

Mancozebe no programa de manejo da ferrugem asiática da soja

Alessandro Silva Botega^{1*}; Werner Cabelho de Sousa¹; Márcia de Holanda Nozaki²

¹ Estudante do curso de Agronomia da Escola de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Toledo, Avenida da União, 500, 85902-532, Toledo, Paraná.

^{1*} alessandrobotega@outlook.com

Resumo: Entre as formas de controle da ferrugem asiática da soja, há destaque ao controle químico, em que é utilizado ingredientes ativos com ação antifúngica no manejo de doenças. O objetivo do trabalho foi avaliar a performance do número e da época de aplicação de mancozebe associado com um programa de aplicação fungicida para controle da ferrugem asiática da soja. O experimento foi conduzido na cidade de Toledo-PR durante a safra 2019/2020. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 8 tratamentos e 4 repetições. As aplicações ocorreram entre intervalos de 14 dias, iniciando no estágio fenológico R1. Foi realizada avaliações de severidade da doença, porcentagem de desfolha, altura de plantas (AP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade da soja (PROD). Na avaliação de severidade da doença, (MMG), (PROD), e porcentagem de desfolha, os tratamentos que haviam 2 e 3 associações de mancozebe, se destacaram positivamente, independentemente do posicionamento do período de aplicação. Assim pode se concluir que independentemente da época, 2 e 3 aplicações de mancozebe em associação a aplicação fungicida, proporcionou menor índice de severidade da doença na cultura da soja.

Palavras-chave: *Glycine max* (L) Merrill; protetor multissítio; *Phakopsora pachyrhizi*.

Mancozeb in the asian soybean rust management program

Abstract: Among the forms of control of Asian soybean rust, there is a highlight on the chemical control, in which active ingredients with antifungal action in disease management. The purpose of this present work is to evaluate the performance of the number and time of application of mancozeb associated a program of fungicide application for control of Asian soybean rust. The applications occurred between 14 days intervals, starting on phenological stage R1. The experiment was conducted in the city of Toledo, in Paraná, during the 2019/2020 harvest. The experimental outlining used was of randomized blocks with 8 treatments and 4 repetitions. The evaluation of severity of the disease, defoliation percentage, plant height (PHL), number of pods per plant (NVP), number of beans per pod (NGV), weight of one thousand grains (MMG) and soy yield (PROD). In the severity of the disease evaluation, (MMG), (PROD) and defoliation percentage, the treatments that had 2 and 3 mancozeb associations were positively highlighted, regardless of the position of the application period. Therefore, it can be concluded that independent of season 2 and 3 applications of mancozeb in association to fungicide application, provided a lower rate of disease severity in soy cultivation.

Keywords: *Glycine max* (L) Merrill, multisite protector, *Phakopsora pachyrhizi*.

Introdução

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma cultura herbácea, pertencente à família Fabaceae, ordem Fabales, e a classe das plantas dicotiledôneas, apresentando assim, uma variabilidade genética expressiva, sendo muito influenciada pelas condições ambientais em todo o seu ciclo (MATHIAS, 2014).

O grão de soja, é fortemente demandado por diversos países, pois é utilizado em diferentes formas de produção existentes pelo mundo, ou seja, desde a fabricação de cosméticos e produtos de limpeza, até para fins de alimentação animal através do incremento de proteína em formulações de rações e produtos processados, e na alimentação humana, por meio da fabricação de produtos industrializados e consumo in natura (REIS, 2018).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), estima-se que a área ocupada pela cultura da soja no Brasil durante a safra 2019/2020 está em torno de 36.820 milhões de hectares, havendo estimativa de produção de 124,2 milhões de toneladas, colocando a safra como recorde de produção comparada com as safras anteriores. Fato este, que pode ser explicado pelas melhores condições climáticas ocorridas durante o ciclo da cultura no país como um todo (CONAB, 2020).

Para haver boas produtividades na lavoura, a cultura da soja ao longo do seu ciclo, exige condições climáticas adequadas, como temperatura em torno de 20 a 30 °C, fotoperíodo ideal sob características de cada cultivar, e um nível pluviométrico de 550 a 800 mm de água bem distribuídos ao longo do ciclo (FARIAS *et al.*, 2007).

A cultura ainda exige várias técnicas e ações de manejo providas pelo produtor, tais como: escolha da época e local de semeadura, densidade populacional de plantas, adubação, controle de pragas e doenças e controle de plantas daninhas, em que tudo quando bem manejado eleva a chance de estar propiciando condições satisfatórias às plantas, para então, poder expressar o seu potencial produtivo (BORGES, 2012).

Com ênfase ao manejo de doenças, é sabido que, as mesmas, possuem a capacidade de causar sérios prejuízos na produção da soja. Estima-se que, cerca de 15 a 20% das reduções anuais de produção é causada pelas doenças (GRIGOLLI, 2014). Práticas de manejo como, rotação de cultura, descompactação de solo, uso de cultivares resistentes ou tolerantes a patógenos, de certa forma, colaboram com o sucesso de manejo das doenças, entretanto, em meio as mais diversas dificuldades encontradas pelos produtores rurais, a utilização de fungicidas para aplicação aérea se torna indispensável, quando se pensa no manejo de doenças na cultura da soja (SILVA, 2007).

