

Uso de diferentes adjuvantes na aplicação de fungicida na cultura da soja

Use of different adjuvants in the fungicide application in soybean culture

Uso de diferentes adyuvantes en la aplicacion de fungicidas en cultivos de soja

Recebido: 20/07/2021 | Revisado: 29/07/2021 | Aceito: 02/08/2021 | Publicado: 07/08/2021

Rafael Ferreira Galvão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5283-6390>
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil
E-mail: rafaelgalvao.agro@outlook.com

Martios Ecco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8885-4347>
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil
E-mail: martios_ecco@outlook.com

Rafaela Cristina Riffel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6836-9099>
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil
E-mail: rafaela_riffel@hotmail.com

André Prechlak Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2492-8677>
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil
E-mail: andre.prechlak@pucpr.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar possíveis sintomas de fitotoxidez, volume da deposição de gotas da calda de pulverização nas folhas de diferentes posições do dossel da planta, consequentemente, possíveis eficiência de controle de determinado(s) patógeno(s), e por fim, a interferência da fitotoxidez ou eficiência de controle do(s) patógenos, e sob os componentes de produção da cultura da soja. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 7 tratamentos e 4 repetições, os quais se constituem por T1 Controle, sem uso de adjuvante; T2 Fungicida + Óleo mineral alifáticos; T3 Fungicida + Óleo vegetal Ésteres; T4 Fungicida + Óleo vegetal de laranja; T5 Fungicida + Óleo mineral parafínicos; T6 Fungicida + Ácido fúlvico; T7 Fungicida + Óleo vegetal caseiro. Foram avaliados o volume de calda em diferentes posições do dossel da planta, fitotoxidez, incidência de antracnose e mancha alvo e os componentes de produtividade da soja. Coletados os dados, as médias foram submetidas a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e, posteriormente submetidas a comparação de médias pelo teste de tukey pelo software Sisvar. Não foi observado diferença estatística para os parâmetros avaliados, não havendo aumento de fitotoxidez por uso de determinado adjuvante, sendo todos eficientes no auxílio para controle das doenças avaliadas. Portanto, o uso de um adjuvante mais econômico como o óleo de soja caseiro, pode ser a melhor alternativa para o produtor, obtendo satisfatório auxílio ao fungicida.

Palavras-chave: *Glycine max* L.; Fitotoxidez; Doenças; Produtividade.

Abstract

This work aimed to evaluate possible symptoms of phytotoxicity, volume of spray droplet deposition on leaves from different positions of plant canopy, consequently, possible control of certain pathogen(s) efficiencies and finally, the interference of the phytotoxicity or control efficiency of the pathogen(s), on the production components of soybean culture. The experimental design used was a randomized blocks, with 7 treatments and 4 repetitions, which are constituted by T1 control, without the use of adjuvant; T2 Fungicide + aliphatic mineral oil; T3 Fungicide + Vegetable Oil Esters; T4 Fungicide + Orange vegetable oil; T5 Fungicide + Paraffinic mineral oil; T6 Fungicide + Fulvic acid; T7 Fungicide + Homeuse vegetable oil. The volume of spray in different positions of plant canopy, phytotoxicity, anthracnose and target spot incidence and soybean yield components were evaluated. After collecting data, the means were submitted to variance analysis by the F test at 5% probability and, afterwards, to comparison of means by Tukey test using Sisvar software. No statistical difference was observed for the evaluated parameters, with no increase in phytotoxins due the use of a certain adjuvant, thus all being efficient in helping in the control of the evaluated diseases. Therefore, the use of a more economical adjuvant such as homeuse soybean oil may be the best alternative for the producer, obtaining satisfactory aid to the fungicide.

Keywords: *Glycine max* L.; Phytotoxicity; Disease; Productivity.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar posibles síntomas de fitotoxicidad, volumen de depósito de gotas de aspersión en hojas desde diferentes posiciones del dosel de la planta, consecuentemente, posibles eficiencias de control de ciertos patógenos, y finalmente, la posible interferencia de la fitotoxicidad o eficiencia de control de el patógeno(s), y

bajo los componentes de producción del cultivo de soja. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con 7 tratamientos y 4 repeticiones, los cuales están constituidos por T1 control, sin el uso de adyuvante; T2 Fungicida + aceite mineral alifático; T3 Fungicida + Ésteres de aceites vegetales; T4 Fungicida + Aceite vegetal de naranja; T5 Fungicida + Aceite mineral parafínico; T6 Fungicida + Ácido fúlvico; T7 Fungicida + Aceite vegetal uso casero. Se evaluó el volumen de caldo de aspersión en diferentes posiciones del dosel de la planta, fitotoxicidad, incidencia de antracnosis y mancha de *Corynespora* y componentes de rendimiento de soja. Recogió los datos, las medias fueron sometidas a análisis de varianza por la prueba F al 5% de probabilidad y, posteriormente, se sometió la comparación de medias por la prueba de Tukey por el software Sisvar. No se observó diferencia estadística para los parámetros evaluados, sin aumento de fitotoxinas debido al uso de un determinado adyuvante, siendo todos eficientes para ayudar a controlar las enfermedades evaluadas. Por tanto, el uso de un adyuvante más económico como el aceite de soja uso casero puede ser la mejor alternativa para el productor, obteniendo una ayuda satisfactoria al fungicida.

Palabras clave: *Glycine max* L.; Fitotoxicidad; Enfermedades; Productividad.

1. Introdução

A cultura da soja é a que mais cresce em área de cultivo no Brasil, tendo na safra de 2020/21 um aumento de 4,1%, contendo uma representatividade na produção de 135.540,3 mil toneladas, aumento de 8,6% em relação ao período anterior. Os bons resultados da safra anterior motivaram agricultores a investir em novas áreas, prática que deverá se intensificar nos próximos anos (Conab, 2021).

Um dos problemas enfrentados pelos produtores desta oleaginosa é a ocorrência de perdas de produção em suas lavouras por incidência e severidade de patógenos de etiologia variada. Apenas no Brasil, existem 34 doenças incidentes nesta cultura, sendo 21 causado por fungos, 5 por vírus, 8 devido a nematoides e bactérias. As perdas podem superar a 20% da produção nacional, que em números, remete a 4 milhões de toneladas por ano, levando em conta somente doenças de final de ciclo (Henning et al., 2014).

