

INDUTORES DE RESISTÊNCIA PARA CONTROLE DE MANCHA ALVO NA CULTURA DA SOJA

Luiz Felipe da Silva Monteiro ¹, Maikon Jefferson Alves Custódio ¹,
Aniele Pianoscki de Campos Lima ² e Marcos Henrique Centurione Ramos ²

Resumo - A influência da indução de resistência utilizando produtos à base de fosfito e silício na soja consiste em um método de controle, que aciona mecanismos secundários das plantas criando barreiras químicas ou físicas contra os ataques de patógenos. Hoje necessitasse encontrar novos mecanismos de controle de doenças, uma vez que a resistência aos fungicidas sistêmicos cresce a cada dia. O objetivo do trabalho foi realizar indução de resistência na cultura da soja, utilizando silício e fosfito, além de fungicidas protetivos e sistêmicos para controle de mancha alvo. O trabalho foi conduzido no município de Guaira-SP, na fazenda Tamanduá que tem como latitude 20°21'14.3"S e longitude 48°16'41.7"W. Os tratamentos utilizados consistiram em utilizar o fosfito e o silício como indutores de resistência, o mancozebe como fungicida protetivo e o trifloxistrobina + protioconazol como fungicida sistêmico para controle da mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), doença que é uma das principais da cultura da soja. Foram avaliadas 40 parcelas, obtendo resultados de produtividade, incidência da doença, peso de mil sementes, altura de planta, número de vagens e grãos por vagem. Ao final das avaliações o fungicida sistêmico obteve os melhores resultados para controle de mancha alvo, com os indutores de resistência associados entre si surgindo como uma opção satisfatória e eficiente para controle da doença. O mancozebe associado à trifloxistrobina + protioconazol foi outro tratamento com bons resultados de controle, tendo o fungicida protetivo potencializado o efeito do fungicida sistêmico para controle da doença.

Palavras-chave: *Glycine max*, *Corynespora cassiicola*, indução, mancha, fosfito, silício.

RESISTANCE INDUCTORS FOR TARGET CONTROL ON SOYBEAN CROP

¹ Graduando, Engenharia Agrônômica. Centro Universitário UNIFAFIBE. Rua Prof. Orlando França de Carvalho, 325, Bebedouro-SP, Brasil. CEP 14.701-070. E-mail: lfelipeaplitec@hotmail.com, mjac_123@hotmail.com

² Docente, Engenharia Agrônômica. Centro Universitário UNIFAFIBE. Rua Prof. Orlando França de Carvalho, 325, Bebedouro-SP, Brasil. CEP 14.701-070. E-mail: apianoscki@yahoo.com.br, marcos112112@gmail.com

Abstract - The influence of resistance induction using phosphite and silicon based products in soybean consists of a control method that activates secondary plant mechanisms creating chemical or physical barriers against pathogen attacks. Today we need to find new mechanisms of disease control, since resistance to systemic fungicides grows every day. The objective of the work was to perform resistance induction in soybean cultivation, using silicon and phosphite, as well as proteic and systemic fungicides to control the target spot. The work was conducted in the municipality of Guaíra - SP, at the farm Tamanduá which has latitude 20 ° 21'14.3 "S and longitude 48 ° 16'41.7" W. The treatments used consisted of using phosphite and silicon as resistance inducers, mancozeb as a protective fungicide and Trifloxystrobin + Prothioconazole as a systemic fungicide for the control of the target spot (*Corynespora cassiicola*), a disease that is one of the main soybean crops. A total of 40 plots were evaluated, yielding productivity, disease incidence, PMS (thousand seed weight), plant height, number of pods and grains per pod. At the end of the four evaluations the systemic fungicide obtained the best results for target spot control, with resistance inducers associated with each other appearing as a satisfactory and efficient option to control the disease. The mancozeb associated with Trifloxystrobin + Prothioconazole was another treatment with good control results, and the fungicide promoted the effect of the systemic fungicide to control the disease.

Key-words: *Glycine max*, *Corynespora cassiicola*, induction, spot, phosphite, silicon.

INTRODUÇÃO

A soja é uma das culturas mais antigas e teve origem no noroeste da China na região da Manchúria há cinco mil anos atrás (EMBRAPA, 2005). No Brasil, chegou por volta do século XIX, se tornando o principal cultivo nacional (CARVALHO, 2010). É uma planta dicotiledônea, da família das leguminosas e o cultivo dá-se à espécie *Glycine max* Merril (EMBRAPA, 2005). Consumida e produzida mundialmente, possui grande importância para indústrias alimentícias, para a alimentação animal além de diversos derivados, como óleo de soja e farelo de soja (COSTA NETO; ROSSI, 2000).

A produção mundial na atual safra ultrapassou as 350 milhões de toneladas, em uma área plantada de aproximadamente 120 milhões de hectares cultivados. Os Estados Unidos da América (EUA), maiores produtores de soja do mundo obtiveram aproximadamente 117 milhões de toneladas, em uma área de pouco mais de 33 milhões

de hectares na atual safra (USDA, 2017).

O Brasil é o segundo maior produtor da cultura, atrás apenas dos EUA. A produção nacional ultrapassou as 114 milhões de toneladas. A área plantada na atual safra corresponde a aproximadamente 34 milhões de hectares. As regiões Sul e Centro-oeste são as maiores produtoras nacionais, com cerca de 60%, com destaque para os estados do Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná. O estado de São Paulo vem crescendo na produção e na área plantada em relação há anos anteriores (CONAB, 2017).

Mesmo com tantas inovações existem empecilhos que influenciam diretamente e indiretamente na produtividade da soja, um desses empecilhos é conhecido como DFC (Doença de Final de Ciclo), e são causados por patógenos como fungos, bactérias, vírus e nematoides (BASSO; BONALDO; RUFATO, 2015).

Relatada a primeira vez nos Estados Unidos em 1945, a mancha alva (*Corynespora cassiicola*), é uma doença conhecida como DFC. No Brasil teve o primeiro relato entre 1974 e 1976 nos estados do Mato Grosso e no Paraná. Os principais sintomas da doença são pontuações escuras com halo amarelado podendo causar desfolha e mancha nas vagens, diminuindo a produtividade (SOARES; GODOY; OLIVEIRA, 2009).

Para o controle da doença, os fungicidas aparecem em primeiro lugar no combate ao patógeno. Os triazóis e as estrobirulinas são os principais fungicidas usados para o controle (CARVALHO, 2010). Outro fungicida usado é o multissítio mancozebe (EMBRAPA, 2015). O uso de fungicidas resulta em um eficiente controle da doença, mas causa aumento no custo de produção devido aos elevados valores dos produtos comerciais (SCHALLEMBERGER, 2014).