Dentre as doenças que afetam a cultura, a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) é a que possui maior destaque. Com primeiro relato no Brasil em 2001, foi a partir dos anos 2003/2004 em que ela se tornou presente em todas as regiões produtoras do país, apresentando perdas de 10 a 90% na produção. Os sintomas da doença podem ser observados nas duas faces da folha, na face adaxial, iniciando com pequenas lesões de coloração castanha a marrom escura. Na face abaxial da folha, é possível observar as urédias que se rompem e soltam os uredósporos (GRIGOLLI, 2014).

Para a infecção nas plantas o patógeno necessita de temperaturas entre 15 a 28°C, com períodos longos de umidade relativa alta, próxima a 80%, sendo também propício ambientes com bastante incidência de orvalho. A ferrugem não necessita exclusivamente de haver ferimentos ou estômatos abertos para ocorrer a infecção, ela penetra diretamente pela cutícula ou pela epiderme, processo que acaba sendo mais rápido e fácil (GRIGOLLI, 2014).

Para Alves e Juliatti (2018), a dificuldade de controlar a ferrugem asiática com fungicidas está cada vez mais evidente, por conta da alta pressão de resistência aos fungicidas de sítio específico encontrados no mercado, como é o caso das estrobilurinas, carboxamidas e os triazóis, que ano após ano através da realização de muitos trabalhos desenvolvidos por pesquisadores com intuito de controle da ferrugem asiática, vem sendo observado a redução do nível de eficiência dos fungicidas acima citados para o controle da doença.

A utilização de mancozebe em associação aos fungicidas de sítio específico, vem se tornando uma ferramenta importante no controle da ferrugem asiática, fato este comprovado por Silva *et al.* (2015), em que os mesmos, relatam que o mancozebe possui potencial para desempenhar seu papel positivo em misturas com fungicidas sistêmicos, como estratégia de diminuir a pressão de seleção de resistência por parte dos fungos.

A molécula de mancozebe pertence à classe dos fungicidas protetores, ou seja, age unicamente em função da proteção da superfície foliar, não penetrando em vasos condutores da planta. Há estudos que indicam que o mancozebe atua em pelo menos 6 diferentes mecanismos de ação na célula do fungo, colaborando assim, com o manejo de anti-resistência dos fungos por parte dos fungicidas de sítio específico (SOUZA, 2017).

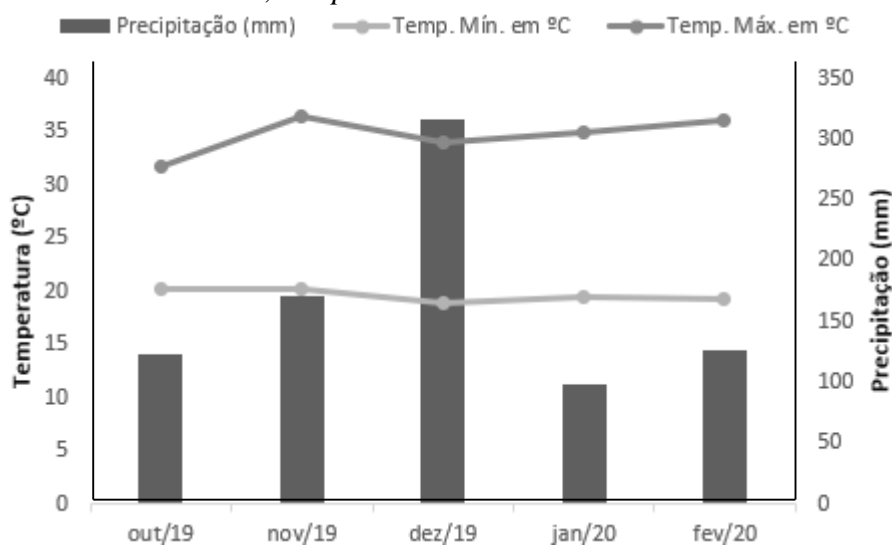
Atualmente há dúvidas por parte de vários produtores rurais em saber como posicionar o número e a época de associação do mancozebe no programa de aplicação fungicida para o controle da ferrugem asiática da soja. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a performance do número e da época de aplicação de mancozebe associado a um programa de aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área da fazenda experimental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, *campus* do município de Toledo, sob as coordenadas, latitude 24°72'23.75" S e longitude 53°77'88.46" O com 570 metros de altitude. O clima da região de acordo com Köppen-Geiger é classificado como Cfa, ou seja, subtropical úmido mesotérmico, com verões com temperatura média > 20 °C, ocorrência de precipitação em todos os meses do ano, baixa frequência de geadas e sem estação seca definida (APARECIDO *et al.*, 2016). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (EMBRAPA, 2018).

Durante a condução do experimento, os dados das condições climáticas foram obtidos da estação climática da PUCPR, *campus* Toledo, em que os resultados da precipitação mensal, temperatura máxima e mínima mensal estão representados na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação mensal (mm), média de temperatura máxima e mínima (°C) no período de outubro/2019 a fevereiro/2020. Toledo, PR, 2019/2020. Estação climática da PUCPR, *campus* Toledo.



