

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANGELA PIVOTTO

**RESPONSIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA AO CONTROLE QUÍMICO DA
MANCHA ALVO**

SANTA HELENA

2023

ANGELA PIVOTTO

**RESPONSIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA AO CONTROLE QUÍMICO DA
MANCHA ALVO**

Responsibility Of Soybean Cultivars To The Chemical Control Of Leaf Diseases

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Santa Helena, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Debona

Santa Helena

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANGELA PIVOTTO

**RESPONSIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA AO
CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA ALVO**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Santa Helena, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: Santa Helena, 29 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Daniel Debona – Orientador

UTFPR

Profa. Dra. Cintia Maria Teixeira Fialho

UTFPR

Profa. Dra. Franciele Morlin Carneiro

UTFPR

Dedico esse trabalho para Deus pela sabedoria e esforço, à minha família, meu namorado, meus amigos, e meus professores que contribuíram por todo apoio, compressão durante essa trajetória. Em especial, ao meu orientador que me auxiliou durante o desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

A minha gratidão vai em primeiro lugar a Deus, pela sua constante presença em minha vida e por me auxiliar a superar todos os desafios que encontrei em meu caminho.

Agradeço a minha família pois não mediram esforços para me ajudar e apoiar nesta etapa, sem eles nada seria possível e meu namorado que esteve comigo, me apoiando, me ajudando e sendo parceiro.

Aos integrantes do grupo de pesquisa ProteCrop, em especial meu amigo Darlan Felipe Sartori, que me auxiliou na condução e desenvolvimento do trabalho.

Agradeço, aos meus amigos, pessoas incríveis que me ajudaram, que sempre estiveram presentes me incentivando e apoiando de diversas maneiras ao longo de toda a minha trajetória. A presença de vocês foi fundamental para que eu pudesse chegar onde estou, pessoas maravilhosas que vou levar sempre no meu coração.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Debona que teve toda paciência e sabedoria, pessoa especial que me auxiliou no processo de ideias e me apoiou todo este tempo de desenvolvimento deste trabalho, pelas horas de atenção e excelente orientação.

A todos meus professores que tiveram um papel importante na minha formação desde os anos iniciais até o final. Seu dedicado trabalho foi fundamental para moldar quem eu sou hoje, e por isso, deixo aqui meu muito obrigada.

Agradeço as minhas professoras que aceitaram a fazer parte da banca avaliadora.

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que, embora não tenham sido mencionadas aqui, sabem que de alguma forma contribuíram em alguma etapa da minha vida. Vocês foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional, e sou muita grata por tudo o que fizeram.

“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.”

(Ayrton Senna)

RESUMO

A mancha alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*, constitui uma das principais doenças da cultura da soja. A principal estratégia de controle da doença consiste na aplicação de fungicidas, porém aumentos na produtividade devido ao controle químico nem sempre tem sido observados. A variação na suscetibilidade das cultivares de soja pode influenciar na resposta à aplicação de fungicidas. Dois experimentos foram realizados em duas safras (2019/2020 e 2020/2021) com o objetivo de investigar a resposta de cultivares de soja em função dos programas de aplicação de fungicidas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. O primeiro experimento, realizado na safra 2019/2020, foi constituído em um fatorial 8×3 , consistindo em oito cultivares e três tratamentos foliares. As cultivares utilizadas foram Syn 1258 RR, M6410 IPRO, M5947 IPRO, NA 5909 RG, BS 2606 IPRO, Syn 1059 RR, BMX Garra IPRO e BMX Delta IPRO. Na safra 2020/2021, o experimento consistiu em um fatorial 20×3 , com 20 cultivares e três tratamentos foliares. As seguintes cultivares foram avaliadas: NA 5909 RG, BMX Lótus IPRO, 96R10 IPRO, 96Y90, TMG 7063 IPRO, BMX Garra IPRO, BMX Potência RR, BMX Fibra IPRO, 95R95 IPRO, M6210 IPRO, BS 2606 IPRO, M6410 IPRO, Syn 1258 RR, 96R29 IPRO, Syn 1059 RR, DM 6563 IPRO, BMX Delta IPRO, Syn 15630 IPRO, HO Pirapó IPRO e M5947 IPRO. Em ambas as safras, os tratamentos na parte aérea consistiram em um controle sem fungicida (T1), duas aplicações de fungicida (T2) e quatro aplicações de fungicida (T3). As aplicações foram realizadas quinzenalmente, iniciando aos 35 e aos 65 dias após a emergência para o T3 e T2, respectivamente. Foram determinadas a severidade da mancha alvo e a produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando o software Minitab. De modo geral, quatro aplicações de fungicida foram mais eficientes do que duas e cultivares mais suscetíveis, como a BMX Garra IPRO, foram mais responsivas à aplicação de fungicidas. Os resultados obtidos neste estudo evidenciam o papel central que as cultivares possuem na definição de programas de controle da mancha alvo.

Palavras-chave: *Corynespora cassiicola*. *Glycine max*. Fungicidas.

ABSTRACT

Target spot, caused by the fungus *Corynespora cassiicola*, is one of the most important soybean diseases. Target spot control relies on fungicide application, but inconsistent results regarding grain yield increase have been noticed. Cultivar susceptibility may influence fungicide response. In order to fill this gap, two experiments were carried out in two seasons (2019/2020 and 2020/2021) aiming at investigate cultivar responsiveness to fungicide application. Experiments were carried out in completely randomized design with four replications. First experiment, which was carried out in season 2019/2020, was arranged in a 8 × 3 experimental design, with eight cultivars and three foliar treatments. The cultivars were as they follow: Syn 1258 RR, M6410 IPRO, M5947 IPRO, NA 5909 RG, BS 2606 IPRO, Syn 1059 RR, BMX Garra IPRO e BMX Delta IPRO. In season 2020/2021, a 20 × 3 factorial design was used, with 20 cultivars and three foliar treatments. The following cultivars were assessed: NA 5909 RG, BMX Lótus IPRO, 96R10 IPRO, 96Y90, TMG 7063 IPRO, BMX Garra IPRO, BMX Potência RR, BMX Fibra IPRO, 95R95 IPRO, M6210 IPRO, BS 2606 IPRO, M6410 IPRO, Syn 1258 RR, 96R29 IPRO, Syn 1059 RR, DM 6563 IPRO, BMX Delta IPRO, Syn 15630 IPRO, HO Pirapó IPRO and M5947 IPRO. In both seasons, foliar treatments consisted in a control without fungicide (T1) and two (T2) or four (T3) fungicide applications. Fungicides were applied fortnightly and applications were started at 35 and 65 days after emergence for T3 and T2, respectively. Target spot severity and grain yield were determined. Data were subjected to the analysis of variance (ANOVA) and the means of the treatments were compared by the Tukey's test ($P \leq 0,05$), using the software Minitab. In general, four applications outperformed two applications and susceptible cultivars, including BMX Garra IPRO, were more responsive to fungicide application. In conclusion, our results evidence the central role that soybean cultivars have in the determination of control programs of target spot.