O controle destas doenças, se observado a existência de fatores ambientais e climáticos que podem favorecer sua proliferação, deve ser feito de forma preventiva, visto que após a infestação, já haverá os danos a cultura, e o controle curativo terá menor eficiência, pois o patógeno já estará instalado na cultura (Pelin et al., 2020). Entretanto, há necessidade de uma atenção maior para com o uso dos adjuvantes, substâncias adicionadas à formulação da calda de pulverização, com o intuito de aumentar ou assegurar a eficiência do ingrediente ativo (i.a.), capazes até mesmo de modificar as propriedades da solução, melhorando a aderência sobre a superfície foliar e aumentando a absorção, de modo a proporcionar um maior desempenho durante os trabalhos de aplicação (Cunha; Peres, 2010).

Em sua maioria, os adjuvantes são surfactantes, estes responsáveis por reduzir a tensão superficial da calda, promovendo melhorias no molhamento, na aderência, no espalhamento, na redução de espuma, na dispersão da calda de pulverização, reduzindo o risco de deriva e pH (Cunha et al., 2010b). Podem também afetar parâmetros ligados ao espectro de gota, como; diâmetro mediano volumétrico, percentual de volume de gotas e a amplitude relativa (Cunha et al., 2010a).

As plantas possuem em suas folhas uma superfície hidrofóbica, responsável por repelir a água, o que impede a aderência das soluções da pulverização. Para contornar esta situação, o uso de adjuvantes, reduzem a tensão superficial da folha, tendo como característica o espalhamento da calda na superfície hidrofóbica, e aumento da penetração do defensivo agrícola no alvo (Alves et al., 2017).

A velocidade com que os defensivos agrícolas são absorvidos depende das características encontradas nos i.a. aplicados, somados a constituição da epiderme das folhas durante a aplicação. Na aplicação um produto químico se depara com uma fina película superficial nas plantas vasculares, formado pela cutícula e a cera, composta de lipídios solúveis e polímeros. Esta película atua como meio de proteção dos tecidos vivos das plantas contra a perda de água, mas constitui-se também em uma barreira para a absorção de produtos químicos aplicados via foliar (Alves et al., 2014).

Os adjuvantes a base de óleo mineral ou vegetal, ajudam na absorção do i.a., dissolvendo parte da cera, facilitando a entrada do produto por difusão no interior da superfície foliar, chegando aos espaços intercelulares, podendo atingir o xilema e

o floema. Doses acima do recomendado e em condições de intensa luminosidade podem provocar o efeito de fitointoxicação, gerando danos temporários à cera que protege a folha, prejudicando assim o funcionamento celular, efeito de fitointoxicação, gerando danos temporários à cera que protege a folha, prejudicando assim o funcionamento celular (Decaro, 2019).

Um dos principais fatores de potencialização da fitotoxidez são as condições climáticas, estas que interferem também na aplicação, sendo as condições ideais para este processo as temperaturas abaixo de 30°C, umidade do ar acima de 50% e vento entre 3 e 10 km h⁻¹, condições de temperatura acima e umidade abaixo destes valores, geram condições de estresse na planta e ainda leva a volatilização do produto, já para o vento, os valores acima geram a perda de calda por deriva (Eppo, 2014).

Para minimizar a fitotoxidez, pode ser utilizado os óleos vegetais ou minerais, pois estes agem dissolvendo a gordura da cutícula e membrana celular eliminando barreiras que diminuem a absorção, provocam extravasamento do conteúdo presente na célula, ajudando na adesão do produto e potencializando a absorção dos i.a (Petter et al., 2013).

Devido ao baixo custo e a ampla disponibilidade, tem-se usado diversos tipos de óleos, como de aroeira pimenteira que de acordo com Bigaton et al. (2013) pode apresentar ação fungitóxica direta, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos, e pela capacidade de induzir o acúmulo de fitoalexinas. Já o óleo de soja refinado apresenta maior crescimento de uso no Brasil, além da eminente busca de produtos de fontes renováveis sem impactos ao meio ambiente (Gonçalves, 2013), para uso como adjuvante junto a aplicação de fungicidas químicos. Há vários produtos comerciais no mercado brasileiro constituídos basicamente por esta oleaginosa, entretanto, possui alto valor comercial agregado, encarecendo os custos de aplicação pelo produtor rural.

O ácido fúlvico é uma alternativa de interesse econômico (Borcioni et al., 2016) atuando também como bioestimulante, já que este apresenta a capacidade de produzir compostos carbonáticos, e possuem cargas negativas que auxiliam na aderência da superfície foliar, além de facilitar a absorção através da cutícula (Antunes et al., 2015; Xu et al., 2011).

Baseado no levantamento abordado da importância do uso dos adjuvantes e as diferentes alternativas de produtos, este trabalho teve como objetivo avaliar os possíveis sintomas de fitotoxidez e a deposição de gotas proporcionado pelo uso de diferentes adjuvantes em mistura com fungicida na calda de aplicação, assim como a distribuição das gotas de pulverização e, conseqüentemente, possíveis eficiências de controle de determinado(s) patógeno(s) e por fim, avaliar a possível interferência da fitotoxidez ou eficiência de controle do(s) patógenos, sob os componentes de produção da cultura da soja.

2. Metodologia

O presente trabalho foi realizado em propriedade particular, no município de Iracema do Oeste – PR, localizado entre as coordenadas geográficas 24°23'30'' S e 53°21'40'' W, com altitude média de 400 m. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é caracterizado como sendo subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estações secas e com poucas geadas (Caviglione et al., 2000), onde o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico típico, textura argilosa (Embrapa, 2013).