Fonte: Os autores, 2020.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com 8 tratamentos, com 4 repetições cada (Tabela 1). As parcelas experimentais apresentavam 4 metros de largura por 4 metros de comprimento, totalizando 16 m² de área total por parcela.

Tabela 1 - Tratamentos e ingredientes ativos avaliados para o controle de ferrugem asiática na cultura da soja, 2019/2020, Toledo - PR.

Tratamentos		Época de aplicação/Ingredientes ativos	
	AP 1 (R1)	AP 2 (R1 + 14DA1AP)	AP 3 (R1 + 28DA1AP)
T1	Testemunha	Testemunha	Testemunha
	Sem aplicação	Sem aplicação	Sem aplicação
	Prothioconazol, ^{1\}	Epoxiconazol, ^{2\}	Ciproconazol, ^{3\}
T2	Trifloxistrobina + Mancozebe	Fluxapiroxade, Piraclostrobina + Mancozebe	Picoxistrobina + Mancozebe
	Prothioconazol, ^{1\}	Epoxiconazol, ^{2\}	Ciproconazol, ^{3\}
T3	Trifloxistrobina + Mancozebe	Fluxapiroxade, Piraclostrobina + Mancozebe	Picoxistrobina
	Prothioconazol, ^{1\}	Epoxiconazol, ^{2\}	Ciproconazol, ^{3\}
T4	Trifloxistrobina + Mancozebe	Fluxapiroxade, Piraclostrobina	Picoxistrobina
	Prothioconazol, ^{1\}	Epoxiconazol, ^{2\}	Ciproconazol, ^{3\}
T5	Trifloxistrobina	Fluxapiroxade, Piraclostrobina + Mancozebe	Picoxistrobina + Mancozebe
	Prothioconazol, ^{1\}	Epoxiconazol, ^{2\}	Ciproconazol, ^{3\}
T6	Trifloxistrobina	Fluxapiroxade, Piraclostrobina + Mancozebe	Picoxistrobina
	Prothioconazol, ^{1\}	Epoxiconazol, ^{2\}	Ciproconazol, ^{3\}
T7	Trifloxistrobina	Fluxapiroxade, Piraclostrobina	Picoxistrobina + Mancozebe
	Prothioconazol, ^{1\}	Epoxiconazol, ^{2\}	Ciproconazol, ^{3\}
T8	Trifloxistrobina + Mancozebe	Fluxapiroxade, Piraclostrobina	Picoxistrobina + Mancozebe

^{1\} Usou Aureo® 0,25 % v/v. ^{2\} Usou Assist® 0,6 % v/v. ^{3\} Usou Nimbus® 0,5 % v/v. AP: Aplicação. 14DA1AP: 14 dias após a primeira aplicação. 28DA1AP: 28 dias após a primeira aplicação. Fonte: Os autores (2020).

A semeadura da cultura da soja ocorreu no dia 23 de outubro de 2019, em área total. A cultivar utilizada foi a Monsoy® 5947 IPRO de categoria S2 com ausência de tratamento químicos das sementes, com respectivamente 99 % de pureza mínima, 80 % de germinação mínima e peneira de 5,5 mm.

A adubação foi realizada juntamente com a semeadura, por meio do sulcador com uma profundidade de aproximadamente 10 cm, utilizando a formulação 2-20-18 NPK na dosagem de 300 kg ha⁻¹.

Para a aplicação dos fungicidas foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante a base de CO₂, com barra de 6 pontas, com bicos tipo leque modelo XR-110.02, com espaçamento de 50 cm entre pontas, sobre pressão de 2,0 kgf cm⁻², com vazão de 150 L ha⁻¹.

Nos estádios fenológicos R3 e R5, foi realizado a segunda e a terceira aplicação dos fungicidas sobre os respectivos tratamentos e dosagens recomendadas pelos fabricantes dos produtos, os quais seriam os tratamentos determinados no presente trabalho (Tabela 1), os quais em exceção a testemunha, apresentam um programa de aplicação padrão, em que se deseja, realizar aplicações fungicidas com alternância de ingredientes ativos durante o mesmo ciclo da cultura, se diferenciado apenas no posicionamento do número e da época da aplicação em mistura com o mancozebe.

Para a aplicação de inseticidas e herbicida, foi utilizado um pulverizador costal elétrico com 20 litros de capacidade, equipado com barra de 4 pontas, com bicos tipo leque, modelo XR-110.02, espaçados 50 centímetros de um ao outro, com vazão de 120 L ha⁻¹. Aos 20 dias após a semeadura da soja, foi realizado a aplicação de Glifosato na dosagem de 2 L ha⁻¹, para o controle das plantas daninhas existentes na área. As aplicações de fungicidas sob os respectivos tratamentos, foram realizadas com intervalos de 14 dias entre aplicação, iniciando-se aos 38 dias após a semeadura, quando a cultura se apresentava no estágio fenológico R1, marcado pela incidência de um botão floral por planta, em até 50 % das plantas da área, segundo Navarini *et al.* (2007).