Keywords: *Corynespora cassiicola*. *Glycine max*. Fungicides.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados meteorológicos da safra 2019/2020.....	16
Figura 2 - Dados meteorológicos da safra 2020/2021.....	17
Figura 3 - Efeito do número de aplicações de fungicida na produtividade de cultivares de soja (kg ha^{-1}) na safra 2019/2020.....	20
Figura 4 - Efeito do número de aplicações de fungicida na produtividade de cultivares de soja (kg ha^{-1}) na safra 2020/2021.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Severidade da mancha alvo (%) em cultivares de soja submetidas a diferentes programas de controle químico na safra 2019/2020.....	18
Tabela 2 - Produtividade de cultivares de soja (kg ha ⁻¹) submetidas a diferentes programas de controle químico na safra 2019/2020.....	19
Tabela 3 - Severidade da mancha alvo (%) em cultivares de soja submetidas a diferentes programas de controle químico na safra 2020/2021.....	21
Tabela 4 - Produtividade de cultivares de soja (kg ha ⁻¹) submetidas a diferentes programas de controle químico na safra 2020/2021.....	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	MÉTODO.....	14
3	RESULTADOS.....	18
4	DISCUSSÃO.....	23
5	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de soja do mundo, com uma produção de mais de 150 milhões de toneladas (CONAB, 2023). Um dos principais fatores que diminuem a produtividade são as doenças. A mancha alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*, foi detectada pela primeira vez no Brasil em 1976, mas, por muito tempo foi considerada uma doença de importância secundária (ALMEIDA et al., 1976). No entanto, a ampla adoção de técnicas de plantio direto, a monocultura de soja, o uso de cultivares suscetíveis e a redução na sensibilidade do fungo aos fungicidas, tornaram a mancha alvo uma das principais doenças da cultura em diversas partes do país (EDWARDS MOLINA et al., 2019). No Brasil, a mancha alvo pode causar redução de produtividade de mais de 40% (EDWARDS MOLINA et al., 2019).

Corynespora cassiicola é um fungo necrotrófico, podendo sobreviver por vários anos em sementes infectadas e em restos culturais, que constituem as principais fontes de inóculo primário. Os sintomas da mancha alvo iniciam com manchas de formato irregular, na forma de pontuações amareladas. Conforme as lesões aumentam em tamanho, elas adquirem coloração castanha, formando anéis concêntricos, característica que dá o nome à doença (mancha alvo). Essas lesões podem apresentar mais de 2 cm de diâmetro (ALMEIDA et al., 2001).

Os primeiros sintomas são observados no dossel inferior da planta, com a subsequente evolução da doença para o dossel superior. Temperaturas entre 20 e 30°C e umidade relativa acima de 80% favorecem a doença (AGRIOS, 2005). A intensidade da doença varia de acordo com as condições ambientais, época de semeadura, além da cultivar e da sensibilidade ao fungo a fungicidas. Com isso, a importância da mancha alvo doença varia entre regiões e entre safras.

A aplicação de fungicidas constitui uma das principais estratégias de controle da mancha alvo. Fungicidas sítio-específicos e multissítios têm sido usados no controle da doença. Por muito tempo, os fungicidas sítio específicos do grupo dos metilbenzimidazol-carbamatos (MBCs), principalmente carbendazim, foram usados para o controle da mancha alvo. Contudo, a resistência de *C. cassiicola* a esse grupo (TERAMOTO et al., 2017) e o surgimento de moléculas mais modernas, reduziram o

uso desse grupo. Desse modo, atualmente, os inibidores da desmetilação (DMIs, triazóis e triazolintiona), os inibidores da quinona externa (Qols, estrobilurinas), os inibidores da succinato desidrogenase (SDHIs, carboxamidas) são os principais grupos de fungicidas sítio específicos usados no controle da doença. Porém, redução na sensibilidade do fungo a alguns desses grupos tem sido observada nos últimos anos. Dessa forma, o uso de multissítios, incluindo o clorotalonil, os cúpricos e o mancozebe, assume um papel fundamental, visando tanto o aumento da eficiência dos fungicidas sítio específicos quanto o manejo antirresistência.

Os relatos de ganho na produtividade devido ao controle químico da mancha alvo têm sido variáveis e inconsistentes. Enquanto alguns trabalhos relatam ausência de resposta à aplicação de fungicidas (ALLEN, 2017), outros estudos têm mostrado aumentos entre 647 kg ha⁻¹ (EDWARDS MOLINA, 2019) e 1121 kg ha⁻¹ (RIBEIRO et al., 2016) nos tratamentos mais eficientes no controle da mancha alvo. A variação na resistência das cultivares à mancha alvo pode ser um dos fatores que explique tal discrepância. Diante do exposto, dois experimentos foram realizados em duas safras de soja com o objetivo investigar a responsividade de diferentes cultivares de soja submetidas a diferentes programas com fungicidas para o controle da mancha alvo.

2 MÉTODO

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Santa Helena, Estado do Paraná, nas safras 2019/2020 e 2020/2021. A semeadura foi realizada em 24 e 28 de outubro de 2019 e 2020, respectivamente, com uma semeadora adubadora mecânica com densidade de semeadura de 280 mil sementes ha⁻¹, visando uma população final de 250 mil plantas ha⁻¹. A adubação de base consistiu na aplicação de 300 kg ha⁻¹ do fertilizante químico com formulação NPK de 02-20-18. O espaçamento entre linhas foi de 0,45 m. Quinze dias antes da semeadura, a área foi dessecada como o herbicida glifosato (Shadow, Albaugh, São Paulo, SP) na dose de 2 L do produto comercial ha⁻¹. Também foi realizada uma aplicação do herbicida em pós-emergência, no estágio V2 (Fehr & Caviness, 1977), para o controle de plantas daninhas. O controle de pragas (lagartas e percevejos) foi realizado nos estádios R4 e R5.1 (Fehr & Caviness, 1977) por meio da aplicação do inseticida tiametoxam + lambda-cialotrina (Platinum Neo, Syngenta Proteção de Cultivos, Paulínia, SP) na dose 0,15 L do produto comercial ha⁻¹.