O experimento situou-se em uma área com cultivo anterior a cultura do milho, sendo adotado o sistema de semeadura direta no local. As amostras de solo foram coletadas utilizando um trado modelo holandês em profundidade de 0 a 20 cm, executando 10 pontos de amostragem simples, para formar uma amostra composta e, assim levada ao laboratório para determinação dos teores de macro nutrientes para avaliação da necessidade de calagem e adubação, conforme metodologia de Lana et al. (2016), obtendo os seguintes resultados na camada avaliada: pH (CaCl₂) 4,60; 8,36 cmol_c dm⁻³ de H⁺ + Al³⁺; 3,68 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 1,34 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0,26 cmol_c dm⁻³ de K⁺; 13,34 cmol_c dm⁻³ de capacidade de troca de cátions (T); e 37,71% de saturação por bases (V%).

Antes da implantação do experimento foi realizado uma dessecação das daninhas presentes na área experimental, sendo aplicados 2,1 L ha⁻¹ de glifosato e 0,45 L ha⁻¹ de cletodim juntos no volume de calda total, de acordo com recomendação do fabricante. As plantas que apresentaram resistência aos herbicidas foram removidas manualmente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com 7 tratamentos e 4 blocos, totalizando 28 parcelas experimentais. A área de cada parcela foi de 4,05 m x 5,0 m, sendo 20,25 m² constituída de 9 linhas espaçadas a 0,45 m (12 sementes m⁻¹).

A semeadura da cultura da soja foi realizada na primeira quinzena do mês de outubro de 2020, com o cultivar Bayer 2606 IPRO que possui um ciclo entre 116 a 118 dias, apresentando tolerância a ferrugem asiática e resistências de boa a moderada a outras doenças.

A semeadora-adubadora utilizada é da marca METASA com 9 linhas de espaçamento de 0,45 m e, a adubação realizada foi do Fertilizante da Yara na formulação 04-24-16 (NPK) aplicando 310 kg ha⁻¹ conforme a análise de solo, juntamente a semeadura.

Os 7 tratamentos consistiram na aplicação de diferentes adjuvantes juntamente com a aplicação de fungicida sistêmico de forma preventiva nos estádios R1 e R5 da cultura, seguindo de forma similar ao trabalho realizado por Nascimento et al. (2012). O fungicida aplicado é composto pelo i.a. Trifloxistrobina + Protiocanazole registrado para a cultura da soja na dose de 0,4 L ha⁻¹, na qual a recomendação de mistura para aplicação conforme fabricante deve-se utilizar o óleo vegetal a base de soja nome comercial Áureo®.

Os tratamentos (adjuvantes) foram designados como: Testemunha, onde não foi aplicado nenhum produto juntamente com o fungicida; Óleo mineral do grupo químico hidrocarbonetos alifáticos (OMA), com dosagem de 0,5 L para cada 100 L de água ou 0,5% da calda de pulverização; Óleo vegetal de soja do grupo químico Ésteres de ácidos graxos (OVE), com dosagem de 0,25% da calda de pulverização; Óleo vegetal de casca de laranja (OVL) com dosagem de 1 mL cada 1 L de calda; Óleo mineral de mistura de hidrocarbonetos parafínicos (OMP), ciclo parafínicos e aromáticos saturados e insaturados provenientes da destilação do petróleo, recomendado a 1% do volume de calda; Ácido fúlvico (AF), material orgânico extraído de turfas a 0,5% do volume de calda e Óleo vegetal de soja caseiro (OVC) a 2,5% do volume de calda extraído mecanicamente na própria propriedade.

O óleo vegetal de soja caseiro utilizado neste trabalho foi obtido pelo processo mecânico de extração por uma prensa que esmaga o grão de soja com alta pressão, obtendo assim uma massa aquecida a uma temperatura de até 140°C, ocorrendo à separação do óleo da massa, necessitando apenas de sua decantação para a retirada de impurezas maiores, e por fim sua filtragem. Para utilização deste como adjuvante, foi adicionado nonolfenoxi poli (etilenoxi) etanol antes do uso, sendo assim foi adicionado o produto pronto no recipiente com o fungicida.

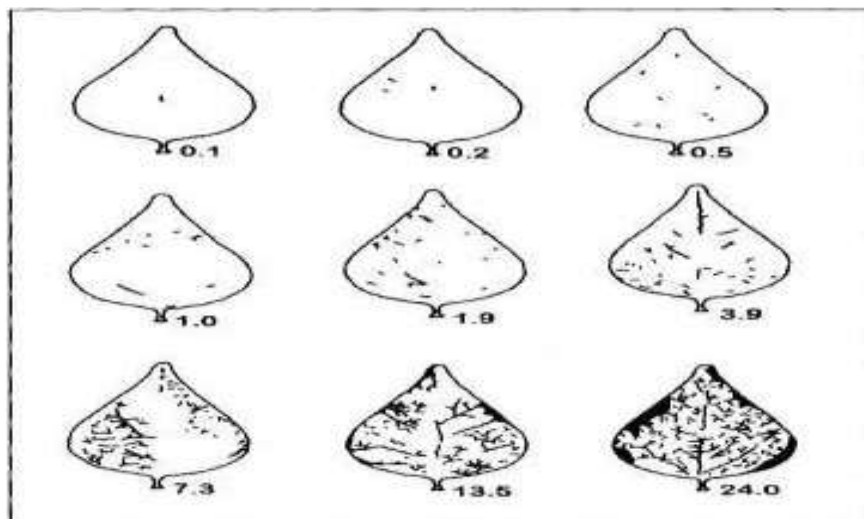
As aplicações dos tratamentos ocorreram quando a cultura se apresentava no estádio R1 e a segunda aplicação ocorreu no estádio R5, a fim de realizar o controle preventivo das doenças, sendo elas; Antracnose (*Colletotrichum truncatum*), Crestamento foliar de Cercospora e mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*), Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* e *P. meibomiae*), Mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*), Mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), Míldio (*Peronospora manshurica*) e Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), minimizando os danos a cultura e custos de produção.

As aplicações foram realizadas com auxílio de um pulverizador costal de CO₂ de vazão constante, com pressão regulada para aplicação de 350 kPa, e volume de calda de 150 L ha⁻¹.