Visando diminuição de custo, e buscando meios alternativos para o controle da doença a indução de resistência aparece com a capacidade de acionar mecanismos de defesa da planta, atuando em aspectos bioquímicos, fisiológicos e morfológicos, limitando assim a ação dos patógenos nas camadas de tecido das plantas (OLIVEIRA et al., 2015).

Nutrientes minerais ajudam não somente na produção e desenvolvimento da planta, mas também na capacidade de aumentar ou diminuir a resistência de patógenos. Aumento de epiderme, lignificação, produção de compostos de inibição podem ser fatores de resistência (ZAMBOLIM; VENTURA, 1993).

Dentre vários indutores, os fosfitos e silicatos surgem com características úteis a

indução de resistência. Os foliares a base de fosfito apresentam uma ação sistêmica ativando a resistência das plantas a determinados fungos, atuando nas estruturas de reprodução do patógeno (SCHALLEMBERGER, 2014). Já o silício (fonte de silicatos), estimula a indução principalmente agindo no tecido da planta, dificultando assim a entrada de patógenos, tanto de maneira estrutural da planta quanto bioquímicas (RIBEIRO JÚNIOR, 2005).

Os indutores agem rapidamente nas plantas, de maneira temporária após o uso nas culturas. A aplicação no momento certo, geralmente logo após os primeiros sinais de infecção, surge como técnica inovadora de manejo (OLIVEIRA et al., 2015).

O objetivo do trabalho foi avaliar a indução de resistência na cultura da soja, utilizando-se silício e fosfito, além de fungicidas protetivos e sistêmicos para controle de mancha alvo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Guaíra – SP, na fazenda Tamanduá cujas coordenadas geográficas apresentam latitude 20°21'14.3"S e longitude 48°16'41.7"W. O solo da região é considerado Latossolo vermelho ácrico, com altos teores de argila. A temperatura média da região varia entre 18° C a 35° C, com chuvas mais concentradas no verão, com pluviosidade média anual de 1100 mm. A Figura 1 ilustram a pluviosidade média e a variância de temperatura na região de Guaíra – SP, durante o período do experimento.

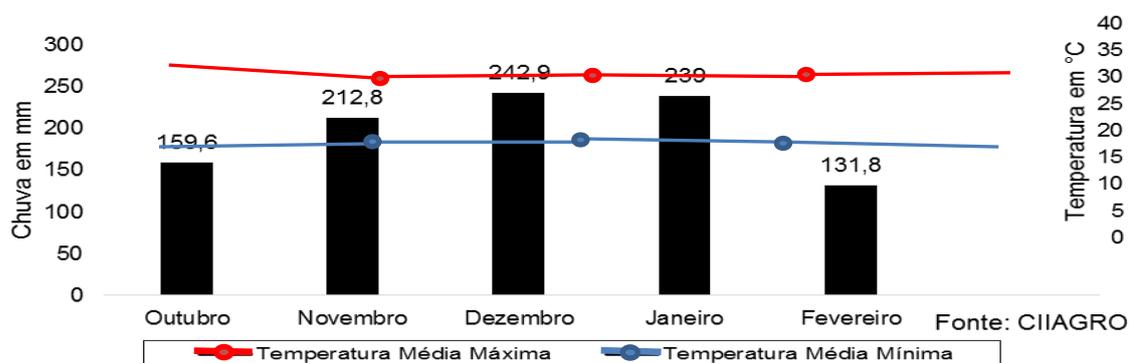


Figura 1. Acumulado de chuva e temperatura média no decorrer do período experimental na região de Guaíra-SP, safra 2017/18.

A semeadura foi realizada no dia de 27 de outubro de 2017 com espaçamento de 50 cm entre as linhas de plantio e depois de germinadas um total de 12 plantas por metro. A variedade utilizada foi a AS 3730 IPRO[®], que possui resistência a lagartas e ao herbicida glifosato, tendo ciclo médio em torno de 110 dias.

Antes da semeadura realizou-se dessecação da área com glifosato e fenoxaprop P-etílico nas doses de 3 e 1,5 litros por hectare respectivamente. Na adubação de semeadura foram aplicados 125 kg ha⁻¹ de KCl (Cloreto de Potássio) e 145 kg ha⁻¹ de MAP (Mono-Amônio-Fosfato) (11-52-00), respectivamente. Quanto ao tratamento de sementes, para cada 100 kg de sementes utilizou-se 300 ml de tiodicarbe + imidacloprid, 200 ml de carbendazim + tiran e 100 ml de enraizador a base de molibdênio, zinco e extrato de algas.

Foram utilizados três diferentes mecanismos de controle de mancha alvo, sendo a indução de resistência a base de fosfito e silício, um fungicida sistêmico trifloxistrobina + protioconazol e um fungicida multissítio protetivo mancozebe.

O delineamento experimental realizado foi em blocos casualizados, sendo 10 tratamentos e 4 repetições, totalizando 40 observações. As parcelas consistiram em 2 metros de largura e 10 metros lineares cada uma, resultando assim em 20 m² por unidade experimental. Para fins de avaliação foram analisadas as duas linhas centrais de cada parcela, excluindo as linhas laterais dos blocos. Foram delimitadas 3 linhas de cultivo como bordadura no entorno de todo campo experimental.

Os tratamentos consistiam em aplicações associadas ou não de um fungicida sistêmico trifloxistrobina + protioconazol, um fungicida protetivo mancozebe e dois indutores de resistência fosfito (33,6% de P₂O₅ + 29% de K₂O Kg L⁻¹) e silício (17,3g de K₂O + 7,3g de Si g L⁻¹). As doses utilizadas seguem conforme a Tabela 1 abaixo. Os tratamentos consistiram em: 1 - Testemunha, 2 - Fosfito, 3 - Silício, 4 - Fosfito + Silício, 5 - Mancozebe, 6 - Mancozebe + (Trifloxistrobina + Protioconazol), 7 - Mancozebe + Fosfito + Silício, 8 - Trifloxistrobina + Protioconazol, 9 - (Trifloxistrobina + Protioconazol) + Silício + Fosfito + Mancozebe e 10 - (Trifloxistrobina + Protioconazol) + Fosfito + Silício.

As aplicações foram realizadas com pulverizador costal de 20 litros de capacidade. Foi seguido um cronograma de aplicação onde os indutores de resistência a base fosfito e silício foram aplicados separadamente dos fungicidas sistêmico trifloxistrobina + protioconazol e protetivo mancozebe.