O experimento foi constituído em um fatorial 8 × 3, consistindo em oito cultivares e três tratamentos na parte aérea na safra 2019/2020. As seguintes cultivares foram utilizadas: Syn 1258 RR, M6410 IPRO, M5947 IPRO, NA 5909 RG, BS 2606 IPRO, Syn 1059 RR, BMX Garra IPRO, BMX Delta IPRO. Na safra 2020/2021, o experimento consistiu em um fatorial 20 × 3, com 20 cultivares e três tratamentos na parte aérea. As cultivares usadas foram as seguintes: NA 5909 RG, BMX Lótus IPRO, 96R10 IPRO, 96Y90, TMG 7063 IPRO, BMX Garra IPRO, BMX Potência RR, BMX Fibra IPRO, 95R95 IPRO, M6210 IPRO, BS 2606 IPRO, M6410 IPRO, Syn 1258 RR, 96R29 IPRO, Syn 1059 RR, DM 6563 IPRO, BMX Delta IPRO, Syn 15630 IPRO, HO Pirapó IPRO, M5947 IPRO. Em ambas as safras, os tratamentos na parte aérea consistiram em um controle sem fungicida (aplicação de água) e duas ou quatro aplicações de fungicida. As aplicações de fungicida foram realizadas aos 65 e 80 dias após a emergência (DAE) para o tratamento com duas aplicações e aos 35, 50, 65 e 80 DAE para o tratamento com quatro aplicações de fungicida. Para ambos os tratamentos, foram utilizados os fungicidas picoxistrobina + ciproconazol (Approach Prima, CortevaAgriscience, Barueri,

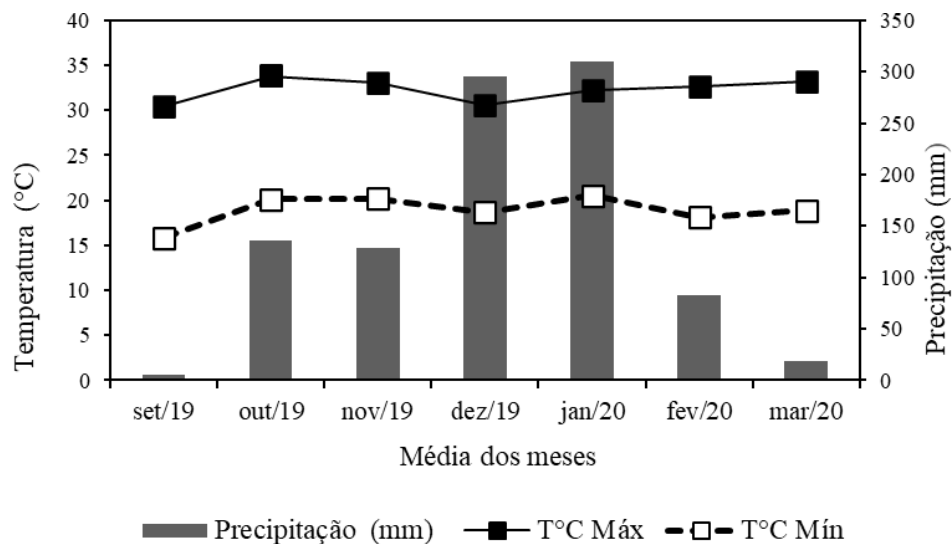
SP) + mancozebe (UnizebGold, UPL, Ituverava, SP) nas doses de 0,3 L e 1,5 kg do produto comercial ha⁻¹, respectivamente, acrescidos de 0,5% de óleo mineral (Nimbus, Syngenta Proteção de cultivos, Paulínia, SP) nas aplicações realizadas aos 65 e 80 DAE. Para o tratamento com quatro aplicações, os fungicidas usados nas aplicações realizadas aos 35 e 50 DAE foram picoxistrobina + benzovindiflupir (Vessarya, CortevaAgriscience, Barueri, SP) + mancozebe (Unizeb Gold, UPL, Ituverava, SP) nas doses de 0,6 L e 1,5 kg do produto comercial ha⁻¹, respectivamente. As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com seis pontas de pulverização ADI 110 015 (Jacto, Pompeia, SP) espaçadas 0,5 m entre si, pulverizando numa vazão de 100 L ha⁻¹. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada unidade experimental consistiu em seis linhas de semeadura espaçadas em 0,45 m, com cinco metros de comprimento. Para as avaliações de doença e de produtividade foram consideradas apenas as quatro linhas centrais, descartando-se 0,5 m de bordadura.

As avaliações de severidade foram realizadas no estágio R6 (Fehr & Caviness, 1977). Dez plantas foram coletadas aleatoriamente em cada parcela, identificadas e levadas ao laboratório. Então, todas as folhas foram removidas e escaneadas com uma resolução de 600 dpi. As imagens foram processadas no software QUANT (Vale et al., 2003), utilizando uma função discriminante, visando à obtenção dos valores de severidade.

Para as avaliações de produtividade foram consideradas quatro linhas centrais, descartando-se 0,5 m de bordadura essas plantas foram cortadas e trilhadas quando atingiram o estágio R8 (Fehr & Caviness, 1977). As amostras dos grãos foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para o laboratório, onde foi realizada a pesagem em balança com precisão de 0.001 g, bem como, a análise do teor de umidade do grão, para isso, foi utilizado o medidor de umidade de grãos portátil AL-102 ECO. Após ligarmos o aparelho, escolhemos o tipo de grãos a ser analisado, o próximo passo consiste em despejar os grãos no copo do equipamento, aguardar alguns segundos para o resultado da umidade, foi corrigido os dados de todas as cultivares para 13% de teor de água do grão.

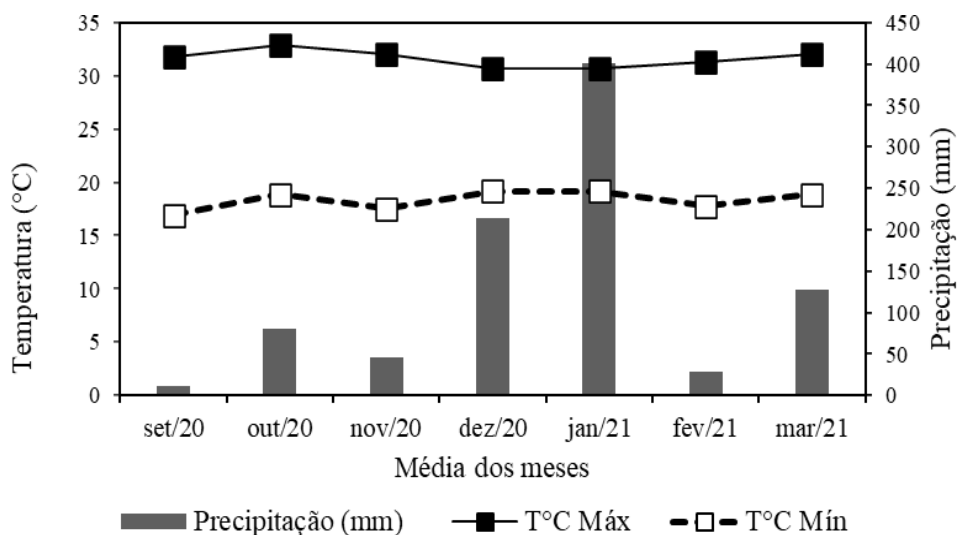
Houve grande variação nas condições ambientais nas safras, em que, na safra 2019/2020, a temperatura máxima foi de 39°C enquanto a temperatura mínima 13°C. Já na safra 2020/2021, a temperatura máxima alcançou 37°C e 11°C a temperatura mínima, durante a condução do experimento (Figura 1). Os parâmetros climáticos foram coletados no aplicativo da IAPAR, sendo muito favoráveis para o desenvolvimento das doenças, na safra 2020/2021 no mês de janeiro houve altas precipitações o que favoreceu o aumento das doenças na cultura da soja, visto isso, o controle com fungicidas se torna uma prática indispensável no manejo das doenças.