Foi realizado o monitoramento das doenças que atingiram a cultura, sendo identificada Antracnose (*Colletotrichum truncatum*), e Mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), onde para determinação de severidade foi utilizado à escala diagramática de Antracnose, vide Figura 1. Já para a mancha alvo foi utilizado à escala diagramática mancha-alvo (Figura 2), ambas de Soares et al. (2009). Foi realizado o monitoramento da ocorrência de pragas e o controle de percevejos aplicando o inseticida

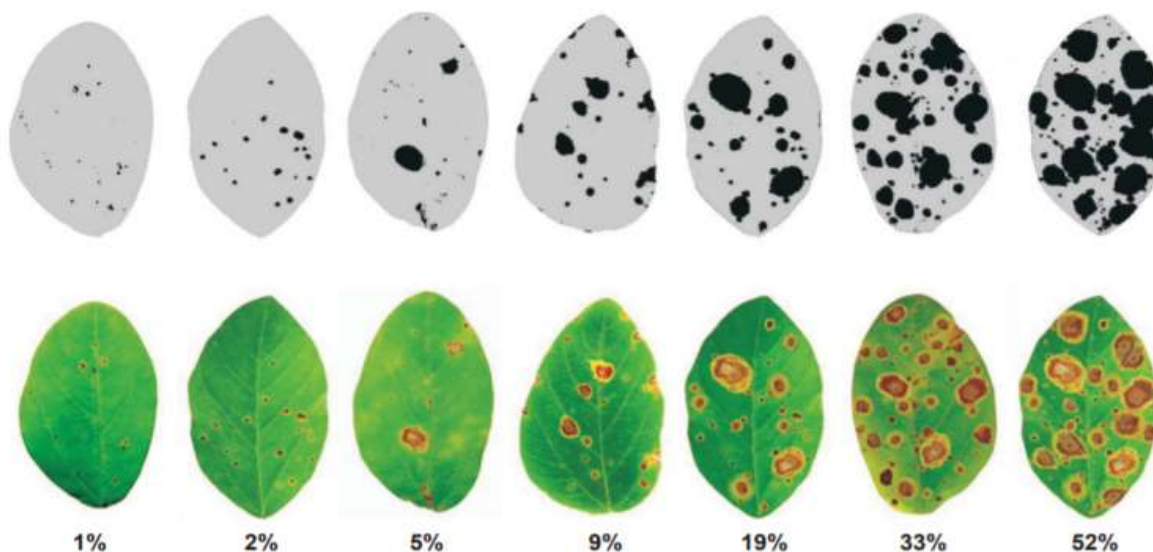
contendo os i.a tiametoxam e lambda-cialotrina, na dose de 200 mL ha⁻¹ com o volume de calda de 150 L ha⁻¹ e bico leque modelo XR, TeeJet®, do tipo 11002 (XR11002) durante o período da manhã e tarde.

Figura 1. Escala diagramática para antracnose do feijoeiro.



Fonte: Adaptada de Soares et al. (2009).

Figura 2. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja.



Fonte: Adaptado de Soares et al. (2009).

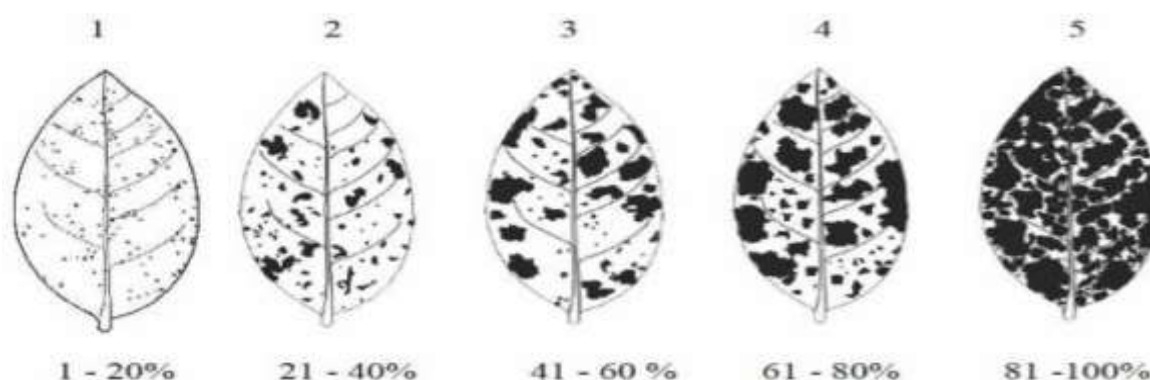
Para a análise de volume de calda, foi utilizado a técnica de quantificação de depósitos de agrotóxicos, em que é a adição de traçadores à calda de pulverização, as quais tiveram suas concentrações medidas por análises espectrométrica, com comprimento de onda entre 160 e 3000 nm. O traçador utilizado foi com a coloração azul, chamado azul brilhante, este com ação neutra, não interferindo nos i.a utilizados, ou seja, não são absorvidos, não mudam as características físicas e químicas da calda, sendo facilmente removidos do tecido foliar, onde devem ser sensíveis as detecções, alta solubilidade, e uma boa estabilidade.

Foi utilizado uma dosagem de 10 mL de corante a cada 2 L de água, após a aplicação foi recolhido um trifólio das folhas superiores, médias e inferiores, onde foi dissolvido o corante retido na folha em 100 mL de água, a partir do qual foi

analisado no espectrômetro, com os valores de absorvância obtidos é realizado os cálculos para chegar ao volume de calda. Sabendo a quantidade de corante adicionado (10 mL), foi multiplicado pelo valor de absorvância lido de um dos trifólios de cada terço da planta, o resultado foi dividido pela absorvância obtida na leitura da concentração do corante no volume total de calda utilizado. Com o valor obtido neste cálculo foi multiplicado por 2000 mL, e dividido pelos 10 mL que representa o corante, sendo assim obtido o valor do volume de calda que atingiu cada terço da planta em ml (Palladini, 2000).

Nas avaliações de fitotoxidez (Figura 3) foi utilizada escala diagramática para identificação e quantificação de sintomas na cultura da soja, sendo atribuídas diferentes notas para cada um trifólio da planta analisada, escolhidos aleatoriamente. A partir das notas, foi realizado a análise de fitotoxidez com 7 dias após cada aplicação (DAA) do fungicida (Figura 3) (Reis et al., 2010).

