

Fitotoxicidade em soja por protioconazol e atenuação de estresse oxidativo pelo uso de mancozeb e micronutrientes

*Phytotoxicity in Soybean Caused by Prothioconazole and Attenuation of Oxidative Stress
Through the Use of Mancozeb and Micronutrients*

ANA CECÍLIA DE LIMA PEREIRA

Discente de Agronomia (UNIPAM)
anaceciliap@unipam.edu.br

LUIS HENRIQUE SOARES

Professor orientador (UNIPAM)
luishs@unipam.edu.br

Resumo: A soja (*Glycine max* L.) é uma cultura de grande importância no cenário agrícola mundial, sendo utilizada tanto para consumo humano quanto animal. Para alcançar altos níveis de produtividade, é essencial o manejo adequado das plantas e o controle eficiente de doenças. Este estudo avalia o impacto do uso de fungicidas, como o Protioconazol, em combinação com Mancozebe, Mn e Zn, na soja, considerando diferentes horários de aplicação. O experimento foi conduzido na EPAMIG, em Patos de Minas - MG, com a aplicação de fungicidas em horários específicos para avaliar a fitotoxicidade e o desenvolvimento da planta. Os resultados mostraram que o Protioconazol, especialmente quando aplicado entre 15h e 18h, foi eficiente no aumento da massa de raízes, caules e folhas, além de promover um maior número de ramificações. A temperatura foi um fator determinante na eficácia dos tratamentos, com o Protioconazol mostrando melhores resultados quando aplicado em horários de temperatura mais baixa. Não foram observadas diferenças significativas para a massa de vagens e número de vagens, indicando que a aplicação de fungicidas não teve impacto direto nessas variáveis. Assim, o Protioconazol foi identificado como o principal responsável pela melhora no desenvolvimento da soja, quando aplicado nos horários corretos, sem a necessidade de aditivos para reduzir os danos causados por estresse oxidativo.

Palavras-chave: soja; fungicidas; Protioconazol; Mancozebe; fitotoxicidade; horário de aplicação; manganês; zinco.

Abstract: Soybean (*Glycine max* L.) is a crop of great global agricultural relevance, used for both human and animal consumption. To achieve high productivity levels, proper plant management and effective disease control are essential. This study evaluates the impact of fungicide application—specifically Prothioconazole, in combination with Mancozeb, Mn, and Zn—on soybean development, considering different times of application. The experiment was carried out at EPAMIG, in Patos de Minas, Brazil, with fungicide treatments applied at specific times to assess phytotoxicity and plant development. Results showed that Prothioconazole, especially when applied between 3:00 p.m. and 6:00 p.m., was effective in increasing root, stem, and leaf biomass, as well as promoting a greater number of branches. Temperature proved to be a determining factor in the effectiveness of treatments, with Prothioconazole showing improved

outcomes when applied during cooler periods. No significant differences were observed in pod mass and pod number, indicating that fungicide application had no direct impact on these variables. Thus, Prothioconazole was identified as the main contributor to enhanced soybean development when applied at appropriate times, with no need for additives to mitigate oxidative stress-induced damage.

Keywords: soybeans, fungicides, Prothioconazole, Mancozeb, phytotoxicity, application timing; manganese; zinc.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das culturas agrícolas mais produzidas no mundo, ocupando posição de destaque no cenário agrícola global devido à sua ampla utilização tanto na alimentação humana quanto animal. De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023), na safra 2022/2023, o Brasil alcançou uma produtividade média de 3.532 kg de grãos de soja por hectare, em uma área cultivada de 43,83 milhões de hectares, resultando em uma produção total de 154,82 milhões de toneladas. Contudo, para atingir elevados patamares de produtividade, é imprescindível a adoção de um manejo cultural adequado, que assegure o desenvolvimento equilibrado das plantas ao longo de todo o ciclo produtivo. Um dos principais desafios enfrentados atualmente é o controle eficiente de doenças, evitando prejuízos severos às plantas (Balbinot *et al.*, 2017).