Figura 1 - Dados meteorológicos da safra 2019/2020



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Figura 2 - Dados meteorológicos da safra 2020/2021



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando o software Minitab. Além disso, análises de regressão linear foram efetuadas para descrever as relações entre o número de aplicações de fungicida e a produtividade.

3 RESULTADOS

Os fatores cultivar, aplicação de fungicida, bem como a sua interação, foram significativos ($P < 0,0001$) para a severidade e a produtividade na safra 2019/20. A aplicação de fungicidas reduziu significativamente severidade da mancha alvo, e quatro aplicações foram mais eficientes do que duas aplicações, independentemente da cultivar (Tabela 1). Houve diferença entre cultivares na resistência à mancha alvo. As maiores severidades (>15%) foram encontradas nas cultivares BS 2606 IPRO, M5947 IPRO e BMX Garra IPRO, que não diferiram entre si, no tratamento sem fungicida. As cultivares SYN 1059 IPRO e SYN 1258 RR tiveram valores de severidade menores que 3%, e foram mais resistentes do que as demais cultivares. No tratamento com duas aplicações de fungicida, os maiores valores de severidade (>6%) foram encontrados nas cultivares M6410 IPRO, M5947 IPRO, BS 2606 IPRO e BMX Garra IPRO, enquanto os menores valores (<1,4%) foram registrados nas cultivares SYN 1059 IPRO e SYN 1258 RR. A cultivar M6410 IPRO apresentou o maior valor de severidade (2,4%) no tratamento com quatro aplicações de fungicidas e as cultivares SYN 1059 IPRO e SYN 1258 RR apresentaram as menores severidades nesse tratamento (0,76 e 0,28%, respectivamente).

Tabela 1 - Severidade da mancha alvo (%) em cultivares de soja submetidas a diferentes programas de controle químico na safra 2019/2020.

Cultivar	Sem fungicida	Duas aplicações	Quatro aplicações
SYN 1258 RR	1,66 dA*	0,72 cB	0,28 dC
M6410 IPRO	11,54 bA	6,45 aB	2,44 aC
M5947 IPRO	15,93 aA	6,01 aB	1,60 bC
NA 5909 RG	4,81 cdA	2,25 bB	0,48 dC
BS 2606 IPRO	18,93 aA	6,53 aB	1,38 bcC
SYN 1059 RR	2,39 dA	1,35 bcB	0,76 cdC
BMX Garra IPRO	15,64 aA	6,01 aB	1,61 bC
BMX Delta IPRO	6,10 cA	2,28 bB	1,21 bcC

*Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey ($P < 0.05$).

De modo geral, as aplicações de fungicida aumentaram significativamente a produtividade da soja, com exceção da cultivar SYN 1258 RR, que não apresentou

diferença entre os tratamentos com e sem fungicida (Tabela 2). O tratamento com quatro aplicações de fungicida resultou em aumento significativo na produtividade em relação ao tratamento com duas aplicações para todas as cultivares, com exceção da NA 5909 RG, BS 2606 IPRO e SYN 1059 RR, para as quais não foram observadas diferenças entre duas e quatro aplicações. A produtividade aumentou de 2790 kg ha⁻¹ no tratamento sem fungicida para 3077 e 3299 kg ha⁻¹ nos tratamentos com duas e quatro aplicações de fungicida, respectivamente, na média de todas as cultivares.

Tabela 2 - Produtividade de cultivares de soja (kg ha⁻¹) submetidas a diferentes programas de controle químico na safra 2019/2020.

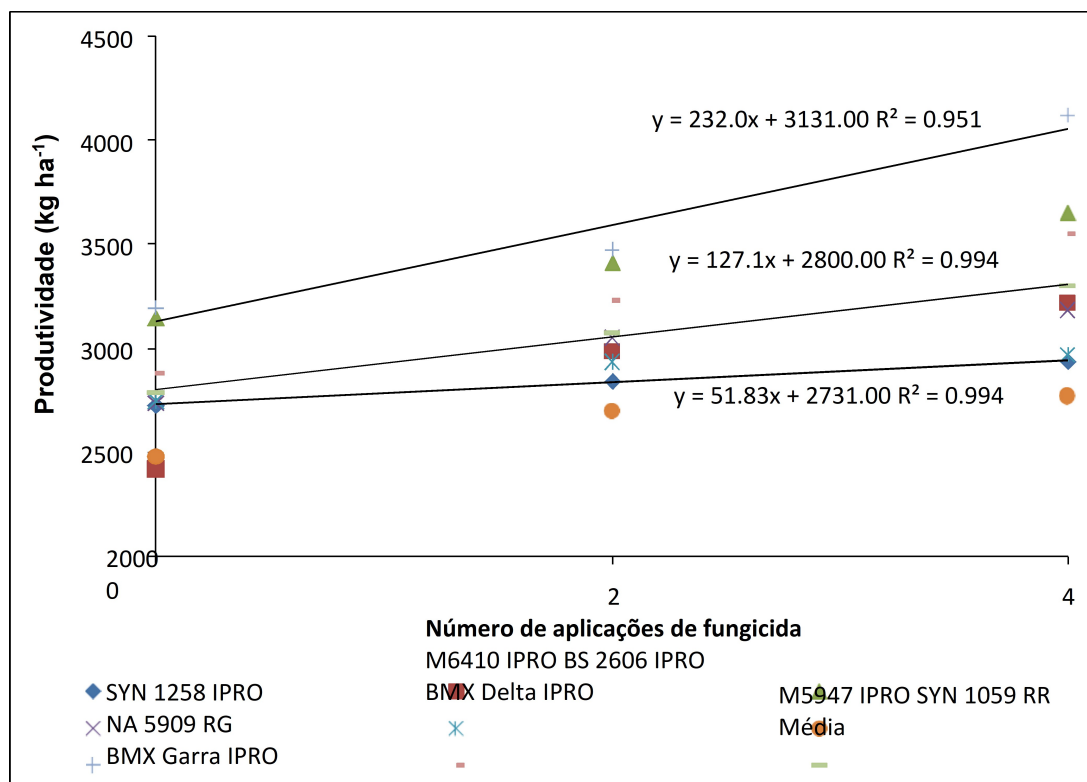
Cultivar	Sem fungicida	Duas aplicações	Quatro aplicações
SYN 1258 RR	2726,95 bA*	2844,19 cdA	2934,29 deA
M6410 IPRO	2417,56 cC	2982,06 bcB	3214,37 cA
M5947 IPRO	3147,06 aC	3411,94 aB	3656,19 bA
NA 5909 RG	2734,55 bB	3048,28 bcA	3181,80 cdA
BS 2606 IPRO	2745,40 bB	2931,03 cdA	2969,03 cdeA
SYN 1059 RR	2475,09 cB	2694,38 dA	2767,11 eA
BMX Garra IPRO	3191,57 aC	3473,82 aB	4119,73 aA
BMX Delta IPRO	2883,27 bC	3227,39 abB	3547,64 bA

*Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas, e minúsculas nas colunas, não são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey ($P < 0.05$).