Figura 3. Escala diagramática para identificação e quantificação de sintomas de fitotoxidez na soja.



Fonte: Adaptado de Reis et al. (2010).

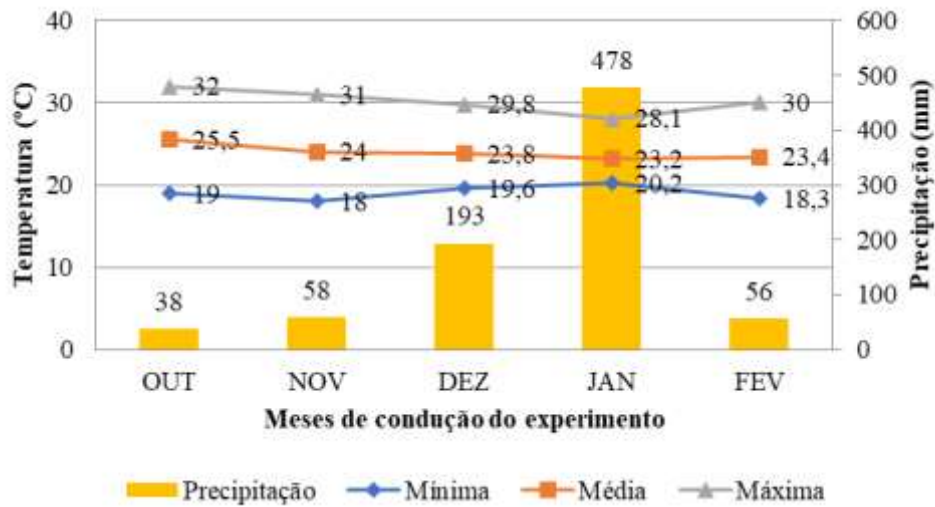
Após a maturação da cultura da soja, foram colhidas manualmente as três linhas centrais, totalizando 2,70 m² para a análise de produtividade, descartando as bordaduras da parcela experimental. Foram também coletadas aleatoriamente 6 plantas das fileiras centrais para análise das demais variáveis, sendo avaliado número de vagens por planta (NV) contando uma a uma de cada planta coletada, massa de mil grãos (MMG) determinada de acordo com a Regra de análise de sementes (Brasil, 2009), espessura do colmo (EC) medida com auxílio de uma paquímetro, Número de Hastes (NH) contadas unitariamente por planta, altura de plantas (AP) medida através de uma trena e pôr fim a produtividade (PD) (kg ha⁻¹) adquirida pela debulha da área colhida, posteriormente a retirada da palhada, deixando apenas o grão para a realização da pesagem, e assim, utilizando uma regra de três, onde 2,70 m² estava para o peso de cada parcela e 10.000 m² equivalente a 1 ha, estava para X, obtendo assim, a determinação da produtividade em kg ha⁻¹.

Os dados morfológicos e de produção da cultura, assim como de fitotoxidez e controle de doenças, além de deposição de calda, foram tabulados e submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância pelo teste F, e as médias qualitativas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR 5.6 - Sistema para análise de variância (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

As condições experimentais da safra 2020/21 (Figura 4) no início de desenvolvimento da cultura da soja entre os estádios VE a V8, apresentaram problemas com déficit hídrico, ocasionando uma má germinação e consequentemente emergência, onde de 12 sementes por metro, apenas 8,5 germinaram. Além do atraso na emergência, também houve estresse térmico durante o início de seu desenvolvimento que resultou no abortamento de vagens.

Figura 4. Registros de precipitação e temperaturas da safra de soja localizada em Iracema do Oeste PR – safra 2020/21.



Fonte: Autores.

Após este período, observou-se uma melhora nas condições climáticas, levando as plantas a um melhor desenvolvimento. Porém, entre os meses de dezembro a janeiro ocorreram alta precipitação (Figura 1), favorecendo o aparecimento de doenças de final de ciclo, onde a umidade relativa variou entre 75 e 80% e, temperatura em média de 28,1 °C (Figura 2) prejudicando a qualidade dos grãos antes da colheita.

As análises de doenças ocorreram no estágio R5, as quais foram detectadas Mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*) e Antracnose (*Colletotrichum truncatum*) (Tabela 1). Os resultados obtidos para Mancha-alvo não indicaram diferença significativa entre os tratamentos avaliados, mesmo o (OMP) apresentando uma incidência com menos da metade dos maiores valores constatados (Tabela 1).

Tabela 1. Médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV), para análise de incidência das doenças Antracnose, Mancha-alvo e fitotoxidez em função do tratamento de diferentes adjuvantes na aplicação de fungicida na cultura da soja localizada em Iracema do Oeste - PR – safra 2020/21.

Tratamentos	Antracnose	Mancha-alvo	Fitotoxidez
Adjuvantes	%	%	%
Testemunha	0,38	15,50	5,25
Óleo mineral alifático	0,45	20,00	15,75
Óleo vegetal éster	0,33	26,00	10,50
Óleo de laranja	0,43	26,00	10,50
Óleo mineral parafínico	0,18	11,50	10,50
Ácido fúlvico	0,53	20,00	0,00
Óleo de soja	0,28	14,00	5,25
Média geral	0,36	19,00	8,25
Valor de F	0,75 ^{ns}	2,50 ^{ns}	1,00 ^{ns}
CV (%)	74,08	37,76	124,21
DMS	0,63	16,77	23,95

Nota: ^{ns}: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ^{*}: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.
Fonte: Autores.

Assim como na mancha alvo, na avaliação de incidência da antracnose também não apresentou diferença significativa (Tabela 1), observando novamente que o (OMP) com valores inferiores que o dobro do maior tratamento, isto sendo um reflexo da eficiência do adjuvante no quesito aproveitamento, ou seja, absorção do i.a. (Oliveira, 2011), pois mesmo não sendo o com maior volume, foi o de melhor controle pelos dados observados. Contudo, em relação à os fatores sanitários nos diferentes tratamentos, todos apresentaram a o mesmo grau de incidência, ou seja, a eficiência de controle foi igual.