A utilização de sementes com alto vigor fisiológico, o emprego de cultivares com resistência genética e a observância do período ideal de semeadura são práticas essenciais para mitigar perdas na cultura (Navarini *et al.*, 2007; Polizel *et al.*, 2011). Dentre as doenças que comprometem significativamente a produtividade da soja, destaca-se a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), considerada uma das mais severas e de difícil controle. Devido à inexistência de cultivares comerciais com resistência efetiva, tem-se intensificado o uso de fungicidas como principal estratégia de controle, o que pode ocasionar estresse oxidativo nas plantas, em decorrência tanto da superdosagem quanto da limitação temporal imposta pela curta janela de aplicação (Finoto *et al.*, 2011).

Ademais, um dos principais problemas associados ao uso de fungicidas é a fitotoxidade, a qual pode estar relacionada a diversos fatores, como condições climáticas adversas, temperatura, umidade relativa elevada e aplicação inadequada do produto. Inicialmente, esses fatores podem provocar estresses imperceptíveis; entretanto, em condições extremas, esses efeitos são potencializados, ocasionando danos significativos, tais como queima das folhas, encarquilhamento, redução de crescimento vegetativo e da floração (Godoy *et al.*, 2015).

Estudos conduzidos por Calomé *et al.* (2020) demonstraram que a associação do fungicida Mancozeb com a mistura Trifloxistrobina + Prothioconazol, combinação amplamente utilizada no controle da ferrugem asiática, tem contribuído para a atenuação dos efeitos fitotóxicos e a mitigação de perdas potenciais de produtividade. Tal efeito pode ser atribuído ao fato de que, além da ação protetora contra patógenos fúngicos, o Mancozeb contém micronutrientes em sua composição, os quais auxiliam na

recuperação celular e na redução do estresse causado pela mistura Trifloxistrobina + Protiocanazol (Alves; Juliatti, 2018).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a intensidade dos danos provocados pelo uso excessivo de fungicidas, considerando a influência do horário de aplicação, bem como investigar de que forma esses efeitos podem ser atenuados por meio da utilização de fungicidas curativos e de micronutrientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO

O experimento foi conduzido na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), no campo experimental de Sertãozinho, localizado no município de Patos de Minas – MG, na rodovia sentido Presidente Olegário, Km 18. Para a adubação corretiva, foram aplicados $270 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de fertilizante com as seguintes concentrações de nutrientes: 07% de N, 34% de P_2O_5 , 08% de Ca e 08% de S. Posteriormente, realizou-se a adubação de cobertura com a aplicação de $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de cloreto de potássio (KCl).

Cada unidade experimental foi constituída por cinco linhas com dois metros de comprimento, espaçadas em 0,5 metro entre si. A área útil da parcela foi delimitada pelas três linhas centrais, desconsiderando-se 0,20 metro nas extremidades. A cultivar utilizada foi a Brasmax Voraz IPRO, sendo as aplicações realizadas quando as plantas atingiram o estágio fenológico R2 (pleno florescimento).

Para o manejo de plantas invasoras, foi realizada uma aplicação para dessecação utilizando $1,2 \text{ L ha}^{-1}$ de Basagran® [Bentazona, 600 g L^{-1} (60% m/v)] + $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ de Poquer® [Cletodin, 240 g L^{-1} (24% m/v)] + 3 L ha^{-1} de ZAPP QI 620® (glifosato potássico, 620 g L^{-1} – 62% m/v).

Posteriormente, quando as plantas atingiram o estágio fenológico V3, próximo ao V4, foi realizada uma segunda aplicação de herbicidas, composta por $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ de Poquer® [Cletodin, 240 g L^{-1} (24% m/v)] + 3 L ha^{-1} de ZAPP QI 620® (glifosato potássico, 620 g L^{-1} – 62% m/v).