Independentemente da aplicação de fungicidas, as maiores produtividades foram observadas na cultivar BMX Garra IPRO (3192, 3473 e 4120 kg ha⁻¹ nos tratamentos sem fungicida, com duas e com quatro aplicações, respectivamente), que não diferiu das cultivares M5947 IPRO para o tratamento sem fungicida ou com duas aplicações de fungicida, e da cultivar BMX Delta IPRO para o tratamento com duas aplicações de fungicida (Tabela 2). As menores produtividades foram observadas nas cultivares M6410 IPRO e SYN 1059 RR para o tratamento sem fungicida. Para o tratamento com duas aplicações de fungicida, os menores valores de produtividade foram registrados nas cultivares SYN 1258 RR, SYN 1059 RR e BS 2606 IPRO. As cultivares SYN 1258 RR e SYN 1059 RR apresentaram as menores produtividades para o tratamento com quatro aplicações de fungicida.

Os maiores incrementos na produtividade devidos à aplicação de fungicidas foram observados nas cultivares M6410 IPRO, M5947 IPRO e BMX Garra IPRO, com aumentos de 564, 265 e 282 kg ha⁻¹ no tratamento com duas aplicações e de 797, 509 e 928 kg ha⁻¹ no tratamento com quatro aplicações em relação ao tratamento sem fungicida. A análise de regressão mostrou um aumento de 52, 127 e 232 kg ha⁻¹ para cada aplicação de fungicida, considerando a cultivar menos responsiva (SYN 1258 RR), a média das cultivares e a cultivar mais responsiva (BMX Garra IPRO), respectivamente (Figura 3).

Figura 3 - Efeito do número de aplicações de fungicida na produtividade de cultivares de soja (kg ha⁻¹) na safra 2019/2020.



Na safra 2020/2021, os fatores cultivar, aplicação de fungicida, bem como a sua interação foram significativos ($P < 0,0001$) para a severidade da mancha alvo e a produtividade. Todas as cultivares apresentaram redução na severidade da mancha alvo devida à aplicação de fungicidas (Tabela 3). Quatro aplicações de fungicida

resultaram em menor severidade do que duas aplicações para todas as cultivares, com exceção da HO Pirapó IPRO, em que o tratamento com duas aplicações foi estatisticamente similar àquele com quatro aplicações. A severidade da mancha alvo diferiu significativamente entre as cultivares no tratamento sem fungicida. A cultivar BMX Garra IPRO foi a mais suscetível, apresentando mais de 30% de severidade, seguida das cultivares BS 2606 IPRO (27%), M5947 IPRO (21%) e M6410 (21%). As cultivares P96R10 IPRO, P96R29 IPRO, BMX Lótus IPRO, BMX Delta IPRO, HO Pirapó IPRO e SYN 15630 IPRO apresentaram os menores valores de severidade.

Tabela 3 - Severidade da mancha alvo (%) em cultivares de soja submetidas a diferentes programas de controle químico na safra 2020/2021.

Cultivar	Sem fungicida	Duas aplicações	Quatro aplicações
NA 5909 RG	6.05 hiA*	1.57 ijkB	0.31 hC
BMX Lótus IPRO	5.65 hijA	1.78 hijkB	0.53 ghC
P96R10 IPRO	3.46 jA	1.57 ijkB	0.29 hC
P96Y90	15.81 deA	2.65 ghijB	0.59 fghC
TMG 7063 IPRO	13.81 efA	4.75 efB	1.25 defC
BMX Garra IPRO	31.39 aA	17.01 aB	4.62 aC
BMX Potência RR	12.53 fgA	3.05 ghB	0.36 hC
BMX Fibra IPRO	8.19 hA	2.95 ghB	1.10 efgC
P95R95 IPRO	17.07 dA	2.77 ghiB	0.72 fghC
M6210 IPRO	15.29 deA	5.59 eB	1.43 deC
BS 2606 IPRO	27.10 bA	13.53 bB	3.71 bC
M6410 IPRO	20.68 cA	13.91 bB	1.67 cdeC
Syn 1258 RR	16.62 dA	8.37 dB	1.52 cdeC
P96R29 IPRO	3.46 jA	1.57 ijkB	0.29 hC
Syn 1059 RR	11.21 gA	3.80 fgB	1.88 cdC
DM 6563 IPRO	16.20 deA	5.17 eB	2.16 cC
BMX Delta IPRO	5.67 hijA	2.42 hijkB	0.60 fghC
Syn 15630 IPRO	3.69 ijA	1.41 jkB	0.50 ghC
HO Pirapó IPRO	4.12 ijA	1.30 kB	0.66 fghB
M5947 IPRO	21.36 cA	10.13 cB	4.13 abC

*Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas, e minúsculas nas colunas, não são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey ($P < 0.05$).

Todas as cultivares apresentaram aumento significativo na produtividade devido à aplicação de fungicidas, com exceção das cultivares BS 2606 IPRO e SYN 15630 IPRO, para as quais não houve diferença entre os tratamentos com e sem fungicida. Quatro aplicações de fungicida resultaram em maior produtividade do que duas aplicações, com exceção da cultivar 96R10 IPRO, em que não houve diferença entre

duas e quatro aplicações. Duas e quatro aplicações de fungicida aumentaram a produtividade em 468 e 1082 kg ha⁻¹, respectivamente, em relação ao tratamento sem fungicida.

Para o tratamento sem fungicida, a maior produtividade foi observada na cultivar SYN 1258 RR, porém sem diferir das cultivares TMG 7063 IPRO, BMX Garra IPRO e M6210 IPRO, que apresentaram produtividades acima de 3000 kg ha⁻¹ (Tabela 4). As menores produtividades foram encontradas nas cultivares 96R10 IPRO, NA 5909 RG, HO Pirapó IPRO e BMX Lótus IPRO. A produtividade foi significativamente maior nas cultivares SYN 1258 RR e BMX Garra IPRO em relação às demais cultivares no tratamento com duas aplicações de fungicidas. Por outro lado, menores produtividades foram registradas nas cultivares NA 5909 RG, 96R10 IPRO e HO Pirapó IPRO. Para o tratamento com quatro aplicações de fungicida, as maiores produtividades (>5000 kg ha⁻¹) foram observadas nas cultivares BMX Garra IPRO, SYN 1258 RR e M6210 IPRO, que não diferiram entre si, enquanto que as cultivares SYN 15603 IPRO, 96R10 IPRO e HO Pirapó IPRO tiveram as menores produtividades.