Visando controle de pragas foram realizadas três aplicações de inseticida para controle de percevejos, lagartas e besouros. Os produtos utilizados foram imidacloprid

(2 kg ha⁻¹), tiodicarbe (0,8 kg ha⁻¹) e triflumurom (0,5 L ha⁻¹). As aplicações acompanharam o programa de aplicação de fungicidas e indutores, sendo realizadas nos mesmos dias. As aplicações das bordaduras seguiram o padrão utilizado na fazenda, sendo realizadas separadamente e por bomba costal.

Tabela 1. Produtos, categorias e dosagens utilizadas no experimento.

Produtos	Categorias	Dosagens (L ha ⁻¹)
Fosfito	Indutor de resistência	0,75
Silício	Indutor de resistência	0,5
Mancozebe	Fungicida protetivo	1,5
Trifloxostrobina+Protioconazol	Fungicida sistêmico	0,4

As datas das aplicações seguiram conforme o estágio fenológico da cultura e também a indicação de bula dos fungicidas sistêmicos e protetivo, conforme a Tabela 2 abaixo com as datas e épocas de aplicação.

Visando melhor aplicação e eficiência dos produtos utilizados, todos os produtos foram aplicados de maneira individual na bomba, tendo a adição somente de um condicionador de calda para aumentar a eficiência da aplicação, evitando perda do produto por escorrimento ou deriva. A dose utilizada foi de 50 mL ha⁻¹.

Tabela 2. Produtos, épocas de aplicação e datas das aplicações dos tratamentos.

Produto	Época de aplicação			
	Estádio fenológico da soja	Datas (2017/18)		
Testemunha	-	-	-	-
Fosfito	V6, R1	23/nov	-	04/dez
Silício	V3, V6, R1	15/nov e 25/nov	07/dez	-
Mancozebe	R1, R1 + 15 dias, R1 + 30 dias	04/dez	19/dez	10/jan
Trifloxistrobina + Protioconazol	R1, R1 + 15 dias, R1 + 30 dias	04/dez	19/dez	10/jan

As avaliações foram realizadas sempre uma semana antes das aplicações dos fungicidas sistêmico e protetivo. A última avaliação foi realizada 15 dias após a terceira aplicação dos fungicidas. Foram realizadas 4 avaliações durante o experimento visando contabilizar a incidência de mancha alvo na cultura da soja. Desse modo foram analisadas 50 folhas aleatórias em 5 metros das duas linhas centrais de cada parcela, onde foi anotada a incidência ou não da doença na folha.

Para identificação da doença foi usada à escala diagramática de mancha alvo, mostrando os índices de severidade e incidência da doença mancha alvo na cultura da soja (SOARES; GODOY; OLIVEIRA, 2009), ilustrada na Figura 2. A análise das 50 folhas amostradas por parcela foi analisada e comparadas com a escala ainda no campo experimental.

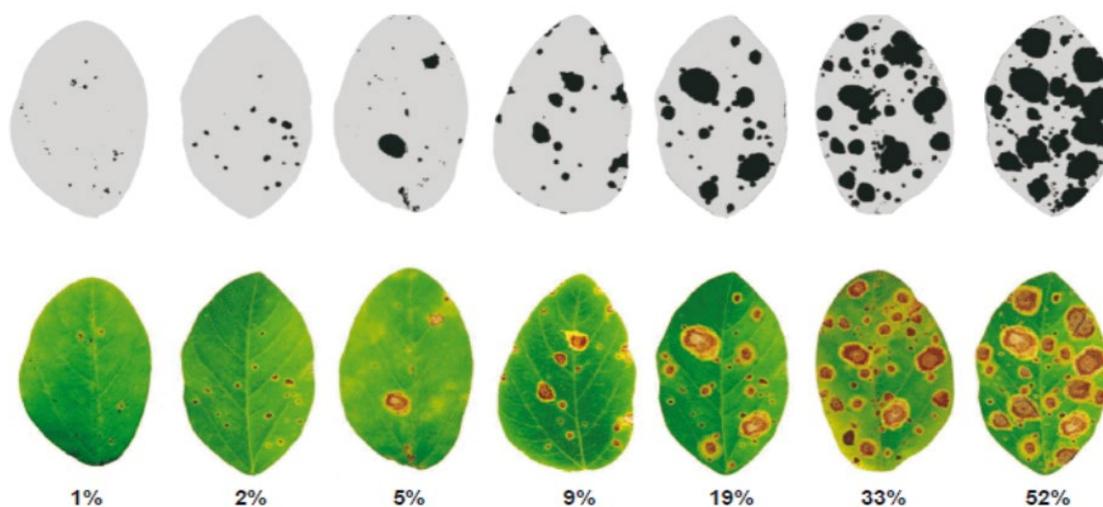


Figura 2. Escala diagramática para identificação de mancha alvo em soja. Fonte: Soares; Godoy e Oliveira (2009).

Juntamente com a avaliação de incidência de mancha alvo foram determinados a altura da planta, o peso de mil sementes, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, umidade de colheita e produtividade de grãos. A colheita aconteceu no dia 15 de fevereiro de 2018, onde as parcelas foram colhidas manualmente, retirando 5 metros lineares das duas linhas centrais de cada parcela. Todas as plantas foram colocadas em sacarias separadas por parcela e devidamente identificado o tratamento e o bloco. Após a colheita as plantas foram trilhadas mecanicamente, obtendo-se a produção de grãos em cada parcela experimental, estimando-se a produtividade de grãos com correções do teor de água para 13%.

Os resultados obtidos foram analisados via teste de Tukey à 5% de probabilidade ($p < 0,05$), por meio do programa estatístico AgroEstat, obtendo-se assim os resultados e variância de cada tratamento (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação de mancha alvo houve diferença significativa ($P < 0,05$) da testemunha (11,5%) apresentando menor incidência em relação aos demais tratamentos durante a primeira avaliação em R1 da cultura. Os três tratamentos: indução de resistência, o fungicida protetivo e o sistêmico não apresentaram diferenças significativas entre si ($P > 0,05$) para os valores de incidência (Figura 3).