Durante o ciclo reprodutivo da cultura, em decorrência da alta incidência de pragas, foi necessário realizar 4 aplicações de inseticidas para o controle de percevejos, juntamente com uma aplicação para controle de ácaros. Na primeira e terceira aplicação de inseticida para percevejos, foi utilizado a bifentrina e o imidacloprido (400 mL ha⁻¹) em misturas comerciais, na segunda foi utilizado a lambda cialotrina e tiametoxan (200 mL ha⁻¹) em misturas comerciais associado a abamectina (400 mL.ha⁻¹) para o controle de ácaros, posteriormente, na quarta e última aplicação foi utilizado a acefato (1000 g ha⁻¹).

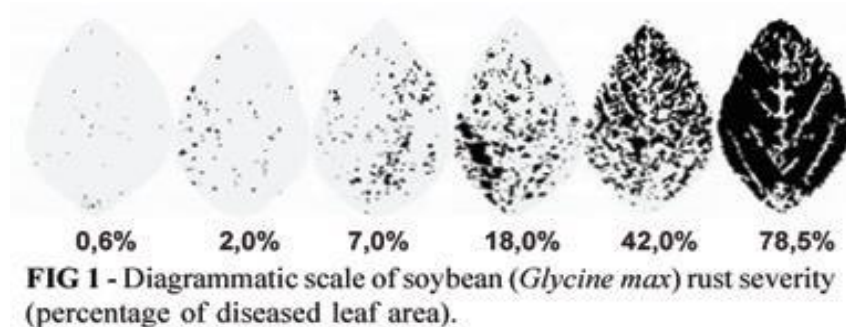
As avaliações de severidade de ferrugem asiática iniciaram-se aos 87 dias após a semeadura da soja, em que primeiramente foi realizado a demarcação de 10 folíolos da posição do meio do trifólio, localizados no terço médio e superior da planta, escolhidos ao acaso em 6 linhas centrais por 3 metros de comprimento em cada parcela, sendo enumerados de 0 a

10 sob um pedaço de fita crepe, para que então possa facilitar a visualização das mesmas folhas para realizar as demais avaliações. As avaliações ocorreram com intervalos de 7 dias entre cada avaliação. Para a constatação de incidência de ferrugem asiática no experimento foi necessário a utilização de uma lupa de bolso, em que era constatado a presença ou não da doença nas folhas.

Durante as avaliações foi observado sintomas de outras doenças no experimento, com maiores proporções nas parcelas testemunhas, como o oídio (*Microsphaera diffusa*), antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e a mancha parda (*Septoria glycines*), os quais não foram objetos do presente estudo, mas que foram devidamente computados dado a possível interferência das mesmas no resultado final.

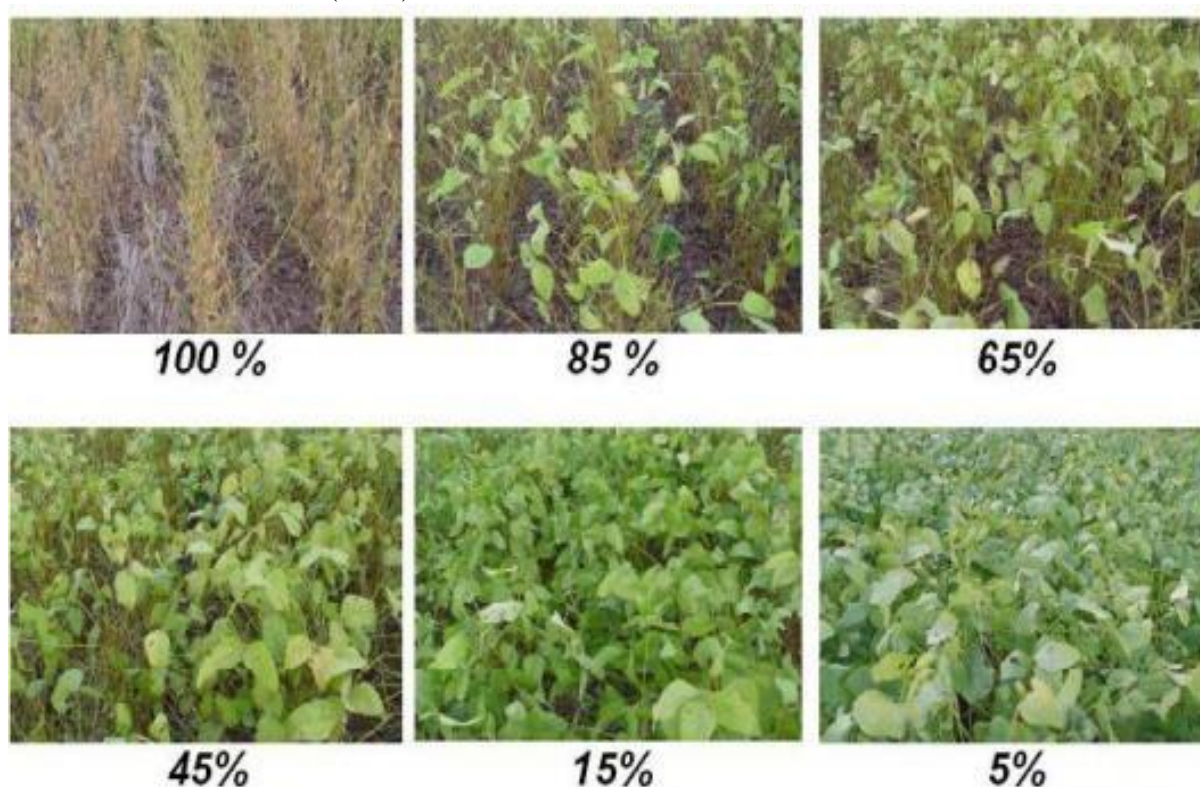
As avaliações de % de severidade de ferrugem asiática ocorreram aos 103 dias após a semeadura da soja, quando através da observação de incidência foi constatada a presença da doença nas parcelas. Assim, de forma visual, era visualizado os 10 folíolos anteriormente demarcados com os respectivos sintomas da doença, a qual era atribuído a porcentagem de severidade em função da área lesionada pelo fungo em cada folha, através da comparação com escala diagramática desenvolvida por Godoy *et al.* (2006), representada na Figura 2, desenvolvida para fins de base para avaliações de % de severidade de ferrugem asiática em folhas da soja.