A antracnose apresenta seus sintomas tanto em hastes, como nas vagens e folhas independentes do seu nível de severidade (Cassetari Neto et al., 2001). Já a mancha alvo atinge as folhas sendo caracterizada por pontuações pardas com halos amarelados, posteriormente evoluindo para grandes manchas circulares de coloração marrom claro ou marrom escura, apresentando uma pontuação central. Cultivares suscetíveis podem apresentar esses danos até mesmo nas hastes e vagens, o que leva a ter maiores danos na área folia (Almeida et al., 2005).

Nas análises de fitotoxidez (Tabela 1), também não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados. Pode-se observar que as análises realizadas 7 dias após cada aplicação, seguindo a escala diagramática de Reis et al. (2010), que diferentemente da mancha-alvo e da antracnose, o tratamento com (OMP) não obteve menores índices de fitotoxidez.

Em maior destaque o (AF), material orgânico extraído de turfas, o qual não houve fitotoxidez, como observado na (Tabela 1). Ele obteve o menor volume de calda nas folhas superiores, ou seja, menos acúmulo na superfície foliar, resultando em dano nulo, mesmo possuindo cargas negativas que o auxilia na aderência na superfície foliar (Antunes et al., 2015; Xu et al., 2011). Contudo, este não é recomendado como adjuvante, pois não houve auxílio de maneira eficiente no controle das doenças, visto que ele teve a maior severidade se tratando da antracnose, e um dos mais atacados por mancha-alvo.

Já referente ao dano causado por fitotoxidez, o produto que obteve possibilidade de interferir em maior grau de dano, foi o (OMA), este derivado do óleo mineral, mas não é possível concluir que este seja o pior, pois não houve diferença significativa.

A fitotoxicidade ocorreu apenas nas folhas superiores (Tabela 1), sendo assim, o tratamento que obteve maior possibilidade de volume de calda nesse terço foi o óleo vegetal de soja caseiro, porém, como apresentado nas análises, não foi o que tendeu a obter o maior dano, e sim o (OMA), e mesmo com a possibilidade de maior volume aplicado, tendeu a ser mais eficiente que seu concorrente, sendo melhor probabilidade na eficaz na absorção do i.a, gerando menor fitotoxidez.

Sabendo que a fitotoxidez é mais potencializada sob condições meteorológicas acima de 30 °C e umidades inferiores a 50%, de acordo com Eppo (2014), o fato pelo qual não houve uma grande relevância nos danos de fitotoxidez, pode ser explicada pela razão das aplicações serem realizadas no primeiro período da manhã e último período da tarde, apresentando condições ideais para tal aplicação, assim como menor velocidade do vento.

Tendo em vista, os resultados de volume de calda das folhas superiores (Tabela 2), não houve diferença significativa, onde que o (OVC) e o (OMA) obtiverem os melhores resultados para este terço. O produto quando tem contato com a superfície foliar tende a escorrer, assim perdendo i.a que deveria ficar fixado na folha. Óleos sendo eles vegetam ou minerais, possuem a característica de aumentar a aderência da calda na superfície da folha, assim impedindo com que haja perda de i.a pôr escorrimento e ainda aumentam o molhamento e espalhamento (Kissmann et al., 1998).

Tabela 2. Médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV), para Volume de calda superior (VCS), Volume de calda médio (VCM), Volume de calda inferior (VCI), em função do tratamento de diferentes adjuvantes na aplicação de fungicida na cultura da soja localizada em Iracema do Oeste - PR – safra 2020/21.

Fonte de variação	VCS	VCM	VCI
Adjuvantes	----- mL -----		
Testemunha	15,18	8,67	5,78
Óleo mineral alifático	24,21	20,23	2,17
Óleo vegetal éster	19,51	17,71	5,06
Óleo de laranja	16,26	13,01	5,78
Óleo mineral parafínico	20,59	18,79	9,03
Ácido fúlvico	11,56	11,92	6,87
Óleo de soja	24,93	18,07	11,56
Média geral	18,89	15,49	6,61
Adjuvantes	1,68 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,21 ^{ns}
CV (%)	39,80	44,97	85,51
DMS	17,57	16,28	13,21

Nota: ^{ns}: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ^{*}: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.
 Fonte: autores.

Referente ao terço médio (Tabela 2) os adjuvantes derivados do óleo mineral possuíram os maiores volumes de calda, e em destaque a testemunha a qual obteve o resultado menos expressivo, pois ela não possui as vantagens agregadas pelo uso de adjuvante.

O (OVC) foi o tratamento que obteve o resultado mais satisfatório no terço inferior do dossel (Tabela 2), com um volume de 9,39 mL acima do resultado de menor volume. Ainda assim, não houve diferença significativa entre os tratamentos, em razão do alto coeficiente de variação, que interferiu no DMS. Este alto teor se dá por serem valores obtidos a campo, que estão expostos a interferências climáticas como chuva, temperatura, sol e vento (Moheallem et al., 2008) os quais neste tipo de ambientação não são controlados.

Como visto no terço superior (Tabela 2), foi obtido os maiores volumes de distribuição de calda, sendo este reduzido no terço médio, e no inferior, devido à arquitetura da folha, e o índice de área foliar, as quais dificultam com que a calda chegue aos terços mais inferiores da planta (Cunha et al., 2011).

Referente aos dados morfológicos e produtivos da soja (Tabela 3), para todos os parâmetros os quais foram submetidos a análise de variância ao nível de 5% de significância pelo teste F, e as médias qualitativas comparadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade, em nenhum houve diferença significativa, ou seja, todos os tratamentos foram iguais, mas dentre estes resultados analisados algumas obtiveram destaque.

No tratamento espessura de colmo, número de hastes e altura da planta, este último ainda resultados de até 22 cm a menos de diferença ao segundo tratamento mais baixo (Tabela 3). Fatores os quais estão associados a estes resultados são a sanidade de planta e o seu arranjo (Fiorese, 2013; Pesqueira et al., 2016). E neste trabalho a sanidade dos tratamentos não ocorreu diferença significativa e mesmo o tratamento que obteve o menos ataque do patógeno não se destacou nestes parâmetros citados, e ainda para o arranjo de para todos os tratamentos houve 8,5 de plantas emergentes, e o mesmo espaçamento para todas.