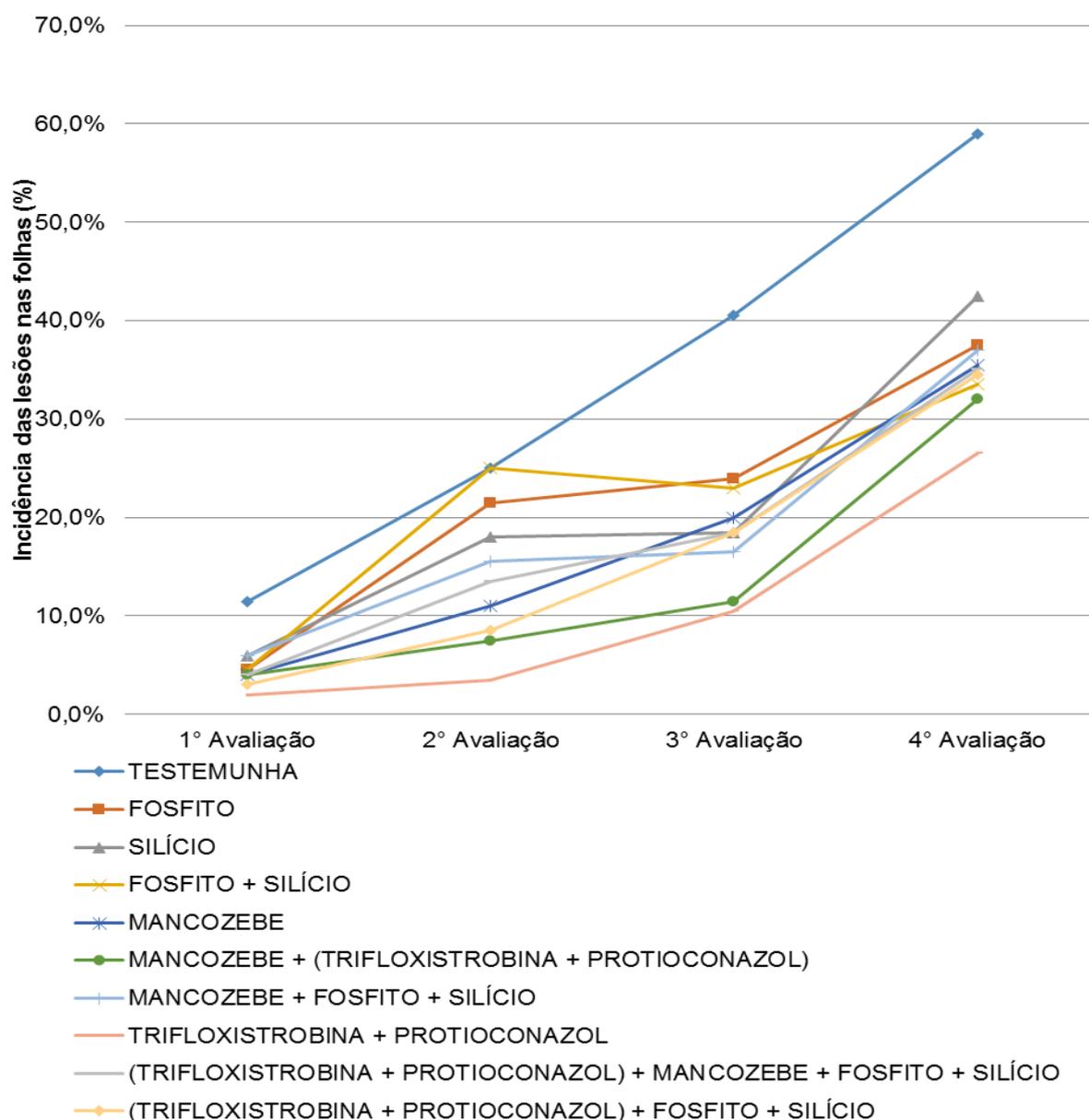


Figura 3. Produção Incidência de mancha alvo em soja, comparada em quatro avaliações durante o ciclo da cultura.

Meyer et al. (2013) disseram que a utilização de fungicidas deve ser feita a partir de 15% de severidade e incidência da doença. Nota-se então que a testemunha sem

efeito de nenhum produto apresentou valores elevados a partir da primeira avaliação. Ressalta-se que os tratamentos com os indutores de resistência tanto individual quanto associado ao fungicida protetivo mantiveram índices abaixo do citado por Meyer et al. (2013) em R1 da cultura (1º avaliação e primeira aplicação de fungicida).

Na segunda avaliação houve diferença significativamente ($P < 0,05$) entre os tratamentos, destacando o tratamento 8 trifloxistrobina + protioconazol (3,5%), o tratamento 6 trifloxistrobina + protioconazol + mancozebe (7,5%) e o tratamento 10 trifloxistrobina + protioconazol + fosfito + silício (8,5%) com os menores índices de incidência da doença. Nota-se a presença do fungicida sistêmico nos três tratamentos, comprovando a eficiência do mesmo. Os resultados com os indutores analisados de maneira individual e combinados entre si não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$), durante a segunda avaliação, em relação à testemunha. O tratamento a base de fosfito (21,5%), fosfito + silício (21,5%) e a testemunha (25%) tiveram os piores resultados na segunda avaliação no que se diz respeito a controle da doença mancha alvo (Figura 2).

A pouca incidência da doença entre a primeira e a segunda avaliação nos tratamentos 8 trifloxistrobina + protioconazol, tratamento 6 trifloxistrobina + protioconazol + mancozebe e 10 trifloxistrobina + protioconazol + fosfito + silício, comprova que os fungicidas sistêmicos efetuam resultados significantes de controle de doenças. Segundo Tsumanuma (2009) os fungicidas a base de estrobirulina possuem efeito preventivo e não curativo na planta por serem de ação translaminar ou sistêmico. Já segundo Silva et al. (2005) o efeito residual de um fungicida sistêmico varia de 14 a 20 dias, o que podasse notar neste experimento.

O salto de incidência da doença da primeira avaliação para a segunda pode se dar devido ao clima da região, com excesso de chuvas e temperaturas elevadas em grande parte do dia (Figura 1). Segundo Henning et al. (2005) o fungo *Corynespora cassicola*, causador da mancha alvo, pode ser encontrado em restos culturais e infectar várias espécies de plantas diferentes. Já para Yorinori, Yuyama e Siqueri (2009) o excesso de umidade e as altas temperaturas acarretam o surgimento da doença, e a mesma pode aparecer em diferentes fases do ciclo da cultura de soja, principalmente a partir do florescimento. O microclima formado pelo excesso de umidade e altas temperatura, em conjunto com as linhas da cultura já fechada é um ambiente favorável para propagação da mancha alvo.

Rodrigues (2009) afirmou que excesso de umidade na fase final do ciclo da planta ocasiona o aumento da incidência da doença principalmente em áreas onde já existe a

presença do patógeno. Nesse caso por ser uma área onde é feita somente a sucessão de soja e milho, há presença do patógeno é certa, facilitando o aparecimento da doença, como se pode notar durante o experimento.