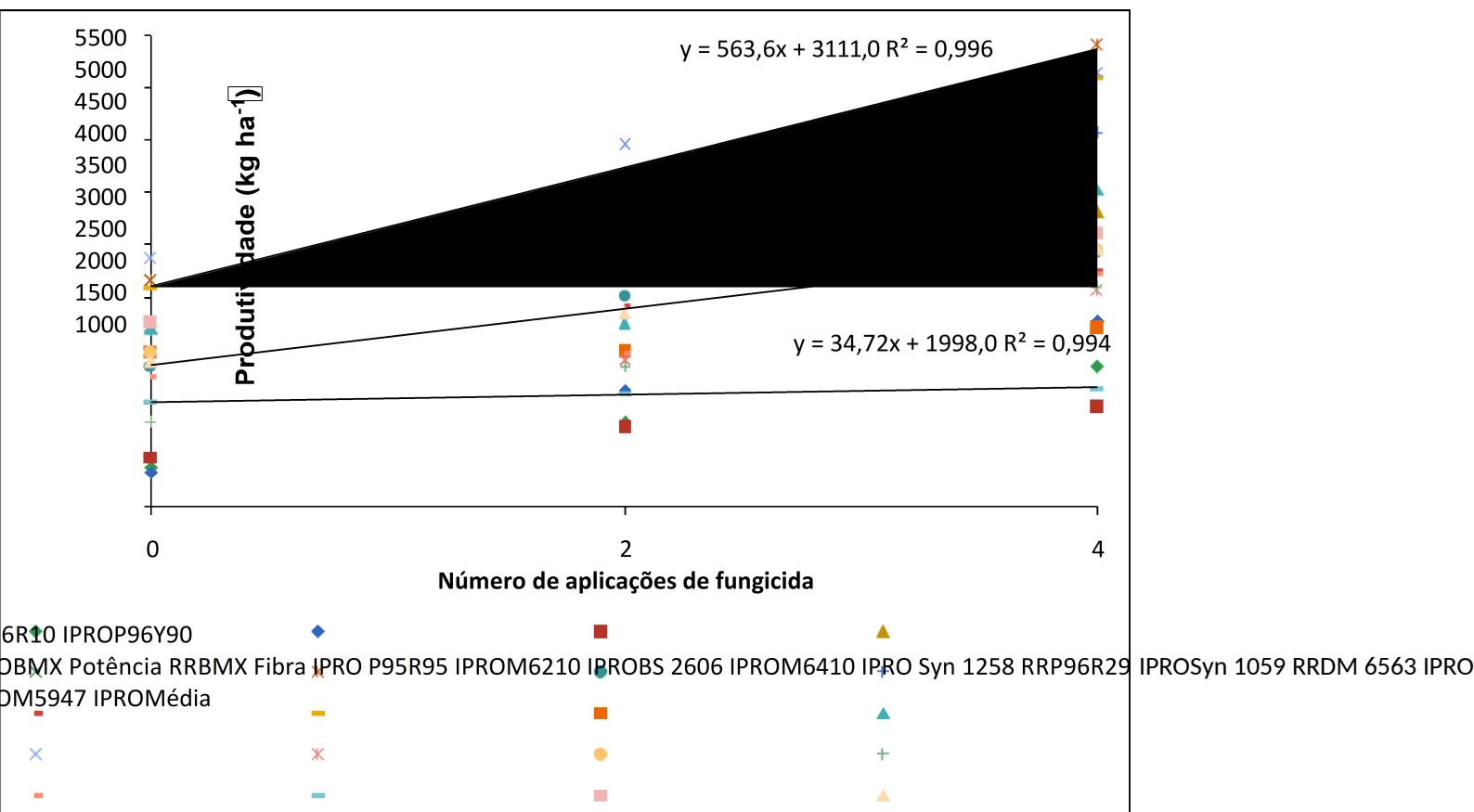
Tabela 4 - Produtividade de cultivares de soja (kg ha⁻¹) submetidas a diferentes programas de controle químico na safra 2020/2021.

Cultivar	Sem fungicida	Duas aplicações	Quatro aplicações
NA 5909 RG	1379,62 fC [*]	1805,55 klmb	2337,96 lA
BMX Lótus IPRO	1328,70 fC	2115,74 jkB	2763,89 jkA
96R10 IPRO	1476,85 fB	1759,26 lmA	1944,44 mA
96Y90	2703,70 bC	3199,07 defB	3814,81 deA
TMG 7063 IPRO	3310,18 aC	3703,70 bcB	4212,96 cA
BMX Garra IPRO	3148,15 aC	4166,67 aB	5402,78 aA
BMX Potência RR	2342,59 cC	3013,89 efgB	3425,93 fghA
BMX Fibra IPRO	2680,56 bC	3435,19 cdB	4569,44 bA
95R95 IPRO	2481,48 bcC	2912,04 fgB	3250,00 fghiA
M6210 IPRO	3097,22 aC	3787,04 bB	5097,22 aA
BS 2606 IPRO	2467,59 bcA	2481,48 hiA	2708,33 kA
M6410 IPRO	2694,44 bB	2750,00 ghB	4027,78 cdA
Syn 1258 RR	3356,48 aC	4449,07 aB	5148,15 aA
96R29 IPRO	2467,59 bcB	2407,41 hijB	3055,56 ijkA
Syn 1059 RR	2458,33 bcC	3180,56 defB	3467,59 efgA
DM 6563 IPRO	1800,93 eC	2342,59 ijB	3092,59 hijA
BMX Delta IPRO	2240,74 cdB	2472,22 hiB	3212,96 ghiA
Syn 15630 IPRO	1995,37 deA	2074,07 jkA	2134,26 lmA
HO Pirapó IPRO	1365,74 fB	1546,29 mB	1930,56 mA
M5947 IPRO	2752,78 bC	3314,81 deB	3601,85 efA

*Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey ($P < 0.05$).

A cultivar BMX Garra IPRO foi a mais responsiva ao controle químico, exibindo aumentos na produtividade de 1019 e 2255 kg ha⁻¹ nos tratamentos com duas e quatro aplicações de fungicida, respectivamente, em relação ao tratamento sem fungicida. A análise de regressão mostrou um aumento de 35, 271 e 564 kg ha⁻¹ para cada aplicação de fungicida, considerando a cultivar menos responsiva (SYN 15630 IPRO), a média das cultivares e a cultivar mais responsiva (BMX Garra), respectivamente (Figura 4).