Para o controle de doenças, foi realizado o manejo com fungicidas nas seguintes dosagens e produtos: $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ de Difere® [oxicloreto de cobre, 588 g L^{-1}] + $0,3 \text{ L ha}^{-1}$ de Orquestra® [piraclostrobina, 333 g L^{-1} + fluxapirroxade, 167 g L^{-1}], aplicados no estágio V5/V6; e $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ de Difere® [oxicloreto de cobre, 588 g L^{-1}] + $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ de Ativum® [piraclostrobina, 81 g L^{-1} + fluxapirroxade, 50 g L^{-1} + epoxiconazol, 50 g L^{-1}].

O experimento contou com 13 tratamentos, com quatro repetições cada, totalizando 52 unidades experimentais, distribuídas segundo o delineamento em blocos casualizados. As aplicações foram realizadas com pulverizador manual, considerando-se o horário de aplicação e a descrição dos tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição dos tratamentos. EPAMIG, Patos de Minas - MG, 2023

Tratamentos	Horários	Descrição	Doses
T1	-	-	-
T2	09:00	Protioconazol	2,0 L.ha-1
T3	12:00	Protioconazol	2,0 L.ha-1
T4	15:00	Protioconazol	2,0 L.ha-1
T5	18:00	Protioconazol	2,0 L.ha-1
T6	09:00	Protioconazol + MZB	2,0 L.ha-1 + 1,5 L.ha-1
T7	12:00	Protioconazol + MZB	2,0 L.ha-1 + 1,5 L.ha-1
T8	15:00	Protioconazol + MZB	2,0 L.ha-1 + 1,5 L.ha-1
T9	18:00	Protioconazol + MZB	2,0 L.ha-1 + 1,5 L.ha-1
T10	09:00	Protioconazol + MZB + (Mn + Zn)	2,0 L.ha-1 + 1,5 L.ha-1 + 0,3 Kg.ha-1 + 0,225 Kg.ha-1
T11	12:00	Protioconazol + MZB + (Mn + Zn)	2,0 L.ha-1 + 1,5 L.ha-1 + 0,3 Kg.ha-1 + 0,225 Kg.ha-1
T12	15:00	Protioconazol + MZB + (Mn + Zn)	2,0 L.ha-1 + 1,5 L.ha-1 + 0,3 Kg.ha-1 + 0,225 Kg.ha-1
T13	18:00	Protioconazol + MZB + (Mn + Zn)	2,0 L.ha-1 + 1,5 L.ha-1 + 0,3 Kg.ha-1 + 0,225 Kg.ha-1

MZB: Mancozeb.

2.2 AVALIAÇÕES

A importância da utilização de análises de crescimento de plantas fundamenta-se no fato de que, aproximadamente, 90% da massa seca acumulada pela planta ao longo de seu ciclo é resultante da atividade fotossintética; o restante é oriundo da absorção de nutrientes e água pelo solo (Benincasa, 2004). A partir dos dados de massa dos diferentes órgãos da planta, obtidos ao longo do seu desenvolvimento, é possível quantificar índices fisiológicos que refletem o desempenho de plantas submetidas a distintos sistemas de manejo.

A taxa de crescimento absoluto indica a velocidade de crescimento das plantas, refletindo a capacidade de incremento da massa vegetal ao longo do tempo. No entanto, para os estudos fisiológicos, a taxa de crescimento relativo apresenta maior relevância, uma vez que permite expressar o crescimento da planta em função da sua massa inicial. Isto é, a taxa de crescimento relativo considera a biomassa produzida não apenas para manutenção das estruturas preexistentes, mas também para a formação e o acúmulo de novo material estrutural.