A terceira avaliação que aconteceu com a planta em estágio R4, houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre a testemunha (40,5%), sendo essa a com piores resultados e os demais tratamentos (Figura 3). Pode-se observar grande redução de incidência de doença das parcelas tratadas em relação à parcela sem tratamento (testemunha), mas nenhum tratamento impediu o progresso da doença.

A última avaliação, com a planta já em R5.5 apresentou o tratamento 8 trifloxistrobina + protioconazol (26,5%) com os melhores resultados em relação a testemunha (59%) e ao tratamento a base de silício (42,5%). Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) em relação aos demais tratamentos (Figura 3).

Um ponto importante a destacar é que o tratamento 4 com os indutores fosfito e silício associados, obtivendo o menor progresso da doença entre a terceira e a quarta avaliação, com um avanço de somente 10,5%. Se comparado com o tratamento 8 trifloxistrobina + protioconazol que foi o que ao final das quatro avaliações obteve o menor índice de incidência apresentado, o avanço entre as duas últimas avaliações foi de 16% (Figura 3).

Para Bonaldo, Pascholati e Romeiro (2010) a indução de resistência aciona mecanismos latentes na planta após houver ataque do patógeno, tendo assim a resistência induzida. Esse fato pode explicar o porquê do grande avanço da doença entre as duas primeiras avaliações (21,5%) e o pequeno avanço entre as três últimas avaliações (10,5%), uma vez que a planta certamente ativou os mecanismos de defesa após ser atacada pelo patógeno e conseguiu de certa maneira diminuir o ataque do mesmo ao final do ciclo.

Nascimento et al. (2008) afirmam que os fosfitos auxiliam na formação de fitoalexinas que contribuem para o controle de fungos. Já para Carmona e Sautua (2002) o fosfito impede a penetração dos micélios na epiderme das folhas. Associado ao silício que segundo Rodrigues et al. (2011) tem a função de enrijecer a parede celular das folhas, os indutores de resistência formam um controle de doenças eficiente, e que durante o experimento ficou atrás em somente dos tratamentos 8 trifloxistrobina + protioconazol e o tratamento 6 trifloxistrobina + protioconazol + mancozebe.

Analisados os resultados pode se afirmar que o tratamento 8 a base de trifloxistrobina + protioconazol foi o que melhor controlou a doença mancha alva. Os

indutores fosfito e silício associados entre si obtiveram resultados significativos e surgem como um método que pode ser utilizado no controle da doença, assim como a utilização do mancozebe principalmente se for de maneira associada ao fungicida sistêmico, protegendo a molécula do mesmo.

Zuntini (2014) obteve resultados semelhantes para controle de míldio em soja no que se diz respeito à adição de mancozebe a algum fungicida sistêmico. No caso a adição do fungicida protetivo potencializou o efeito do fungicida sistêmico, obtendo melhores resultados quando aplicado de maneira associada.

Atualmente utiliza-se o mancozebe associado aos fungicidas sistêmicos, principalmente as Carboximidas, Triazóis e Estrobirulinas, como uma forma de conservar as moléculas químicas já existentes. Devido ao mal-uso a resistência de fungos já é uma realidade, então utilizar mecanismos como o fungicida protetivo associado ao sistêmico e até a indução de resistência ajudam a encontrar novas alternativas de controle de doenças seguramente confiáveis e em muitos casos de maneira até mais econômica, sendo viável aos produtores e ajudando também na preservação dos fungicidas sistêmicos que ainda possuem efeito de controle considerável no mercado.

Garcés-Fiallos e Forcelini (2013) afirmam que associar os multissítios que é o caso do mancozebe aos fungicidas sistêmicos podem aumentar a eficiência de controle de ferrugem asiática em soja. Segundo Franzener et al. (2003) produtores estão optando por métodos de controle diferentes, como a indução de mecanismos da planta, comprovando assim o dito acima.

Outras variáveis analisadas foram produtividade, altura de planta, umidade de colheita, PMS (peso de mil sementes), número de vagens e número de grãos por vagem, onde se notou alguns resultados interessantes (Tabelas 3, 4 e 5).

No caso da produtividade, altura de plantas, umidade de colheita e número de vagens não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre todos os tratamentos. Já para o PMS houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre os tratamentos 5 e 6 (173,57 g) e (171,27 g) respectivamente, dos demais tratamentos, sendo esses os tratamentos com melhores resultados. Já os tratamentos 1 (147,53 g), 4 (151,27 g), 8 (152,63) e 9 (146,47) obtiveram os piores índices de umidade na colheita (Tabela 4).

Costa (2013) obteve resultados em relação ao número de vagens por planta de soja, avaliando diferentes populações e diferentes variedades plantadas. No experimento realizado a média de vagens por planta variou de 33 a 79 vagens por planta. Já durante

o trabalho a média variou entre 44 e 51 vagens por planta, estando assim entre a média apresentada pelo trabalho conforme Tabela 3 abaixo.

Segundo a Embrapa (2005) a produtividade média de soja no Brasil é de cerca de 56 sc ha⁻¹. Comparando com os resultados obtidos, destaca-se para o tratamento 8 com 63,29 sc ha⁻¹, o tratamento 3 com 59,06 sc ha⁻¹ e o tratamento 4 com 57,57 sc.ha⁻¹, sendo esses superiores a média nacional.

Tabela 3. Altura da planta, produtividade de grãos e número de vagens por planta na cultura da soja submetida a aplicação de fungicidas e indutores de resistência. Guaira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	Altura da planta (cm)	Produtividade (sc ha ⁻¹)	Número de vagens por planta
Testemunha	90,37 ^a	50,18 ^a	44,75 ^a
Fosfito	96,37 ^a	55,56 ^a	49,50 ^a
Silício	101,22 ^a	59,06 ^a	50,25 ^a
Fosfito + Silício	100,75 ^a	57,57 ^a	47,75 ^a
Mancozebe	100,03 ^a	55,19 ^a	48,75 ^a
Mancozebe + (Trifloxistrobina + Protioconazol)	96,75 ^a	57,47 ^a	45,25 ^a
Mancozebe + Fosfito + Silício	94,50 ^a	52,16 ^a	47,00 ^a
Trifloxistrobina + Protioconazol	97,25 ^a	63,29 ^a	50,75 ^a
(Trifloxistrobina + Protioconazol) + Mancozebe + Fosfito + Silício	93,37 ^a	50,87 ^a	45,00 ^a
(Trifloxistrobina + Protioconazol) + Fosfito + Silício	96,33 ^a	52,13 ^a	46,50 ^a
Teste F	1,00 ^{ns}	1,25 ^{ns}	2,69 ^{ns}
CV (%)	5,73	13,35	5,66

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Um fator que pode explicar essa diferença de PMS é a umidade de colheita. Mesmo não havendo diferença significativa (P>0,05) entre a umidade de colheita nos tratamentos, verificou-se que os tratamentos 5 e 6 que obtiveram os maiores PMS foram também os que obtiveram os maiores índices de umidade de colheita. A utilização do

fungicida mancozebe pode explicar essa relação, uma vez que se interfere na produção de energia e protege a epiderme da folha, preservando-a por maior tempo, evitando também perda de água para o meio (Tabela 4).