Figura 4 - Efeito do número de aplicações de fungicida na produtividade de cultivares de soja (kg ha⁻¹) na safra 2020/2021



4 DISCUSSÃO

O controle químico constitui uma das principais estratégias de manejo de doenças na cultura da soja. No entanto, diversos fatores interferem na sua eficácia, incluindo a escolha do fungicida, o momento e o intervalo entre as aplicações, o manejo fitotécnico da cultura, a tecnologia de aplicação, entre outros. Neste trabalho, realizadas em duas safras, foram encontradas diferenças significativas na reação das cultivares de soja à mancha alvo, principal doença que ocorreu nos experimentos. Tal variação na resistência à mancha alvo resultou em diferenças significativas na resposta à aplicação de fungicidas. Embora a maioria das cultivares foi responsiva à quatro aplicações de fungicida, algumas delas não apresentaram aumento significativo na produtividade devido à aplicação. Além disso, houve grande influência da safra na resposta das cultivares. Dessa forma, a escolha da cultivar e as condições ambientais predominantes durante a safra são determinantes na construção de um programa de fungicidas eficiente no controle da mancha alvo.

A severidade e o dano causado pela mancha alvo foram maiores na safra 2020/2021 do que na safra 2019/2020. Embora as temperaturas não tenham apresentado grande variação entre as safras, em janeiro de 2021, a precipitação pluvial foi 100 mm maior em relação a janeiro de 2020. Além disso, houve quinze dias consecutivos de chuva e tempo nublado em janeiro de 2021. Isso pode explicar a maior severidade observada na segunda safra, visto que maiores precipitações pluviais e maior umidade relativa do ar têm sido associadas a maiores severidades da mancha alvo (COSTA et al., 2023). De acordo com EDWARDS-MOLINA et al. (2022), alta umidade relativa (>85%) durante 5-7 dias constitui um dos fatores de risco associados com maiores danos devido à mancha alvo.

Diferenças significativas na severidade da mancha alvo entre as cultivares foram encontradas em ambas as safras. As cultivares BS 2606 IPRO, BMX Garra IPRO, M5947 IPRO e M6410 apresentaram maiores valores de severidade da mancha alvo, enquanto as menores severidades da doença foram registradas nas cultivares P96R10 IPRO, P96R29 IPRO, BMX Lótus IPRO, BMX Delta IPRO, HO Pirapó IPRO e SYN 15630 IPRO foram mais resistentes à doença. Isso demonstra que existe uma ampla variação no nível de resistência horizontal das cultivares de soja à mancha alvo. Outros trabalhos têm evidenciado diferenças entre cultivares quanto à resistência à mancha

alvo. Experimentos realizados no Distrito Federal mostraram que as cultivares podem ser agrupadas em altamente suscetíveis, suscetíveis, moderadamente resistentes e altamente resistentes; na ausência da aplicação de fungicidas, a cultivar CD 2827 foi demonstrada ser a mais suscetível, seguida pela TEC 7022 e BMX Bônus, enquanto C 2811 e C 2830 foram as menos suscetíveis (COSTA et al., 2023). Em outro estudo realizado no campo, as cultivares mais resistentes foram M-SOY 8866, M-SOY 7908 RR e BMX Potência RR e as mais suscetíveis foram BRSGO 8360 e BRS Tracajá (TERAMOTO et al., 2013). Dessa forma, a escolha de cultivares com maiores níveis de resistência constitui uma estratégia viável para ser inserida no manejo integrado da mancha alvo.

O dano causado pela mancha alvo tem sido variável e inconsistente, com relatos de nenhum dano (FASKE & KIRKPATRICK, 2011; PLOPER et al., 2013) até mais de 40% (KOENNING et al., 2006). A variação na resistência e/ou tolerância das cultivares de soja pode ser um dos fatores que explique tal discrepância, conforme evidenciado o presente trabalho. Na safra 2019/2020, o dano variou entre 7% e 25%, ao passo que na safra 2020/2021, o dano variou de 6% a 52%. De maneira consistente com os resultados encontrados no presente trabalho, análises dos ensaios em rede da Embrapa Soja mostraram que a cultivar teve um efeito significativo na magnitude de redução da produtividade devida à mancha alvo, que variou de 11% a 42%, dependendo da cultivar (EDWARDS MOLINA et al., 2019).

Dois tratamentos fungicidas, um com duas aplicações, e outro com quatro, foram investigados para avaliar a responsividade de cultivares à mancha alvo. Os tratamentos com quatro aplicações foram constituídos por uma mistura de QoI + SDHI (picoxistrobina + benzovindiflupir) nas duas primeiras aplicações e QoI + DMI (picoxistrobina + ciproconazol) nas duas últimas. Essa mistura QoI + DMI também foi usada no tratamento com duas aplicações. O fungicida multissítio mancozebe foi adicionado em todas as aplicações. De modo geral, a aplicação de fungicidas reduziu a severidade da mancha alvo e aumentou a produtividade e quatro aplicações foram mais eficientes do que duas. Contrariamente aos resultados encontrados neste trabalho, aplicações de DMI ou QoI isoladamente, de misturas duplas de DMI + QoI e de uma mistura tripla de DMI + QoI + MBC aplicadas em R4 não reduziram a severidade da

mancha alvo em experimentos realizados no Mississippi (EUA) (ALLEN, 2017). Essa ausência de significância pode estar associada a aplicações tardias ou ao uso de moléculas ineficientes. Por outro lado, meta-análises de pelo menos 20 experimentos realizados no Brasil durante a safras 2012 a 2016 mostraram que aplicações iniciadas entre 45-50 dias após a emergência foram eficientes no controle da mancha alvo (EDWARDS MOLINA et al., 2019). Nesse caso, misturas de QoI + SDHI (piraclostrobina + fuxapiraxade) e DMI + QoI + SDHI (epoxiconazol + piraclostrobina + fluxapiraxade) reduziram a severidade da mancha alvo em mais de 75% (EDWARDS MOLINA et al., 2019). A partir dos resultados do presente estudo, pode-se concluir que, quando cultivares suscetíveis são semeadas e as condições ambientais são favoráveis à mancha alvo, é necessário iniciar mais cedo o programa de aplicações, visto que, no programa mais eficiente (quatro aplicações), a primeira aplicação foi realizada aos 35 dias após a emergência. A presença de SDHI no programa de controle também pode ter contribuído para a maior eficiência do programa com quatro aplicações em relação ao programa com duas aplicações. Além disso, o aumento no número de aplicações de mancozebe representa outro fator que pode ter contribuído para aumentar o controle da doença e a produtividade no programa com quatro aplicações. De fato, o controle da mancha alvo aumentou de 56% para 78% e, a produtividade de 3019 kg ha⁻¹ para 3677 kg ha⁻¹, em programa com quatro aplicações de fungicidas sítio específicos associados a uma ou a quatro aplicações de mancozebe (RIBEIRO et al., 2016). Além do aumento na eficácia, o uso de fungicidas multissítios, como o mancozebe, torna-se vital para o manejo antirresistência de *C. cassiicola*.