Em relação ao número de vagens (Tabela 3), é possível analisar que o tratamento testemunha, o qual apresentou 7 vagens a menos que o penúltimo colocado, ou seja, com isto é possível constatar que a aplicação em R1 obteve efeito relevante, apresentando maior controle do patógeno, tendo assim, um gasto metabólico menor de defesa, ganhando eficiência na formação de vagens e flores (Fiorese, 2013). Comprovando que os tratamentos com adjuvante obtiveram maiores vantagens no aproveitamento do i.a.

Tabela 3. Médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV), para as variáveis; Altura de Planta (AP), Espessura do colmo (EC) número de hastes (NH) número de vagens (NV) Massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PD) em função do tratamento de diferentes adjuvantes na aplicação de fungicida em plantação de soja localizada em Iracema do oeste - PR – safra 2020/21.

Tratamentos	AP	EC	NV	NH	MMG	PD
Adjuvantes	Cm	mm	un.	un.	g	Kg ha ⁻¹
Testemunha	90,21	8,30	45,70	1,37	141,00	2067,75
Óleo mineral alifático	90,91	9,29	52,41	1,25	143,50	2539,75
Óleo vegetal éster	90,54	8,22	53,12	1,83	138,50	2673,25
Óleo de laranja	68,27	8,39	55,16	1,50	144,00	2623,50
Óleo mineral parafínico	92,00	8,75	54,54	1,96	136,00	2341,00
Ácido fúlvico	94,71	8,54	54,42	1,33	141,50	2294,75
Óleo de soja	93,16	8,61	52,83	1,25	139,50	2724,00
Média geral	88,54	8,59	52,60	1,50	140,57	2466,29
Adjuvantes	1,2 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,59 ^{ns}
CV (%)	18,43	12,24	19,63	45,73	11,53	15,37
DMS	38,15	2,46	24,13	1,60	37,87	885,98

Nota: ^{ns}: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ^{*}: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.
Fonte: Autores.

Para massa de mil grãos, foi possível observar que em R5 o tratamento com fungicida não mostrou efeito relevante no controle de doenças de final de ciclo, a qual evita desfolha precoce e perda de área fotossintética, reduzindo a produção de

fotoassimilados que são responsáveis pelo peso de grão (Finoto et al., 2011). Este mesmo se comprova ainda, pois o menor peso de grão foi do tratamento com (OMP), o qual obteve os melhores resultados fitossanitários.

Para produtividade é possível notar que os adjuvantes tenderam a apresentaram as maiores produtividades, onde o valor a testemunha obteve menor probabilidade de produção, demonstrando a importância do uso do adjuvante, pois mesmo não tendo diferença significativa, os melhores resultados foram com uso de adjuvantes. Que possui características que aumentam a eficiência da absorção do fungicida (Cunha et al., 2010b) resultando na maior produtividade da planta.

De acordo com esses dados é possível ressaltar que o uso de adjuvantes alternativos, como o (OVC), apresenta semelhança com o (OVE). Quando comparados financeiramente, o primeiro tem um custo de R\$ 9,90 por hectares, enquanto outro custa R\$ 11,11 por hectare, de modo que, mesmo sendo um produto caseiro, este adjuvante possui uma boa eficiência, e ainda proporciona ganhos financeiros ao produtor, pois há redução do custo de aplicação.

4. Conclusão

Não foi observada nenhuma diferença estatística para os parâmetros avaliados, portanto, o uso de um adjuvante mais econômico como o óleo de soja caseiro, pode ser a melhor alternativa para o produtor, podendo obter boa distribuição das gotas ao longo do dossel das plantas, obtendo satisfatório auxílio ao fungicida no controle dos patógenos e sem causar maiores danos quanto a fitotoxidez.

Sugere-se mais trabalhos que possam testar um maior número de adjuvantes, seja de origem mineral ou vegetal que estejam registrados comercialmente assim como possíveis produtos que o próprio agricultor possa produzir em sua propriedade e por meio de sua cultura, avaliando tanto a fitotoxidade, como a distribuição da solução nas diferentes posições do dossel das plantas, assim como a eficiência de controle do(s) possíveis patógenos. Isto pode acarretar redução de custos de produção, e maior agilidade de aplicações tendo prontamente o adjuvante ao longo de todo ano e de boa qualidade a cada safra.

Referências

- Almeida, A. M. R., Pereira, L. P., Yorinori, J. T., Silva, J. F. V., Henning, A. A., Godoy, C. V., Costamilan, L. M., Meyer, M., Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A. & Camargo, L. E. A. (2005). *Doenças da soja. In: Manual de Fitopatologia*. São Paulo: Ceres, 2, 569-588.
- Alves, R. M., Inacio, E. M., Monquero, P. A., Meneghin, S. P. & Hirata, A. C. S. (2014). Leaf-surface characterization and the effects of the herbicide saflufenacil on the leaves of weeds. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9(4), 550-555.
- Alves, G. S., Cunha, J. P. A. R. & Marques, R. S. (2017) Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. *Revista Ciência Agronômica*, 48(2), 261-270.
- Antunes, R. M., Castilhos, R. M. V., Castilhos, D. D., Leal, O. A., Dick, D. P. & Andreatza, R. (2015). Transformações químicas dos ácidos húmicos durante o processo de vermicompostagem de resíduos orgânicos. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 20(4), 699-708.
- Bigaton, D., Bacchi, L. M. A., Formagio, A. S. N., Gavassoni, W. L. & Zanella, C. S. Z. (2013). Avaliação da atividade fungicida de extratos e óleos essenciais sobre ferrugem asiática da soja. *Revista Ciência Agronômica*, 44(4), 757-763.
- Borcioni, E., Mógor, A. F. & Pinto, F. (2016). Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. *Revista Ciência Agronômica*, 47(3), 509-515.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. SNAD/DNDV/CLAV, 395.
- Canellas, L. P., Zandonadi, D. B., Médici, L. O., Peres, L. E. P., Olivares, F. L. & Façanha, A. R. (2005). Bioatividade de substâncias húmicas: ação sobre o metabolismo e desenvolvimento das plantas. *Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas*. In Canellas, L.P & Santos, G.A. *Humosfera: Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas*. Campos dos Goytacases, RJ - 224-243.
- Cassetari Neto, D., Santos, E. N., Prade, A. G., Zambenedetti, E. B., Leite, J. J., Valcanaia, E., Araujo, D. V., Andrade, J. R., Avila, W. P., Caye, S. & Arnhold, D. (2001). Avaliação de fungicidas no controle de doença sem soja no Mato Grosso. *Fitopatologia Brasileira*, 26(suplemento), 334.
- Caviglione, J.H., Kiihl, L. R. B., Caramori, P. H., Oliveira, D. *Cartas climáticas do Paraná*. IAPAR, 2000.
- Conab - Companhia nacional de abastecimento. (2021). *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos*, Brasília, DF, 8(8), safra 2020/21. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>