Em geral, segundo Embrapa (2005) o ponto de colheita ideal para a cultura da soja varia de 13% a 15%. No caso do experimento os tratamentos 5 e 6 apresentaram umidades de (21,33%) e (19,5%) bem longe de ponto ideal. Com a soja ainda verde e com a presença de água, os pesos dos grãos acabam sendo maiores, explicando assim o maior PMS desses tratamentos em relação aos demais tratamentos (Tabela 4)

Tabela 4. Peso de mil sementes e teor de água nas sementes (umidade de colheita) da cultura da soja submetida a aplicações de fungicidas e indutores de resistência. Guaira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	Peso de mil sementes (g)	Teor de água nas sementes (%)
Testemunha	147,53 ^c	17,55 ^a
Fosfito	154,45 ^{bc}	16,67 ^a
Silício	155,45 ^{bc}	17,47 ^a
Fosfito + Silício	151,27 ^c	16,47 ^a
Mancozebe	173,57 ^a	21,33 ^a
Mancozebe + (Trifloxistrobina + Protioconazol)	171,27 ^{ab}	19,50 ^a
Mancozebe + Fosfito + Silício	154,30 ^{bc}	18,77 ^a
Trifloxistrobina + Protioconazol	152,63 ^c	17,93 ^a
(Trifloxistrobina + Protioconazol) + Mancozebe + Fosfito + Silício	146,47 ^c	17,67 ^a
(Trifloxistrobina + Protioconazol) + Fosfito + Silício	154,40 ^{bc}	16,65 ^a
Teste F	6,30**	1,39 ^{ns}
CV (%)	4,65	14,19

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A variável grãos por vagem não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre tratamentos para 1 grão e para 4 grãos. Já para a variável 2 grãos o tratamento 3 (13,25) foi o que obteve piores resultados, seguidos pelos tratamentos 1 (15), 2 (15), 4 (17,5) e 5

(18). Os tratamentos 10 (23,25) e 8 (22,75) foram os que obtiveram melhores resultados, mais não diferiram entre si dos tratamentos 4 (17,5), 5 (18), 6 (20,5), 7 (21) e 9 (20,75) de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5. Número de grãos por vagem em cada planta na cultura da soja submetida a aplicações de fungicidas e indutores de resistência. Guaira-SP, safra 2017/2018.

Tratamentos	Número de grãos por vagem				
	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5
Testemunha	3,75 ^a	15,00 ^{b c}	25,00 ^{b c d}	1,00 ^a	3,75 ^a
Fosfito	2,00 ^a	15,00 ^{b c}	31,50 ^{a b}	1,00 ^a	2,00 ^a
Silício	2,00 ^a	13,25 ^c	33,25 ^a	1,75 ^a	2,00 ^a
Fosfito + Silício	3,25 ^a	17,50 ^{a b c}	25,75 ^{a b c d}	1,25 ^a	3,25 ^a
Mancozebe	2,75 ^a	18,00 ^{a b c}	27,25 ^{a b c}	0,75 ^a	2,75 ^a
Mancozebe + (Trifloxistrobina + Protioconazol)	2,50 ^a	20,50 ^{a b}	21,25 ^{c d}	1,00 ^a	2,50 ^a
Mancozebe + Fosfito + Silício	2,00 ^a	21,00 ^{a b}	23,50 ^{b c d}	0,50 ^a	2,00 ^a
Trifloxistrobina + Protioconazol	2,25 ^a	22,75 ^a	24,50 ^{b c d}	1,25 ^a	2,25 ^a
(Trifloxistrobina + Protioconazol) + Mancozebe + Fosfito + Silício	1,75 ^a	20,75 ^{a b}	22,00 ^{c d}	0,50 ^a	1,75 ^a
(Trifloxistrobina + Protioconazol) + Fosfito + Silício	3,00 ^a	23,25 ^a	18,50 ^d	1,75 ^a	3,00 ^a
Teste F	1,46 ^{ns}	5,95 ^{**}	7,51 ^{**}	0,45 ^{ns}	1,46 ^{ns}
CV (%)	42,62	15,25	13,04	122,05	42,62

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A variável de 3 grãos por vagem também apresentou diferença estatisticamente ($P < 0,05$) entre os tratamentos, tendo o tratamento 3 (33,25), 2 (31,5), 5 (27,25) e 4 (25,75) com os melhores resultados, não diferenciando entre si, mas diferenciando dos demais tratamentos. O tratamento 10 (18,5) foi o que obteve os piores resultados entre a variável estudada, conforme a Tabela 5. Segundo Costa (2013) a média de grãos por vagem obtida foi próxima a 2,5 grãos por vagem.

No tratamento a base de silício pode-se notar também índices de produtividade elevados conforme a Tabela 3, o que pode ser explicado devido a quantidade de vagens com maiores números de grãos de acordo com a Tabela 5.

Outro ponto que se pode destacar é a quantidade de vagens com 3 grãos encontrada no tratamento com silício de maneira isolada, e acima da média encontrada no trabalho de Costa (2013). Pelo silício fazer parte da estruturação da planta e das células como afirma Lima Filho, Lima e Tsai (1999), pode-se ter uma relação entre vagens maiores e a composição estrutural que o silício proporciona na planta.

De maneira visual o tratamento com silício apresentou diferenças se comparado com os demais. A largura e a textura mais tenra da folha puderam ser notadas, além também da coloração mais intensa de verde. A diferença notada através da Figura 4 mostra uma folha do tratamento com silício de maneira isolada e da testemunha.