As avaliações foram realizadas no Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP), localizado no Campus I do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. Foram conduzidas análises de crescimento com base na massa seca de raiz, caule, folhas e cotilédones, bem como em parâmetros morfofisiológicos, como comprimento e volume radicular, número de vagens, número de nós e número de ramificações (total e unidade)

Foram coletadas quatro plantas por repetição para a realização das avaliações fenométricas, quando as plantas atingiram o estágio de desenvolvimento R6/R7. Após a coleta, procedeu-se à separação dos órgãos vegetativos: folhas, caule, raízes e

cotilédones. Em seguida, cada fração foi acondicionada em sacos de papel devidamente individualizados e identificados, sendo posteriormente encaminhada à estufa de secagem com ventilação forçada, à temperatura constante de 65 °C, até a obtenção de massa seca constante. As pesagens foram realizadas em balança digital com precisão de 0,01 g.

O volume radicular foi determinado com o uso de proveta graduada previamente preenchida com água. As raízes, após separadas do caule, foram inseridas na proveta, e a diferença entre os volumes final e inicial do líquido indicou o volume radicular da unidade experimental. A contagem do número de vagens, nós e ramificações foi realizada por observação direta. Posteriormente, todos os dados foram tabulados em planilha eletrônica e submetidos à análise estatística.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após as análises, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis massa de raízes, massa de caules, massa de folhas, massa de vagens, número de nós e número de ramificações, indicando estreita relação entre essas avaliações. Contudo, para o número de vagens e a massa de vagens, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, conforme demonstrado nas tabelas a seguir.

Tabela 2: Resultados. EPAMIG, Patos de Minas - MG, 2025

Trat	Descrição	Raiz (g)	Caule (g)	Folha (g)	Vagem (g)
T1	Controle	0,600DE	5,313BCD	1,622E	7,634ABC
T2	Protioconazol 9h	0,718BCD	5,204BCD	2,050CDE	7,028CD
T3	Protioconazol 12h	0,732BCD	5,109BCD	2,306CDE	7,600ABC
T4	Protioconazol 15h	0,800ABC	5,682 AB	2,084CDE	8,401A
T5	Protioconazol 18h	0,928A	6,310 A	2,722A	7,784ABC
T6	Protioconazol+MZB 9h	0,537E	4,862CD	2,391ABC	6,517D
T7	Protioconazol+MZB 12h	0,604DE	4,705D	1,659DE	6,640D
T8	Protioconazol+MZB 15h	0,711BCD	5,413BCD	2,122CD	8,126AB
T9	Protioconazol+MZB 18h	0,795ABC	5,222BCD	2,345ABC	7,288BCD
T10	Protioconazol+(Mn+Zn) 9h	0,715BCD	5,602ABC	2,284ABC	6,581D
T11	Protioconazol+(Mn+Zn) 12h	0,652CDE	5,514BC	2,199CD	7,149DC
T12	Protioconazol+(Mn+Zn) 15h	0,799ABC	5,675AB	2,602AB	8,302A
T13	Protioconazol+(Mn+Zn) 18h	0,832AB	5,808AB	2,652AB	8,081AB
	CV (%)	8,78	5,63	8,56	4,79
	DMS	0,159	0,763	0,478	0,178

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Tabela 3: Resultados. EPAMIG, Patos de Minas - MG, 2025

Trat.	Descrição	Nº Nós	Nº Ram.	Nº Vagens	Massa/vagem
T1	Controle	22,063ABCD	2,875BC	44,625	0,178
T2	Protioconazol 9h	21,188ABCD	3,063BC	38,250	0,186
T3	Protioconazol 12h	22,188ABCD	3,313BC	39,750	0,192
T4	Protioconazol 15h	23,313ABCD	3,688ABC	45,438	0,186
T5	Protioconazol 18h	24,875A	3,938AB	48,250	0,162
T6	Protioconazol+MZB 9h	19,750BCD	2,500C	37,688	0,177
T7	Protioconazol+MZB 12h	19,188D	2,500C	38,000	0,177
T8	Protioconazol+MZB 15h	23,625AB	3,250BC	45,125	0,181
T9	Protioconazol+MZB 18h	20,750ABCD	3,125BC	41,500	0,179
T10	Protioconazol+(Mn+Zn) 9h	19,250CD	2,563C	38,375	0,182
T11	Protioconazol+(Mn+Zn) 12h	20,563BCD	2,750BC	39,500	0,182
T12	Protioconazol+(Mn+Zn) 15h	23,375ABC	3,500ABC	43,250	0,193
T13	Protioconazol+(Mn+Zn) 18h	24,875A	4,688A	45,375	0,180
	CV (%)	7,62	15,68	11,59	13,27
	DMS	4,182	1,261	12,173	0,060