- Cunha, J. P. A. R., Bueno, M. R. & Ferreira, M. C. (2010a). Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. *Planta daninha*, 28 (número especial), 1153-1158.
- Cunha, J. P. A. R. & Peres, T. C. M. (2010). Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. *Acta Scientiarum Agronomy*, 32(4), 597-602.
- Cunha, J. P. A. R., Alves, G. S., Reis, E. F. (2010b). Efeito da temperatura nas características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. *Planta Daninha*, 28(3), 665-672.
- Cunha, J. P. A. R., Farnese, A. C., Olivet, J. J. & Villalba, J. (2011). Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. *Engenharia agrícola*, 31(2), 343-351.
- Decaro, S. T. (2019). *A importância do adjuvante certo para maior eficiência na tecnologia de aplicação: Tecnologia de Aplicação*. UNESP/SP: Equipe Mais Soja. <<https://maissoja.com.br/a-importancia-do-adjuvante-certo-para-maior-eficiencia-na-tecnologia-de-aplicacao/#:~:text=Por%20defini%C3%A7%C3%A3o%2C%20considera%2Dse%20adjuvante,do%20fungicida%2C%20herbicida%20ou%20inseticida.&text=Neste%20cen%C3%A1rio%20%C3%A9%20i mprescind%C3%ADvel%20o,utilizada%20no%20preparo%20da%20calda>>.
- Embrapa. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. (3a ed.), 353.
- Eppo. (2014). European and Mediterranean Plant Protection Organization. Paris: *Phytotoxicity assessment: Efficacy e valuation of plant protection products*. 44, 265-273.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: A Computer Statistical Analysis System. *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 1039-1042.
- Finoto, E. L., Carrega, W. C., Sedyama, T., Albuquerque, J. A. A. de, Cecon, P. R. & Reis, M. S. (2011). Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agronômicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja. *Revista Agro@mbiente On-line*, 5(1), 44-49.
- Fiorese, K. F. (2013). *Avaliação das características agronômicas e produtividade de cultivares soja em diferentes sistemas de semeadura*. Trabalho de conclusão de curso (TCC) em Agronomia. Universidade de Brasília.
- Gonçalves, J. F. S. (2013). *Proposição de método de desenvolvimento de fluido de corte de base vegetal*. 223f. Tese em Engenharia Aeronáutica e Mecânica - Instituto Tecnológico de Aeronáutica.
- 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. (2014). *Manual de identificação de doenças de soja*. Embrapa. <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105942/1/Doc256-OL.pdf>>.
- Lana, M. C., Frandoloso, J. F., Fey, R., Richart, A. & Fontaniva, S. (2016). *Análise química de solo e de tecido vegetal: metodologias analíticas*. 2.ed. Cascavel: Edunioeste, 155.
- Kissmann, K. G. (1998). Adjuvantes para calda de produtos fitossanitários. In: Guedes, J. V.C. & Dornelles, S.B. *Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: Novas Tecnologias*. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitárias, 39-51.
- Mohallem, D. F., Tavares, M., Silva, P.L., Guimarães, E. C. & Freitas, R. F. (2008). Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60(2), 449-453.
- Nascimento, J. M. do, Gavassoni, W. L., Bacchi, L. M. A., Zuntini, B., Mendes, M. P., Leonel, R. K. & Pontim, B. C. A. (2012). Associação de adjuvantes à picoxistrobina + ciproconazol no controle da ferrugem asiática da soja. *Summa Phytopathologica*, 38(3), 204-210.
- Oliveira, R. B. *Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas*. São Paulo: Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp-Campus de Botucatu, 2011.
- Palladini, L. A. (2000). *Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações*. Universidade Estadual Paulista. <<http://hdl.handle.net/11449/126260>>.
- Pelin, C., Wordell Filho, J. A. & Nesi, C. N. (2020). Ferrugem asiática da soja: etiologia e controle. *Agropecuária catarinense*, 33(3), 18-21.
- Petter, F. A., Segate, D., Almeida, F. A. de, Alcântara Neto, F. & Pacheco, L. P. (2013). Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. *Comunicata Scientiae* 4(2): 129-138.
- Pesqueira, A. S., Bacchi, L. M. A. & Gavassoni, W. L. (2016). Associação de fungicidas no controle da antracnose da soja no Mato Grosso do Sul. *Revista Ciência Agrônômica*. Fortaleza, 47(1), 203-212.
- Reis, T. C., Neves, A. F., Andrade, A. P. & Santos, T. S. (2010). Efeitos de fitotoxicidade na soja RR tratada com formulações e dosagens de Glifosato. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, 1(1), 34-43.
- Soares R. M., Godoy C. V. & Oliveira M. C. N. (2009). Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alva da soja. *Tropical Plant Pathology*, 34(5), 333-338.
- Xu, L., Zhu, H., Ozkan, H., Bagleyd, W. E., Krauseb, C. R. (2011). Droplet evaporation and spread on waxy and hairy leaves associated with type and concentration of adjuvants. *Pest Management Science*, 67(07),842-851.