Uma interação significativa entre cultivares e fungicidas na resposta em produtividade ao tratamento com fungicidas no controle da mancha alvo têm sido demonstrada em trabalhos prévios. Em um estudo, as cultivares BMX Potência RR, NA5909 RG e TMG803 não apresentaram ganho em produtividade significativo devido à aplicação de fungicida; por outro lado, para a cultivar M9144 RR, o tratamento com fungicida resultou em aumento na produtividade, em que os ganhos na produtividade promovidos por prothioconazol + trifloxistrobina (647 kg ha⁻¹) e epoxiconazol + piraclostrobina + fluxapiraxade (573 kg ha⁻¹) foram maiores do que aqueles conferidos pelo carbendazim (248 kg ha⁻¹) (EDWARDS MOLINA et al., 2019). Esses resultados

são consistentes com os dados obtidos no presente estudo, no qual foi encontrada ampla variação na responsividade das cultivares de soja ao controle químico da mancha alvo nas duas safras de soja. Cultivares que tiveram baixa severidade, como SYN 1258 RR, SYN 1059 RR na primeira safra e, 96R10, SYN 15630 IPRO e HO Pirapó IPRO na segunda, foram pouco responsivas com relação ao ganho produtivo devido à aplicação de fungicidas. As cultivares menos responsivas mostraram aumentos de apenas 52 kg ha⁻¹ (SYN 1258 RR) e de 35 kg ha⁻¹ (SYN 15630 IPRO) para cada aplicação de fungicida na primeira e segunda safra, respectivamente. Por outro lado, BMX Garra IPRO, M5947 IPRO e M6410 IPRO, que tiveram elevados valores de severidade, foram mais responsivas à aplicação. Nas duas safras, os maiores incrementos em produtividade foram observados na cultivar BMX Garra IPRO, com aumentos de 232 kg ha⁻¹ 564 kg ha⁻¹ para cada aplicação de fungicida. A cultivar BS 2606 IPRO, apesar de ter apresentado elevada severidade da mancha alvo, foi pouco responsiva ao tratamento com fungicida. Nessa cultivar, em particular, foi verificada intensa queda de legumes, especialmente em janeiro de 2021, quando ocorreram diversos dias consecutivos com tempo nublado e chuvoso, o que limitou sua produtividade. Algumas cultivares também apresentaram variação na resposta de acordo com a safra. A cultivar SYN 1258 RR, por exemplo, que apresentou baixa responsividade na primeira safra, foi altamente responsiva na segunda. Isso indica elevada interação desse genótipo com o ambiente. Outros trabalhos também têm observado variação na reação das cultivares de acordo com o ambiente. Quando as reações observadas em casa de vegetação e no campo à mancha alvo, as cultivares BMX Potência RR e M-SOY 7908 RR comportaram-se como mais suscetíveis na casa de vegetação, porém foram mais resistentes no campo (TERAMOTO et al., 2013).

4 CONCLUSÃO

As cultivares de soja apresentaram variação no nível de resistência horizontal à mancha alvo. SYN 1058 RR e SYN 1259 RR foram mais resistentes na primeira safra, enquanto P96R10 IPRO, P96R29 IPRO, BMX Lótus IPRO, BMX Delta IPRO, HO Pirapó IPRO e SYN 15630 IPRO foram mais resistentes na segunda safra. BMX Garra IPRO, M5947 IPRO, BS 2606 IPRO e M6410 IPRO foram mais suscetíveis. De modo geral, quatro aplicações de fungicida foram mais eficientes do que duas. As cultivares mais suscetíveis normalmente apresentaram maior responsividade ao controle químico do que cultivares mais resistentes. A escolha da cultivar é de fundamental importância para a construção de um programa eficiente para o controle da mancha alvo.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 2005. 922p.

ALLEN, T. **Mississippi State University - Extension and Research**. Managing Target Spot of Soybean: 2016. Fungicide trial efficacy results, abril 2017. Disponível em: <<https://www.mississippi-crops.com/2017/04/01/managing-target-spot-of-soybean-2016-fungicide-trial-efficacy-results/>>. Acesso em: 17 mai. 2023.

ALMEIDA, A. M. R.; MACHADO, C. C.; FERREIRA, L. P.; LEHMAN, P. S.; ANTONIO, H. Ocorrência de *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei no estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**. v1, p. 111-112. 1976.

ALMEIDA, A. M. R.; SARAIVA, O.F.; FARIAS, J.R.B.; GAUDÊNCIO, C.A.; TORRES, E. Survival of pathogens on soybean debris under no tillage and conventional tillage systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1231-1238, 2001.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro – grãos**: Oitavo levantamento, maio 2023 – safra 2022/23.: Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos/boletim-da-safra-degraos/item/download/47458_af0d211f461aaca282f140c947afc938>. Acesso em: 03 mai. 2023.

COSTA É. DE C. et al. Varietal response to soybean target spot (*Corynespora cassiicola*) in the Brazilian Neotropical Savannah. **Phytoparasitica**, p. 1–14, 2023.

EDWARDS MOLINA, J. P. et al. Effect of target spot on soybean yield and factors affecting this relationship. **Plant Pathology**, v. 68, n. 1, p. 107–115, 1 jan. 2019.

EDWARDS MOLINA, J. P. et al. Soybean target spot caused by *Corynespora cassiicola*; A resurget disease in the Americas. **Tropical Plant Pathology**.v.47, n. 3, p. 315-331. 1 mar. 2022.

EMBRAPA SOJA. Tecnologias de Produção de Soja -Região Central do Brasil 2014. **Embrapa**, p. 1–265, 2013.

FASKE, T.; KIRKPATRICK T. Target spot of soybean. University of Arkansas Division of Agriculture.2011 Disponível em: <https://mssoy.org/uploads/files/target-spot-uaex.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2023.

FEHR, W.R., CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12p. (Special Report, 80).

KOENNING, S.R.; CRESWELL, T.C.; DUNPHY, E.J.; SIKORA, E.J.; MUELLER, J.D; Increased occurrence of target spot of soybean caused by *Corynespora cassiicola* in the southeastern United States. **Plant Disease** v.90, p. 974, 2006.

PLOPER, L.D.; GONZÁLEZ, DE LISI V.; REZNIKOV, S.; HENRIQUEZ, D.D.; DEVANI, M. R.; Research on target spot of soybean in north-western Argentina. **Proceedings of the World Soybean Research Conference IX (WSRC IX)**. Durban, South Africa. 2013.

RIBEIRO, F. D. C. et al. Associação de fungicida protetor com fungicidas sistêmicos no controle de mancha-alvo na cultura da soja. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 5, p. 51, 31 dez. 2016.

TERAMOTO, A. et al. Reação de cultivares de soja à *Corynespora cassiicola*. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 1, p. 68–71, 2013.

TERAMOTO, A.; MEYER, M. C.; SUASSUNA, N. D.; CUNHA, M. G. *In vitro* sensitivity of *Corynespora cassiicola* isolated from soybean to fungicides and field chemical control of target spot. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 281-289, 2017.

VALE, F. X. R.; FERNADES FILHO, E. I. F.; LIBERATO, J. R. QUANT – **A software for plant disease severity assessment**. In: Anais... International Congress of Plant Pathology, 8. Christchurch, New Zealand, 2003.