



Avaliação da aplicação foliar de potássio no controle da antracnose da soja

Rogério Romero da Silveira¹, Vittor Gomes Cavalcanti^{1*} e Felipe André Sganzerla Graichen¹

¹ Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul – Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-5760-353X>

² Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul – Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-0763-2513>

³ Docente do Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul – Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-0516-5042>

* Autor Correspondente: gomesvittor5@gmail.com

Recebido: 07/07/2025; Aceito: 28/08/2025

Resumo: O manejo de doenças é essencial à produtividade agrícola. O objetivo desse estudo foi avaliar a utilização de potássio aplicado via foliar no controle da antracnose da soja. O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, unidade de Aquidauana, no laboratório de Fitossanidade (Fitossan-AQ), em casa de vegetação. Utilizou-se as cultivares Nidera NS 6700 IPRO e Monsoy M6410 IPRO. Foram utilizados os indutores K_2SiO_3 e KCl nas cinco doses: 0; 1,31; 2,62; 5,24 e 10,48 g L⁻¹ de K₂O. O isolado de *C. truncatum* foi obtido de plantas de soja na safra 2020/2021 em Aquidauana e cultivado em meio BDA. A inoculação foi realizada 24 horas após a aplicação dos indutores, no estágio vegetativo V3, com suspensão de esporos 1,6 x 10⁶ conídios mL⁻¹, aplicada na face adaxial do segundo trifólio. Foram avaliadas a fitotoxicidade aos 7 dias, notas de severidade aos 7 e 12 dias e área da doença aos 12 dias. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (2x2x5), com 20 tratamentos e 5 repetições. As variáveis fitotoxicidade e notas de severidade foram analisadas utilizando Kruskal-Wallis e Dunn 5%. A área da doença foi submetida a uma ANOVA, com interação significativa sendo realizado ajustes de regressões polinomiais. A maior fitotoxicidade foi registrada com o indutor na dose de 10,48 g L⁻¹ de K₂O, com nota 5 para K_2SiO_3 e nota 4,8 no KCl. As menores notas de severidade aos 7 dias foram constatadas utilizando K_2SiO_3 nas doses de 1,31 e 2,62 g L⁻¹ de K₂O na MS6410 IPRO notas 1,4 e 1,0 respectivamente e em NS 6700 IPRO na dose 1,31 g L⁻¹ de K₂O, nota 2,2. Aos 12 dias, a maior fitotoxicidade manteve-se nas doses mais altas, enquanto as menores notas de severidade foram constatadas nas doses 1,31 e 2,62 g L⁻¹ de K₂O. Na avaliação da área da doença na cultivar M6410 IPRO, as doses ideais foram 1,31 g L⁻¹ de K₂O de KCl com 5,67% de severidade e 2,64 g L⁻¹ de K₂O no K_2SiO_3 com severidade de 12,76%. Na NS 6700 IPRO, as mesmas doses resultaram em severidades de 6,5% no KCl e 9,2% em K_2SiO_3 . Conclui-se que os indutores são capazes induzir a resistência nas doses mais eficientes no controle da antracnose para ambos os indutores são de 1,31 a 2,62 g L⁻¹ de K₂O, esses valores também estão associados a menor fitotoxicidade nas plantas de soja.

Palavras-chave: *Colletotrichum* spp.; indução de resistência; manejo fitossanitário; *Glycine max*.

Evaluation of foliar application of potassium in the control of soybean anthracnose

Abstract: Effective disease management is crucial to sustaining high agricultural productivity. This study evaluated the effect of foliar potassium application on the control of soybean anthracnose. The experiment was conducted in a greenhouse at the Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campus Aquidauana, using the cultivars Nidera NS 6700 IPRO and Monsoy M6410 IPRO. The inducers K_2SiO_3 and KCl were applied at five doses equivalent to 0, 1.31, 2.62, 5.24, and 10.48 g L⁻¹ of K₂O. The *Colletotrichum truncatum* isolate was obtained from soybean plants during the 2020/2021 growing season in Aquidauana and cultured in PDA medium. Fungi inoculation was performed 24 hours after inducer application, at the V3 soybean growth stage, with a suspension