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Nessa perspectiva, os tratamentos que apresentaram os melhores resultados para a massa de raízes foram T4 (ABC), T5 (A), T9 (ABC), T12 (ABC) e T13 (AB). Tal desempenho pode ser atribuído, em especial, à presença do ingrediente ativo protioconazol em aplicações realizadas após as 15h, sendo o horário de aplicação e a presença do fungicida fatores determinantes para os resultados observados. De acordo com recomendações técnicas, o protioconazol deve ser aplicado em condições de temperatura inferiores a 30 °C e umidade relativa do ar superior a 55% (FOX®, 2024; Brasil, 2024), o que justifica a influência do horário de aplicação. Situação semelhante ocorre quando o produto é aplicado em associação com mancozebe, manganês (Mn) e zinco (Zn).

Segundo Fagan (2022), o zinco está relacionado ao metabolismo de auxinas, hormônios vegetais que promovem o desenvolvimento de raízes laterais. O manganês, por sua vez, exerce influência sobre o crescimento radicular por meio da ativação de enzimas da via do ácido chiquímico, que participa da biossíntese de aminoácidos aromáticos como tirosina, fenilalanina e triptofano. Esses mecanismos corroboram a afirmação de que a eficácia de produtos fitossanitários é fortemente condicionada às variáveis climáticas no momento da aplicação (Antuniassi, 2012).

Para massa de caules, os tratamentos T4 (AB), T5 (A), T10 (ABC), T12 (AB) e T13 (AB), obtiveram melhores resultados. Nesse sentido, o Protioconazol teve performance ótima isolado, após às 15h, e quando associado ao Mn e Zn teve eficiência máxima em quase todos os períodos do dia, exceto às 12h, período mais quente em que foi exposto. Ademais, seu uso junto ao Mancozebe teve efeitos ruins, especialmente em períodos mais quentes, no qual sua mistura causou fitotoxidez, podendo causar prejuízos fotossintéticos significativos (Marques, 2021).

No mesmo contexto, os tratamentos T5 (A), T6 (ABC), T9 (ABC), T10 (ABC), T12 (AB) e T13 (AB) apresentaram os maiores valores de massa de folhas. O fungicida protioconazol, quando aplicado isoladamente, demonstrou melhor desempenho no

período após as 18h. Quando associado ao mancozebe, os melhores resultados foram observados em horários de menor intensidade térmica, o que favoreceu o acúmulo de massa foliar. De forma semelhante, a combinação do protioconazol com os micronutrientes Mn e Zn apresentou maior eficácia em períodos de temperatura amena, com exceção do horário das 12h, quando a elevada temperatura reduziu sua eficiência. Assim, a temperatura demonstrou ser um fator determinante para o acúmulo de massa de folhas (Santos, 2020).

Quanto à massa de vagens, os tratamentos T1 (ABC), T3 (ABC), T4 (A), T5 (ABC), T8 (AB), T12 (A) e T13 (AB) apresentaram os melhores resultados. No entanto, de modo geral, as aplicações dos fungicidas não promoveram incrementos significativos na massa de vagens. Observou-se que as aplicações realizadas às 9h e às 12h estiveram associadas à redução desse parâmetro, o que pode ser atribuído à menor eficiência dos produtos nesses horários, conforme discutido anteriormente.