Figura 2 - Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem asiática na cultura da soja. Fonte: Godoy *et al.* (2006).



A avaliação de porcentagem de desfolha ocorreu aos 121 dias após a semeadura da soja, sendo realizada em função da comparação com a escala diagramática desenvolvida por Hirano *et al.* (2010), para fins de base para a realização da quantificação de desfolha provocada pelas doenças na cultura, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Escala diagramática para avaliação de porcentagem de desfolha das plantas. Fonte: Hirano *et al.* (2010).



da soja, na pré-colheita, onde foram coletadas 10 plantas nas 6 linhas centrais de cada parcela, escolhidas aleatoriamente, para então possibilitar a contagem do número de vagens por planta, número de grãos por vagem e altura de plantas (FERRARI, *et al.* 2014).

Para a avaliação de altura de plantas (cm), foi necessário a utilização de uma trena, onde foi medido a altura das plantas considerando-se a altura do nível do solo até o último nó da haste principal.

O número de vagens por planta foi realizado, através da contagem manual de todas as vagens contidas em cada planta, sendo que estas mesmas vagens foram utilizadas posteriormente para a contagem do número de grãos por vagem.

A avaliação do número de grãos por vagem foi realizada abrindo-se todas as vagens de cada planta de forma manual, onde era feito a contagem do número de grãos total que havia por planta. Em seguida submeteu-se a divisão do número total de grãos por planta pelo número de vagens por planta, para então obter o número médio de grãos por vagem.

Aos 135 dias após a semeadura da soja, a produtividade de cada parcela foi estimada através de uma amostra retirada em função da colheita manual de 3 linhas centrais por 3 metros de comprimento. Em seguida as amostras foram trilhadas, em uma trilhadora dotada de motor estacionário.

A determinação da massa de mil grãos foi realizada após a colheita e trilhagem das amostras de cada parcela, onde foram coletadas 2 sub amostras de 100 sementes cada por parcela para então serem levadas ao laboratório para a pesagem em balança de precisão de 0,0001 g (Ferrari *et al.*, 2014). Após a pesagem das 2 sub amostras determinou-se o valor do peso médio entre as 2 sub amostras. Em seguida era multiplicado o valor médio por 10, para então ser quantificado o valor da massa de mil grãos por parcela.

As análises de todos os dados das avaliações realizadas, foram submetidas a análise de variância ANOVA seguida do teste F, com posterior teste de comparação de médias com Tukey a um nível de 5 % de significância, utilizando o software estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

Durante as duas primeiras avaliações de severidade da ferrugem asiática da soja, não foi constatado a presença da doença nas plantas devidamente avaliadas. No entanto, após 14 dias de intervalo entre a primeira avaliação, foi constatado a incidência da doença em todos os tratamentos do experimento. Fato este em razão das condições climáticas ocorridas em dias anteriores em que foram favoráveis a infecção da doença.

Quando se observa os dados representados na Figura 1, é possível verificar a alta precipitação ocorrida no mês de dezembro/19, em que pode ter favorecido as condições necessárias ao aparecimento da ferrugem. No entanto, no mês de janeiro/20 houve uma redução na quantidade de chuvas, fato que pode ter atrasado as fases de infecção da doença, em que segundo Martins *et al.* (2007) relatam que o período de latência da ferrugem asiática está devidamente relacionado com as condições climáticas sendo favoráveis ou não a doença.

A ocorrência de sintomas apenas foi perceptível no início de fevereiro/20 após algumas chuvas ocorridas em dias anteriores, em que a doença encontrou condições para demonstrar a infecção nas folhas.

Desta forma, é possível observar na Tabela 2, que na terceira avaliação de severidade de doença, os tratamentos que continham as aplicações de fungicidas não se diferiram significativamente, pelo fato da doença se encontrar em um nível inicial de infecção muito baixo, onde todos os tratamentos, em exceção da testemunha, proporcionaram controles iguais para doença. Porém, quando se analisa os resultados da quarta avaliação de severidade nota-se o progresso da doença, em que os tratamentos se diferem significativamente nos resultados.

