 2003.

GAUTHIER, N. W. et al. Mycoparasitism of *Phakopsora pachyrhizi*, the soybean rust pathogen, by *Simplicillium lanosoniveum*. **Biological Control**, 76, p. 87-94, 2014.

GIULIANI, M. M. et al. Processing tomato cultivated under water deficit conditions: the effect of azoxstrobin. **Acta Horticulturae**, v.1, p. 287-294, 2011.

GLAAB, J.; KAISER, W. M. Increased nitrate reductase activity in leaf tissues after application of the fungicide Kresoximmethyl. **Planta**, v. 207, p. 442-448, 1999.

GODOY, C. V. et al. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 407-421, 2016.

_____. Doenças da soja (Glycine max (L.) Merril). **Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, p. 20-1. 201. Disponível em: <HTTP://www.sbfito.com.br/divulgação/doencadasoja.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2016.

_____. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrizi*, na safra 2011/2012:** resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina/PR: Embrapa Soja, 2012. 8p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 93)

_____. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrizi*, na safra 2015/2016:** resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina/PR: Embrapa Soja, 2016. 6p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 119)

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

GODOY, C.V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Escala diagramática para avaliação de severidade da ferrugem asiática da soja. **Fitopatologia Brasileira,** Brasília, v. 31, n.1., 2006.

GOELLNER, K. et al. Pathogen profile *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. **Molecular Plant Pathology**, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2010.

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurinkresoxim methyl in wheat (*Triticum aestivum* L). **Pesticide Science**, v. 50, p. 11-20, 1997.

GUEST, D. I.; GRANT, B. R. The complex action of phosphonates as antifungal agents. **Biological Review**, v. 65, p. 159-187, 1991.

HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. In: HARTMAN, G. L. et al. **Compendium of soybean diseases and pets**. 5 ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2015. p. 56-58.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes**: noções gerais. Londrina/PR: Embrapa Soja, 2005.

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

HOFFMANN, L. L.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação de fungicidas em soja.** Cascavel: BAYER CropScience, 2004. p.46-60.

ITO, M. F. et al. Efeito residual da adubação potássica e da calagem sobre a incidência de *Phomophis spp*. em sementes de soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, p. 44-49, 1994.

JADOSKI, C. J. **Efeitos fisiológicos da piraclostrobina em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) condicionado sob diferentes tensões de água no solo**. 2012. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

KLOSOWSKI, A.C. et al. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, v.72, p. 1211–1215, 2016.

LEMES, E.; CASTRO, L.; ASSIS, R. **Doenças de soja:** melhoramento genético e técnica de manejo. Campinas/SP: Editora Millennium, 2015. p. 39-41.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ed. Ceres, 2006. 638p.

MARSCHENER, H. Relations hip between mineral nutrition and plant disease and pests. In: _____. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1996. p. 369-390.

MEGETO, G. A. S. et al. A. Árvore de decisão para classificação de ocorrências de ferrugem asiática em lavouras comerciais com base em variáveis meteorológicas. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 3, p. 590-599, 2014.

MELCHING, J. S. et al. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, v. 73, n. 2, p. 117-122, 1989.

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

MEOTTI, G. V. et al. Épocas de semeadura e desempenho de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n.1, p. 14-21, 2012.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayer. **Crop Protection**, v. 19, p. 609-615, 2000.

MORALES, R. G. F.; SANTOS, I. dos; TOMAZELI, V. N. Influência da nutrição mineral foliar sobre doenças da parte aérea da cultura do trigo. **Revista Ceres**, v. 59, n.1, p. 71-76, 2012.

MULLER, T. A. et al. Effect of fungicide and timing of application on soybean rust severity and yield. **Plant disease**, v. 93, p. 243-248, 2009.

NASCIMENTO, N. S do. **Efeito do vazio sanitário nas ocorrências da ferrugem asiática da soja no estado do Mato Grosso**. 2014. 33f. Dissertação (Mestrado em Defesa Sanitária Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2014.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. de A; SCHUCH, L. O. B. Produção de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. 3 ed. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 2012. p. 13-104.

PINAZZA, L. A. **Cadeia produtiva da soja.** Brasília/DF: MAPA, SPA, 2007.

PRADO, E. P. et al. Taxa de aplicação e uso de surfactante siliconado na deposição da pulverização e controle da ferrugem da soja. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 3, p. 514-527, 2015.

PRIMAVESI, O. Resultados com nitrofoska foliar em diversas culturas no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR, 1., 1981, Botucatu/SP. **Anais**… Botucatu/SP: FEPAF, 1981. p. 73-95.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R.; CARMONA, M. **Doenças da soja I**: ferrugem asiática. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. 48p.

REIS, E. M.; DEUNER, E.; ZANATTA, M**.** In vivo sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* to DMI and QoI fungicides. **Summa Phytopathologica**, v.41, n.1, p.21-24, 2015.

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M.; FIGUEIREDO, F. C. Aumento de qualidade e produção com aplicação de silício solúvel. **Revista Campo e Negócio HF**, n. 24, p. 34-40, 2007.

RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O.; FOLONI, L. L. Efeito da aplicação de uniconazole na cultura da soja [(*Glycine max* (L.) Merril cv IAC-17)]. **Ciência Agrícola**, v. 55, n. 2, p. 313-319, 1998.

RODRIGUES, M. A. T. **Avaliação do efeito fisiológico do efeito de fungicidas na cultura da soja**. 2009. 193 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura, ESALQ, Piracicaba, 2009.

ROSOLEM, C. A. Adubação foliar. In: AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. **Anais…** Brasília: EMBRAPA/ANDA/POTAFÓS, 1984, p. 419-449.

RUPE, J.; SCONVERS, L. **Soybean rust:** The Plant Health Instructor 2008. Disponível em: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/SoybeanRust.aspx>. Acesso em: 1 set. 2016.

SAKSIRIRAT, W.; HOPPE, H. H. *Verticillium psalliotae*, an effective micoparasite of the soybean rust fungus *Phakopsora pachyrhizi* Syd. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 97, p. 622-33. 1990.

SCHMITZ, H.K. et al. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, v.7, p.378-88, 2014.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. D. Origem da evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina/PR: Mecenas, 2009. p. 133-55.

SHU, Z. H.; WU, W. Y.; OBERLY, G. H. Boron uptake by peach leaf. **Journal of Plant Nutrition**, v. 14, n. 8, p. 867-881, 1991.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. Soybean rust. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Eds.). **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. Saint Paul: APS Press, 1999. p. 25-26.

SOARES, R. M. Balanço da ferrugem asiática na safra 2006/07 com base nos números do Sistema de alerta. In: Simpósio Brasileiro de ferrugem asiática da Soja, 2007, Londrina/PR. **Anais...**. Londrina/PR: Embrapa, 2007. p. 9-13.

SORATTO, R. P. et al. Produtividade e qualidade dos grãos de feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e via foliar. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 35, n. 3, p. 2019-2028, 2011.

SOUZA, L. B. **Diversidade fenotípica e molecular**: correlações entre caracteres, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. 142 f. Tese (Doutorado em Fototecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

SUZANA, C. S. et al. Influência da adubação foliar sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n. 15, p. 2386, 2012.

TSCHANZ, A. T. **Soybean rust epidemiology:** final report. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua/Taiwan: [s. n.], 1984.

VENÂNCIO, W. S. et al. Novos fungicidas. I – produtos naturais e derivados sintéticos: estrobilurinas e fenilpirroles. In: LUZ, W. C. et al. **Revisão anual de patologia de plantas**, v. 7, p. 103-155, 1999.

WANG, C. J.; LIU, Z. Q. Foliar uptake of pesticides: present status and future challenge. **Pesticide Biochesmistry and Physiology**, v. 87, p. 1-8, 2007.

WARD, N. A. et al. Effects of *Simplicillium lanosoniveum* on *Phakopsora pachyrhizi*, the soybean rust pathogen, and its use as a biological control agent. **Phytopathology**, 102, p. 749-60, 2012.

YORINORI, J. R.; NUNES JÚNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem asiática da soja no Brasil**: evolução, importância econômica e controle. Londrina/PR: Embrapa Soja, 2004. 36 p.

YORINORI, J. T. Controle integrado de doenças de soja. In: **Resultados de pesquisa da soja**. [s. l.]: Embrapa/CNPSo, 1997. 83 p.

_____. Soja: ferrugem asiática avança e exige cuidados mais intensos. **Correio**, São Paulo, n. 1, p. 3-6. 2007.

YORINORI, J. T. et al. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 and 2003. **Plant Disease**, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.

YORINORI, J. T., WILFRIDO, M. P. **Ferrugem da soja**: *Phakopsora pachyrhizi* sydow. Londrina/PR: Embrapa, 2002. (Folder).

ZAMBOLIN, L.; COSTA, H.; VALE, F. X. R. Efeito da nutrição mineral sobre doenças de plantas causadas por patógenos do solo. In: ZAMBOLIN, L. (Ed). **Manejo integrado, fitossanidade, cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. [s. l.]: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2001. p. 347-408.

ANEXOS

Anexo A – Estádios de desenvolvimento da cultura da soja

I – Fase vegetativa

VC – Da emergência a cotilédones abertos.

V1 – Primeiro nó; folhas unifoliadas abertas.

V2 – Segundo nó; primeiro trifólio aberto.

V3 – Terceiro nó; segundo trifólio aberto.

Vn – Enésimo (último) nó com trifólio aberto, antes da floração.