Para o número de nós, os tratamentos T1 (ABCD), T2 (ABCD), T3 (ABCD), T4 (ABCD), T5 (A), T8 (AB), T9 (ABCD), T12 (ABC) e T13 (A) apresentaram os melhores resultados. O tratamento controle demonstrou diferença significativa positiva, assim como os tratamentos que receberam aplicação de protioconazol isolado. Adicionalmente, a associação entre protioconazol e mancozebe foi eficaz quando aplicada sob condições de temperatura moderada. De forma semelhante, o uso de protioconazol combinado a Mn e Zn também foi influenciado pela temperatura, com maior eficiência observada nas aplicações realizadas entre 15h e 18h.

Sincronamente, para o número de ramificações, os tratamentos T4 (ABC), T5 (AB), T12 (ABC) e T13 (A) indicaram que a aplicação de protioconazol após as 15h resultou em maior número de ramificações. Observou-se também incremento na formação de ramificações quando o produto foi associado ao Mn e Zn.

Ademais, para o número de vagens e a massa de grãos por vagem, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos.

4 CONCLUSÃO

O uso do Protioconazol promoveu benefícios significativos à produção da soja, sobretudo quando aplicado nos horários das 15h e 18h. A associação com Mancozebe apresentou benefícios pontuais quando aplicada às 18h, embora não tenha proporcionado incrementos expressivos na massa de caules e vagens nem no número de ramificações.

Adicionalmente, a combinação do Protioconazol com Mn e Zn resultou em efeitos positivos quando aplicada nos mesmos horários (15h e 18h), ainda que seus resultados tenham sido similares aos efeitos obtidos com o Protioconazol isolado.

Dessa forma, o Protioconazol demonstrou ser o principal agente responsável pela manutenção e promoção do desenvolvimento em plantas de soja, não sendo necessários ativos de redução de fitotoxicidade e estresses oxidativos se aplicado em horário adequado, de 15h às 18h.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 3, p. 245-251, set. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/167203>.
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. In: TOMQUELSKI, G. V. *et al.* (eds.). **Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012**. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão, 2012. cap. 16, p. 113-139.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Contribuição de raízes e parte aérea de espécies de braquiárias no desempenho da soja em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 592-598, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2017000800004>.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP. 2004.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Monografia do ingrediente ativo: Protioconazol**. Brasília: Anvisa, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/p/4494json-file-1>.
- CALOMÉ, L. M. *et al.* Eficiência de diferentes combinações de fungicidas multissítios no controle de *Phakopsora pachyrhizi* em soja. **Circular Técnica do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural**, v. 2, n.10, 2020. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br>
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**: 11º Levantamento - Safra 2023/24. Brasília, v. 11, n. 11, 2023.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2000/01**. Londrina: Embrapa Soja, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Tecnologias de Produção de Soja**: Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 262p., 2011.
- FAGAN, E. B. Nutrição Mineral. In: FAGAN, E. B. *et al.* **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, relações hídricas e nutrição mineral. Piracicaba: Editora Pecege, 2022. Parte III.

FINOTO, E. L. *et al.* Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agronômicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, v. 5, n. 1, p. 44, abr. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v5i1.418>.

FOX® SC. Bayer S.A. São Paulo: Bayer S.A., 2024. Bula de produto agrônômico. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2024-10/fox_sc.pdf.

GODOY, C. V. *et al.* **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Londrina: Embrapa Soja (Circular Técnica, 111), p. 6, 2015.

MARQUES, L. N. **Mancozebe associado ao patossistema *Phakopsora pachyrhizi* × *Glycine max*: respostas fisiológicas das plantas.** 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/11631>.

NAVARINI, L. *et al.* Controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow) na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 2, p. 182-186, jun. 2007. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-54052007000200013>.

POLIZEL, A. C. *et al.* Teor de clorofila e severidade da ferrugem asiática em função de cultivares, aplicação de fungicida e época de semeadura da soja. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. Goiânia, vol.7, n.12, 2011. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrar.htm>.

SANTOS, M. L. M. **Volume de calda e horário da aplicação no controle de doenças na cultura da soja (*Glycine max*).** 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/202391>