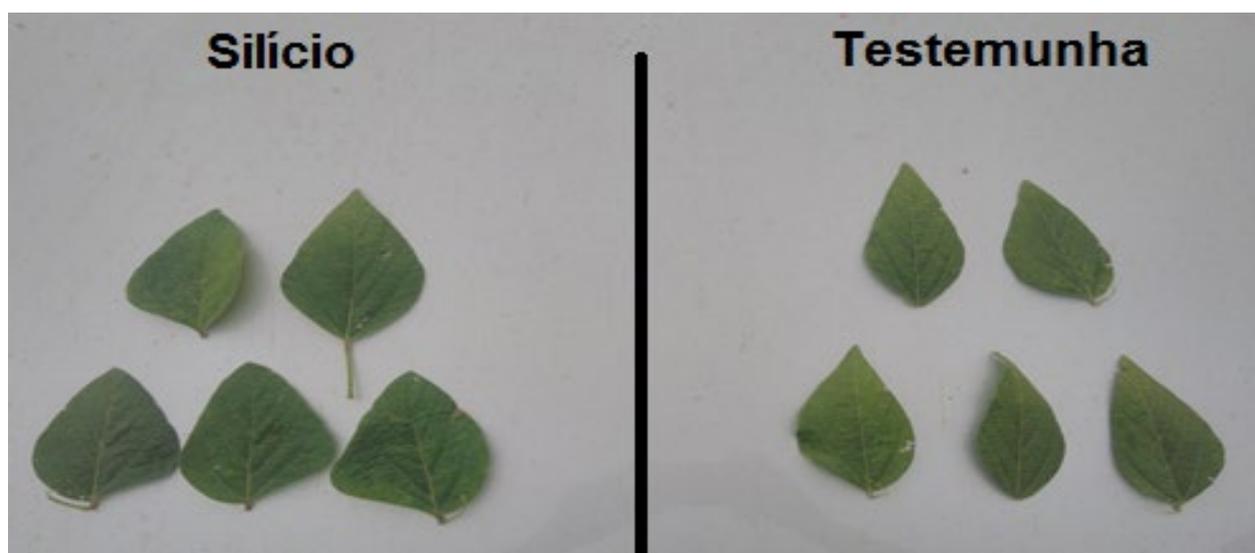


Figura 4. Do lado esquerdo folhas do tratamento a base de silício de maneira isolada e do lado direito folhas da testemunha.

Outra diferença visual foi notada na sanidade que o tratamento 4 fosfito + silício mostrou na parte de baixo da planta obtendo excelente sanidade da mesma, diferente da testemunha que apresentou lesões e injúrias na parte baixa conforme mostra a Figura 5.

A altura de planta não obteve diferença significativa ($P>0,05$) em relação a todos os tratamentos, inclusive os tratamentos com indutores de resistência. Mas mesmo não tendo diferença significativa pode se notar que as plantas onde houve a presença dos indutores silício e fosfito associados ou não foram plantas maiores que um metro de

altura. Lima Filho e Tsai (2007) obtiveram resultados interessantes comparando o uso do silício em trigo e aveia branca, notando um maior crescimento das plantas que foram expostas a aplicação de silício.

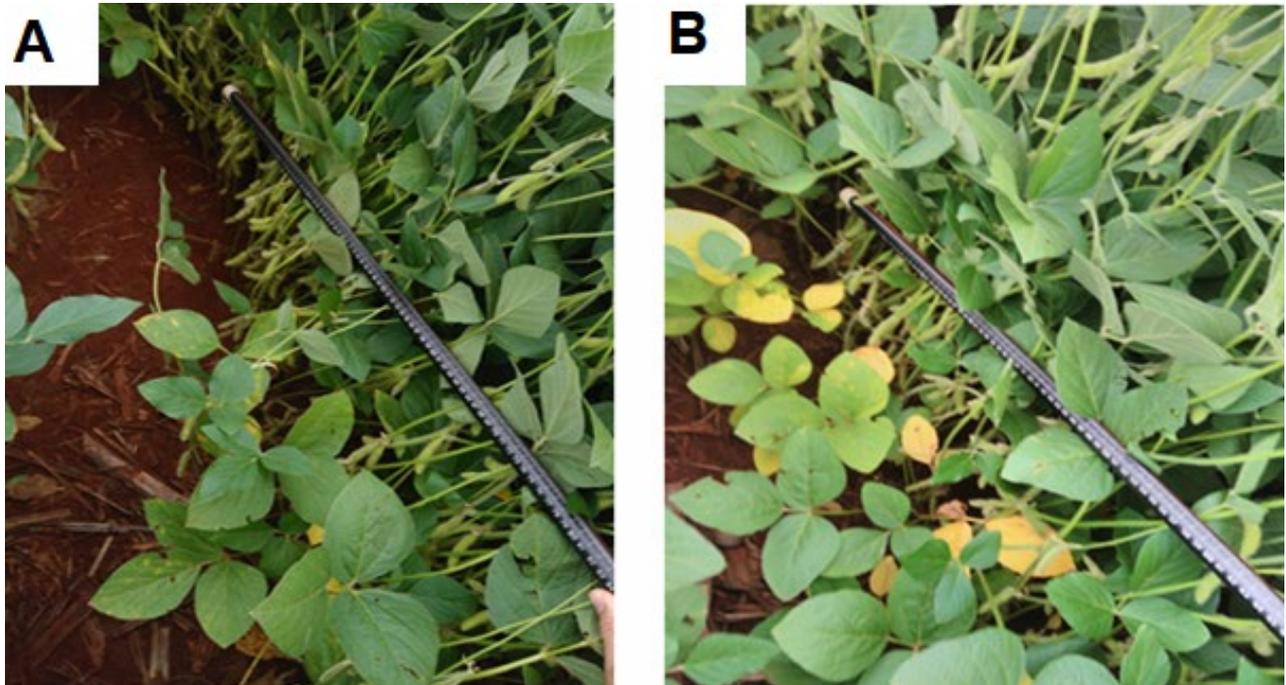


Figura 5. Parte de baixo das plantas de soja, ambas em estágio R4, tratadas com fosfito e silício (A) e testemunha (B).

A diferença visual mesmo não sendo estimada estatisticamente foi importante durante o trabalho, comprovando que a indução de resistência mantém a planta em ótimos estados visuais, não diferenciando das tratadas com fungicidas sistêmicos e protetivos.

A utilização da indução de resistência nesse caso não influenciou em nenhuma das variáveis apresentadas acima, o que é um ponto extremamente positivo, pois é um mecanismo diferente e que têm resultados relevantes comparados com o fungicida sistêmico e protetivo que são utilizadas em maiores quantidades.

CONCLUSÕES

O tratamento trifloxistrobina + proclonazol proporcionou o maior controle da mancha alva na cultura da soja. Os indutores de resistência fosfito e silício associado

entre si obtiveram resultados satisfatórios, sendo sugerido como alternativa de controle da mancha alvo.