Tabela 2 - Dados da avaliação de % de desfolha das plantas e das avaliações de severidade da ferrugem asiática da soja durante a safra 2019/2020, Toledo – PR.

Tratamentos	Desfolha (%) *	Severidade (%)*				
Avaliações		1	2	3	4	5
T1 (Testemunha)	97,25 c	0	0	0,77 b	2,52 c	3,24 c
T2	51,25 a	0	0	0,02 a	0,33 a	0,71 a
T3	53,50 a	0	0	0,04 a	0,35 a	0,74 a
T4	64,75 b	0	0	0,067 a	0,65 b	0,94 b
T5	54,50 a	0	0	0,032 a	0,34 a	0,75 a
T6	63,50 b	0	0	0,052 a	0,66 b	0,94 b
T7	63,25 b	0	0	0,047 a	0,65 b	0,96 b
T8	54,00 a	0	0	0,047 a	0,33 a	0,72 a
C.V. (%)	5,47			16,75	8,62	6,81

*Médias seguidas da mesma letra minúscula dentro da coluna, não se diferem pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. C.V. Coeficiente de variação.

Fonte: O autor, 2020.

Os tratamentos T2, T3, T5 e T8, obtiveram os melhores resultados de menor índice de severidade na quarta avaliação, apresentando no mínimo 2 aplicações de mancozebe associado ao programa padrão de aplicação de fungicida utilizado. Os tratamentos T4, T6 e T7 (Tabela 1), proporcionaram resultados de severidade maiores (0,653 %), comparados aos tratamentos acima citados (0,338 %), pelo fato de se diferirem no posicionamento do número de aplicação de mancozebe em mistura, se destacando apenas em relação a testemunha com ausência de aplicação fungicida, a qual proporcionou o maior resultado de severidade na avaliação em questão (2,52 %).

Alves (2016) observou através dos resultados de seu experimento, menor severidade da ferrugem asiática da soja, quando realizado a mistura de mancozebe associado aos fungicidas. Fato este comprovado também por Antonello (2016), que conclui que o mancozebe associado em misturas com estrobilurinas e triazóis melhora significativamente o controle da doença, com ganhos também significativos em produtividades, no entanto, em condições de alta severidade da doença, esses ganhos tendem a ser menores.

O mancozebe é uma molécula fungicida classificado como protetor multissítio orgânico, em que apresenta como característica quando aplicado sobre as plantas, de ser

quebrada em várias outras moléculas em razão da temperatura, luz ou umidade presente no ambiente, formando outras moléculas fungicidas, que agem de formas diferentes no fungos, colaborando com o manejo de anti-resistência dos fungicidas de sítio específico o qual apresenta somente um mecanismo de ação (SOUZA, 2017).

Na quinta e última avaliação, é possível observar que os resultados se assemelham com os resultados ocorridos na avaliação anterior, diferenciando-se apenas na intensidade de severidade em que foi maior em razão do progresso de infecção da doença, a qual demonstra a superioridade dos tratamentos T2, T3, T5 e T8 (Tabela 1), (0,73 %) frente os demais tratamentos com aplicação de fungicida em que obtiveram significativamente notas de severidade maiores (0,94 %), porém menores que a testemunha (3,24 %).

O fato dos tratamentos dotados de 2 e 3 aplicações de mancozebe em mistura com os demais fungicidas, serem significativamente superior para menores % de severidade da doença, frente os tratamentos com apenas 1 aplicação, pode ser explicado em razão da planta de soja haver vários surtos de crescimento. Com isso, várias folhas novas são lançadas entre as aplicações, indo em contramão a particularidade de proteção da molécula de mancozebe, característica essa comprovada por Antonello (2016), a qual cita que o mancozebe necessita ter boa cobertura das folhas para apresentar uma boa eficiência. Desta forma, os tratamentos com maior número de aplicações em mistura com o mancozebe proporcionaram um maior recobrimento das folhas das plantas.

Quando se observa os dados das avaliações de alturas de plantas (AP), é possível verificar que a cultura da soja não sofreu interferência em razão da incidência de doenças na cultura (Tabela 3), em que todos tratamentos com aplicação de fungicida não diferiram quando comparados com a testemunha.

Schweig (2016) relata que a cultura da soja é afetada negativamente sob condições de alta infestação de doenças durante seu período de crescimento de plantas, fato este que não ocorreu no experimento durante todo o período de crescimento da cultura (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados das análises de altura de plantas (AP) em (cm), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (MMG) em (g) e produtividade da soja (PROD) em (kg ha⁻¹), 2019/2020, Toledo – PR.

Tratamentos	Variáveis analisadas*				
	AP (cm)	NVP	NGV	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
T1	113 a	45,40 a	2,40 a	140,5 c	2.781,48 c
T2	117 a	55,60 a	2,50 a	174,3 a	4.950,61 a
T3	115 a	55,60 a	2,40 a	173,5 a	4.814,81 a
T4	115 a	52,60 a	2,43 a	156,1 b	4.367,28 b
T5	116 a	55,40 a	2,40 a	172,1 a	4.783,95 a
T6	117 a	54,80 a	2,46 a	157,7 b	4.398,14 b
T7	114 a	54,60 a	2,52 a	157,6 b	4.391,35 b
T8	115 a	55,20 a	2,42 a	172,2 a	4.804,32 a
C.V. (%)	4,64 a	9,38	6,49	3,58	3,63

*Médias seguidas da mesma letra minúscula dentro da coluna, não se diferem pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. C.V. Coeficiente de variação. Fonte: O autor, 2020.