II – Fase reprodutiva (observação na base principal)

R1 – Início da floração;

R2 – Floração plena;

R3 – Inicio da formação da vagem;

R4 – Vagem completamente desenvolvida;

R 5.1 – Grãos perceptíveis ao tato a 10% de granação;

R 5.2 – Maioria das vagens com granação de 11% a 25%;

R 5.3 – Maioria das vagens entre 26% e 50% de granação;

R 5.4 – Maioria das vagens entre 51% e 75% de granação;

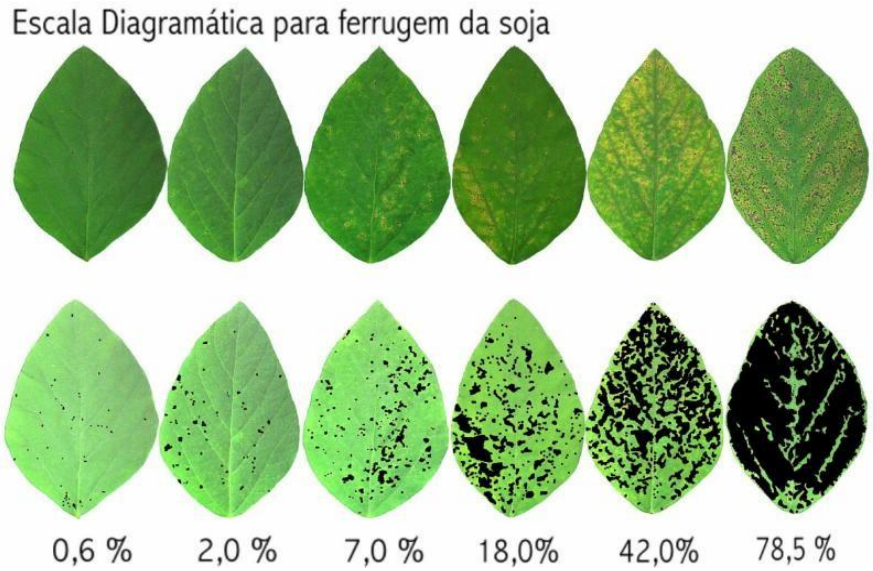
R 5.5 – Maioria das vagens entre 76% e 100% de granação;

R 6 – Vagens com granação de 100% e folhas verdes;

R 7 – Início da maturação;

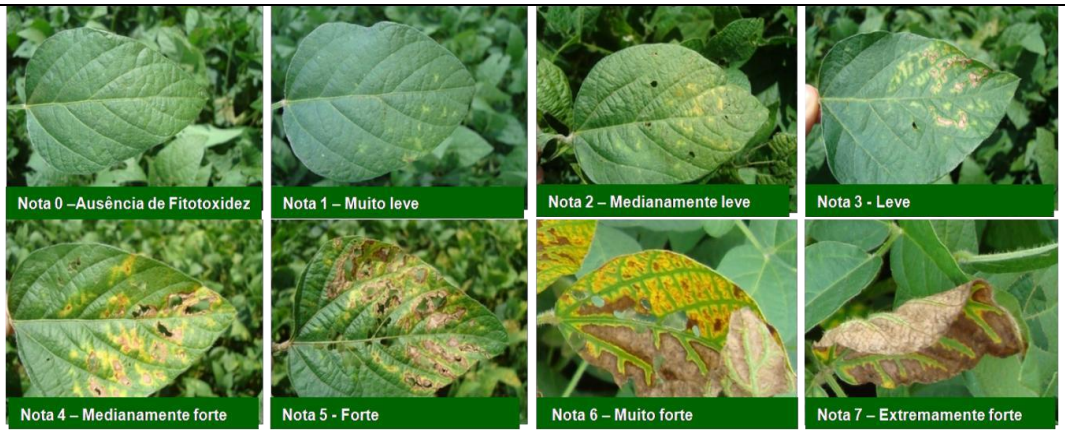
R 8 – Maturação plena.

Anexo B. Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem asiática na cultura da soja



Anexo C. Escalas descritiva e diagramática para avaliação de fitotoxidez em função da intensidade de cloroses e/ou bronzeamentos e necroses foliares causadas por fungicidas

NOTA	DESCRIÇÃO
0	- AUSÊNCIA DE FITOTOXIDEZ;
1	- MUITO LEVE: até 10% da área foliar com presença de cloroses ou bronzeamento;
2	- MEDIANAMENTE LEVE: entre 11% a 25% de área foliar com cloroses ou bronzeamento;
3	- LEVE: entre 11% e 25% de área foliar afetada e com necroses;
4	- MEDIANAMENTE FORTE: entre 25% e 50% de área foliar afetada e com necroses;
5	- FORTE: entre 50% e 75% da área foliar afetada e com necroses pronunciadas;
6	- MUITO FORTE: mais de 75% de área foliar afetada e com necroses pronunciadas;
7	- EXTREMAMENTE FORTE: seca total do folíolo afetado.



Fonte: Campos & Silva (2012).

Anexo D. Escala diagramática para avaliação de desfolha na cultura da soja

Fonte: Hirano et al, (2010).

Anexo E. Descrição dos produtos utilizados no controle da ferrugem asiática da soja

---

Nome comercial: Fox
Ingrediente ativo: Protioconazol + trifloxistrobina
Concentração: Protioconazol (175 g i.a.L^{-1}) ; trifloxistrobina (150 g i.a.L^{-1})
Formulação: Suspensão concentrada
Grupos químicos: Protioconazol: triazol; trifloxistrobina: estrobilurina

---

Nome comercial: Óleo vegetal Áureo
Ingrediente ativo: Éster etílico de óleo de soja
Concentração: Éster etílico de óleo de soja (720 g i.a.L^{-1})
Formulação: Concentrado emulsionável
Classe: Adjuvante