O mancozebe associado ao trifloxistrobina + protioconazol resultou em adequado controle da doença, ficando atrás somente do tratamento trifloxistrobina + protioconazol de maneira isolada.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JUNIOR, W. **Agrostat** – Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Versão 1.0. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.

BASSO, P.; BONALDO, S. M.; RUFFATO, S. Avaliação de fungicidas no controle de antracnose e mancha alvo, e no rendimento da cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.14, n.3, p.191-199, 2015.

BONALDO, S. M., PASCHOLATI, S. F., ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência: noções básicas e perspectivas**. In: Cavalcanti, L.S. et al. eds. Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba: FEALQ, 2010. p.11-28.

CARMONA, M., SAUTUA, F. Os fosfitos no manejo de doenças nas culturas intensivas, Buenos Aires: **Revista Plantio Direto**, ed. 126, 19-22 p. 2002. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2012/02/Os-fosfitos-no-manejo-de-doen%C3%A7as-nas-culturas-extensivas.pdf>> Acesso em: 10 de outubro de 2017.

CARVALHO, E. A. **Indutores de resistência no manejo de ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrizi* Sydow & p. Sydow)**. 2010. 65 f. Tese (Pós Graduação) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

CIIAGRO, Centro integrado de informações agro meteorológicas. **Informações meteorológicas**. São Paulo, 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira grãos**. Safra 2016/17: Oitavo levantamento. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2017. 1-171 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_10_11_27_12_boletim_graos_agosto_2017.pdf> Acesso em: 09 set. 2017.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, Curitiba, v.23, p. 1-7, 2000. Disponível em: < http://portal.ftc.br/bioenergia/wp-content/uploads/2010/05/Artigo_3.pdf> Acesso em: 10 set. 2017.

COSTA, E. D. **Arranjo de plantas, características agrônômicas e produtividade de soja**. 2013. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências

Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu – SP, 2013.

EMBRAPA. **Eficiência de fungicidas multissítios e fertilizantes no controle de ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 14/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**, Londrina: Embrapa Soja, 2015.

EMBRAPA. **Tecnologia de Produção de Soja** – região central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005.

FRANZENER, G.; STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S. Atividade antifúngica e indução de resistência em trigo a *Bipolaris sorokiniana* por *Artemisia camphorata*. **Acta Scientiarum**, v.25, p.503-507, 2003.

GARCÉS-FIALLOS, F. R; FORCELINI, C. A. Controle comparativo da ferrugem asiática 408 da soja com fungicida triazol ou mistura de triazol + estrobilurina. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.4, p.805-815, 2013.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. (Embrapa Soja Documentos 256). Disponível em: < <https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/991687/manual-de-identificacao-de-doencas-de-soja> > Acesso em 20 de set. de 2018.

LIMA FILHO, O. F. de; LIMA M. T. G de; TSAI, S. M. O silício na agricultura. In: ENCARTE TÉCNICO, 87., 1999, Rio de Janeiro. **Informações Agronômicas**, Rio de Janeiro: POTAFOS, 1999. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/7D817D151EB3165883257B8D004C5C65/\\$FILE/Enc1-7-87.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/7D817D151EB3165883257B8D004C5C65/$FILE/Enc1-7-87.pdf)> Acesso em: 09 out. 2017.

LIMA FILHO, O. F.; TSAI, S. M. **Crescimento e produção do trigo e da aveia branca suplementados com silício**. 1.ed. Dourados: Embrapa, 2007. p. 38. (Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 41).

MEYER, M.; GODOY, C.; VENANCIO, W.; TERAMOTO, A. Manejo amplo. **Revista Cultivar**, Pelotas, n.165, p.03-07, 2013.

NASCIMENTO, A. R.; FERNANDES, P. M.; ROCHA, M. R.; SILVA, E. A. Fontes de fosfito e acibenzolar-s-metil no controle de doenças e produtividade do tomateiro. **Biosciences Journal**, Uberlândia, v.24, p.53-59, 2008.

OLIVEIRA, M.G.; PEREIRA, D.D.; MORAES DE CAMARGO, L.C.; ABI SAAB, O.J.G. Fosfito e silicato de potássio no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 10, n.1, p.60-65, 2015.

RIBEIRO JUNIOR, P. M. **Efeito do silicato e fosfito de potássio na indução de resistência em mudas de cacauero**. 2005. 87f. Dissertação de Pós Graduação – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

RODRIGUES, F.A.; OLIVEIRA, L.A.; KONDÖRFER, A.P.; KONDÖRFER, G.H., Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agrônomicas**, n.134, p.14-20, 2011. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/\\$FILE/Page14-20-134.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/$FILE/Page14-20-134.pdf)> Acesso em: 08 de junho de 2018.

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

SCHALLEMBERGER, E.F. **Avaliação da ação do fosfito na cultura da soja (*Glycine max* L.)**. 2014. 37 f. (Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2014.

SILVA, L.H.C.P.; CAMPOS, D.C.; SILVA, J.R.C.; NEVES, D.L. Ferrugem asiática em Goiás: Controle químico e hospedeiro alternativo. In: **WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA**, 1., 2005, Uberlândia. Coletânea, Uberlândia: EDUFU, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267802871_Controlde_Quimico_da_Ferrugem_Asiatica_Phakopsora_pachyrhizi_Sidow_na_cultura_da_soja> Acesso em: 18 de set. 2018.

SOARES, R.M.; GODOY, C.V.; OLIVEIRA, M.C.N. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.34, p.333-338, 2009.

TSUMANUMA, G.M. **Controle de ferrugem asiática e desempenho de duas cultivares de soja submetidas a diferentes fungicidas e épocas de aplicações**. 2009. 165 f. (Tese de Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

USDA - United States Department of Agriculture. **Department of Agriculture Foreign Agricultural Service**. 2017. Disponível em: <[https://www.fas.usda.gov/data/search?f\[0\]=field_commodities%3A27](https://www.fas.usda.gov/data/search?f[0]=field_commodities%3A27)>. Acesso em: 09 set. 2017.

YORINORI, J.T.; YUYAMA, M.M.; SIQUERI, F.V. **Doenças da soja**. Boletim de Pesquisa de Soja. Fundação MT, Rondonópolis, n.13, p.180-222, 2009.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, v.1, p.275-318, 1993. Disponível em: <<http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2360/1/BRT-resistenciaadoencasinduzidapelanutricaomineraldasplantas-Emcapa.pdf>> Acesso em: 09 set. 2017.

ZUNTINI, B. **Associação do Mancozebe com triazóis e estrobirulinas no controle de Míldio e da ferrugem asiática da soja**. 2014. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul – MS, 2014.