Em detrimento das condições climáticas durante o ciclo da cultura, principalmente na fase de floração e formação de vagens (Figura 1), não houve interferência nos parâmetros avaliados de números de vagens por planta (NVP) e números de grãos por vagem (NGV), em que é possível observar que os tratamentos obtiveram médias estatisticamente iguais a testemunha, com ausência de aplicação fungicida. Tal fato pode ser explicado por Schweig (2016), a qual explica que sobre condições de altas precipitações associadas a temperaturas muito altas, a cultura da soja tende a abortar flores, comprometendo assim a fixação e formação de vagens por planta, situação não ocorrida no experimento em questão.

Godoy *et al.* (2018) relatam que na maioria das situações entre os componentes de rendimentos mais afetados em condições de incidência da ferrugem asiática na cultura da soja, é a redução de reservas nas plantas destinadas à formação do grão, em razão da queda precoce das folhas nas plantas, a qual compromete significativamente a qualidade e o enchimento dos grãos, assim associado as condições edafoclimáticas passadas pela cultura entre os estádios de formação de grãos, em que não possibilitou a interferência no atributo números de grãos por vagem.

No componente de rendimento massa de mil grãos (MMG) é possível observar o efeito das aplicações fungicidas com o aumento significativo frente a testemunha em que não houve aplicação. Esses dados estão de acordo com os resultados observados por Gasparetto *et al.*

(2011), os quais concluíram que as aplicações de fungicidas para o controle de ferrugem asiática proporcionou incremento significativo na massa de mil grãos e na produtividade da soja.

Os tratamentos T2, T3, T5 e T8 (Tabela 1), foram os que proporcionaram maior massa de mil grãos no experimento (173,03 g), a qual relaciona-se com os resultados das avaliações finais de severidade da doença, em que possibilitou um maior controle da doença. Os tratamentos T4, T6 e T7 (Tabela 1), os quais apresentavam uma aplicação em mistura com o mancozebe, apresentaram massa de mil grãos significativamente iguais (157,13 g), porém abaixo dos tratamentos que haviam 2 ou 3 aplicações em mistura com o mancozebe.

Esses dados se enquadram com o que foi explicado anteriormente, pelo fato da característica do mancozebe apresentar a necessidade de haver o máximo de folhas cobertas pela aplicação para se obter resultados mais efetivos, em razão de ser um fungicida protetor que não apresenta translocação entre os vasos condutores da planta.

A existência de outras doenças na área como já relatado, aliado a incidência de ferrugem asiática na soja, pode ter possibilitado maiores perdas no quesito massa de mil grãos e produtividade da soja, em que Pesqueiro *et al.* (2013), relatam que as doenças em geral podem levar a perdas de aproximadamente 44 % na produtividade da cultura.

Avaliando a produtividade final da cultura, pode-se também observar a importância da aplicação fungicida para controle das doenças, onde assim como nos dados da avaliação de massa de mil grãos, os tratamentos T2, T3, T5 e T8 (Tabela 1) obtiveram as maiores produtividades com média de (4.837,75 kg ha⁻¹), seguidos pelos tratamentos T4, T6 e T7 (Tabela 1) com média de (4.385,33 kg/ha) os quais também proporcionaram ganhos comparados à testemunha (2.781,48 kg/ha).

Durante as observações ao final do ciclo da cultura a campo foi constatado uma grande queda prematura das folhas das parcelas as quais não receberam aplicação fungicida (Figura 4), resultado também observado por Souza (2017) em que se evidenciou um grande índice de desfolha das parcelas testemunhas, causando reduções significativas na produtividade.

Figura 4 - Parcelas com aplicação de Protiokonazol, Trifloxistrobina+Mancozebe, Epoxiconazol, Fluxapirroxade, Piraclostrobina+Mancozebe, Ciproconazol, Picoxistrobina+Mancozebe e, sem aplicação de fungicida. Fonte: O Autor, 2020.



Hirano *et al.* (2010) explicam que quando a cultura da soja passa por grandes níveis de desfolha de forma precoce durante a fase de enchimento de grãos, acarreta em sérios prejuízos na produtividade final, pois diminui a fonte de foto-assimilados produzidos através da atividade fotossintética nas folhas, as quais servem de energia para a planta encher o grão de forma eficaz.

Desta forma, pode ser explicado a redução da produtividade da cultura em relação as diferentes médias de severidades encontradas entre os tratamentos, em decorrência da desfolha provocada pelas doenças, como pode ser observado nos dados da avaliação de % de desfolha (Tabela 2), das parcelas as quais haviam os diferentes tratamentos, com destaque novamente aos tratamentos que haviam 2 e 3 aplicações em mistura com o mancozebe, a qual proporcionaram menor % de desfolha no experimento, resultado assim relacionado com os dados de massa de mil grãos e produtividade final da cultura.

Conclusões

Diante das condições que o experimento foi desenvolvido, pode se concluir que os tratamentos que haviam 2 e 3 aplicações em mistura com o mancozebe, proporcionaram significativamente maior produtividade da soja, massa de mil grãos e menor severidade da doença nas plantas avaliadas, independentemente do posicionamento das épocas de aplicações.

Referências

ALVES, V. M. **Fungicidas protetores no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura**. 2016, 98 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.

ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 44, n. 3, p. 245-251, 2018. DOI: 10.1590/0100-5405/167203.

ANTONELLO, L. M. **Metanálise do efeito do mancozebe em misturas de fungicidas para o controle de ferrugem asiática da soja**. 2016, viii. 39 p. Tese (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa.

APARECIDO, L. D. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. C.; JOHANN, J. A.; Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v. 40, n. 4, p. 405-417, Jul /Aug. 2016.

BORGES, Z. S. **Fatores que influenciam a produtividade da soja em debate na Expoagro**. EMBRAPA, 2012. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1476957/fatores-que-influenciam-a-produtividade-da-soja-em-debate-na-expoagro>> Acesso em 02 de abril de 2020.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7 - Safra 2019/20 - n. 6 - Sexto levantamento, Brasília, p. 1-31. março 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed., rev. E ampl. –Brasília, DF, 2018. 356p.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Necessidades climáticas**. Londrina-PR, Embrapa-CNPSo, 2007. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_20_271020069131.html> Acesso em 02 de abril de 2020.

FERRARI, M.; PELEGRIN, A. J.; SOUZA, V. Q.; NARDINO, M.; CARVALHO, I. R. Componentes de rendimento sob diferentes combinações de fungicidas e inseticidas em soja. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 10, n. 19; p. 2014.

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, vol. 35, n.6, p. 1039-1042. ISSN 1413-7054, 2011.

GASPARETTO, R.; FERNANDES C. D.; MARCHI, C. E.; BORGES, M. de F. Eficiência e viabilidade econômica da aplicação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja em Campo Grande, MS. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 251-260, abr./jun., 2011.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 063-0,68, 2006.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. de O. N.; DIAS, A. R.; DEUNER, C. C.; PIMENTA, C. B.; JACCOUD FILHO, D. S.; MOREIRA, E. N.; BORGES, E. P.; ANDRADE JUNIOR, E. R. de; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C.; FAVERO, F.; FEKSA, H. R.; ARAÚJO JUNIOR, I. P.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JUNIOR, J.; BELUFI, L. M. de R.; CARNEIRO, L. C.; CARREGAL, L. H.; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; VOLF, M. R.; GOUSSAIN, M.; DIAS, M. D.; DEBORTOLI, M. P.; MARTINS, M. C.; BALARDIN, R. S.; FURLAN, S. H.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V. J.; VENANCIO, S. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/2018. EMBRAPA, **CIRCULAR TÉCNICA**. v. 1 p. 0-8, 2018, Londrina-PR.

GRIGOLLI, J. F. J. **Manejo de doenças na cultura da soja**, 2014. Disponível em <<http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/216/216/newarchive-216.pdf>>. Acesso em 04 de abril de 2020.

HIRANO, M.; HIKISHIMA, M.; SILVA, A. J.; XAVIER, S. A.; CANTERI, M. G. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 248-250, 2010.

MARTINS, J. A. S.; JULIATTI, F. C.; SANTOS, V. A.; POLIZEL, A. C. Período latente e uso da análise de componentes principais para caracterizar a resistência parcial à ferrugem da soja. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 364-371, 2007.

MATHIAS, F. **Aspectos Botânicos da soja**. 2014. Disponível em: <<https://www.sabernarede.com.br/aspectos-botanicos-da-soja/>> Acesso em 05 de abril de 2020.

MONSOY. **M5947IPRO**. 2020. Disponível em <<https://www.monsoy.com.br/pt-br/variedades/variedades/variedades-detail-template.html/m5947ipro.html>> Acesso em: 25 de março de 2020.

NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. J.; BALARDIN, R. S.; MOREIRA, M. T.; MENEGUETTI, R. C.; MADALOSSO, M. G. Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, vol. 33, n. 2, p. 182-186, 2007.

PESQUEIRO, A. S.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L. Associação de fungicidas no controle da antracnose da soja no Mato Grosso do Sul. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 203-212, jan-mar, 2016.

REIS, D. A soja. **APROSOJA**, 2018. Disponível em <<https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>> Acesso em 04 de abril de 2020.

SCHWEIG, C. **Eficiência de Diferentes Ingredientes Ativos no Controle da Ferrugem Asiática da Soja**. 2016. 32p. TCC (Graduação) – Curso de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Toledo, 2016.

SILVA, V. A. S. **Resistência parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja**. 2007. p. 1-15 Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia.

SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, H. D.; SILVS, J. R. C.; REIS, E. M. Controle da ferrugem asiática da soja com mancozebe um fungicida multissítio. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 1, p. 64-67, 2015.

SOUZA, P.H.N.de. **Associação de mancozebe com formulações comerciais mistas de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja**. 2017. p. 1-21. Tese (Mestrado) Universidade Federal Da Grande Dourados.