of 1.6×10^6 conidia mL^{-1} applied to the adaxial surface of the second trifoliate leaf. Phytotoxicity was assessed at 7 days, severity scores at 7 and 12 days, and anthracnose severity at 12 days. The experiment followed a completely randomised design (CRD) in a factorial arrangement ($2 \times 2 \times 5$), with 20 treatments and 5 replicates. Phytotoxicity data were analysed using the Kruskal–Wallis and Dunn tests 5%, while anthracnose severity was analysed by ANOVA, with significant interactions adjusted by polynomial regression. The highest phytotoxicity was observed at 10.48 g L^{-1} of K_2O , with scores of 5 for K_2SiO_3 and 4.8 for KCl. The lowest severity scores at 7 days were recorded with K_2SiO_3 at 1.31 and 2.62 g L^{-1} of K_2O in M6410 IPRO scores 1.4 and 1.0, respectively, and with NS 6700 IPRO at 1.31 g L^{-1} score 2.2. At 12 days, the highest phytotoxicity remained associated with the highest doses, whereas the lowest severity persisted at the intermediate doses (1.31 and 2.62 g L^{-1} of K_2O). For disease severity in M6410 IPRO, the most effective doses were 1.31 g L^{-1} of K_2O from KCl 5.67% severity and 2.64 g L^{-1} of K_2O from K_2SiO_3 12.76%. In NS 6700 IPRO, the same doses resulted in severities of 6.5% for KCl and 9.2% for K_2SiO_3 . These findings demonstrate that both inducers are capable of eliciting resistance, with the most effective anthracnose control achieved at doses ranging from 1.31 to 2.62 g L^{-1} of K_2O , which were also associated with reduced phytotoxicity in soybean plants.

Key-words: *Colletotrichum* spp.; induced resistance; phytosanitary management; *Glycine max*.

1. INTRODUÇÃO

Na safra 2024/2025 a produção atual de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no Brasil foi de 3.614 kg ha^{-1} , sendo a média da produtividade $60,23 \text{ sc ha}^{-1}$. Mesmo com esse cenário favorável para a sojicultura no país, problemas fitossanitários limitam à produção, devido à incidência de doenças causadas por diferentes agentes etiológicos (CONAB, 2025). No cenário atual, a antracnose (*Colletotrichum truncatum* (Schwein.) (Andrus & W. D. Moore), é uma doença amplamente distribuída pelo mundo, em regiões tropicais e subtropicais, é responsável por reduzir a produção dos grãos em 50% e dependendo da severidade dos danos, causa 100% de perdas. Quando a taxa de incidência de doença nas áreas agrícolas é de 1 % o *C. truncatum* é capaz de reduzir a produtividade em $1,5 \text{ sc ha}^{-1}$ (DIAS et al., 2016; BOUFLER et al., 2021).

Os sintomas típicos da antracnose podem ser observados em todos os estádios fenológicos da soja, dependendo das condições ambientais. Nos estádios iniciais da cultura, surgem manchas circulares escuras nos cotilédones, que evoluem e provocam o tombamento das plântulas, reduzindo o estande populacional (DIAS et al., 2019). No estágio vegetativo, a doença se manifesta por meio de manchas vermelhas escarlates nas nervuras das folhas, nas hastes, no caule e no tecido foliar, no estágio reprodutivo, *Colletotrichum truncatum* causa manchas circulares escuras nos legumes, resultando na perda de grãos. Se durante todos os estádios da cultura no campo, a temperatura se mantenha em torno de 25°C e a umidade relativa esteja acima de 60%, é possível constatar a formação de acérvulos de *C. truncatum* nos tecidos lesionados (OLIVEIRA et al., 2021).

O fungo *C. truncatum* é um patógeno hemibiotrófico, mas esse fungo possui na sua patogênese características biotróficas e necrotróficas, sendo essas expressões específicas em cada estágio do ciclo de vida do patógeno durante o período em que ocasiona a doenças, porque há genes que codificam o metabolismo secundário, estimulando a penetração apressorial e as proteínas efetoras para manipulação do hospedeiro induzindo a biotrofia, mas há genes que codificam enzimas degradantes da parede celular, proteases e o transporte e absorção de nutrientes que o induz a necrotrófia, causando a morte da planta (BOUFLER et al., 2022; TIKAMI et al., 2023). Essas características do patógeno, são fatores problemáticos que afetam as decisões para a realização de uma estratégia de manejo do patógeno (RAO & NANDINENI, 2017).

A utilização de fungicidas, no controle químico é uma alternativa utilizada na estratégia de manejo das doenças foliares como a antracnose. Mas, para o fungo *C. truncatum* é constatada a resistência de algumas raças do patógeno contra as moléculas de fungicidas mais comuns utilizadas (POTI et al., 2020; ROGÉRIO et al., 2022). Havendo a necessidade de alternativas que solucionem esse gargalo, a resistência genética seria a solução mais prática para esse problema através do melhoramento genético das cultivares de soja, mesmo com os avanços ainda não existem cultivares resistentes a antracnose (NELSON et al., 2018).

A indução de resistência uma das alternativas mais utilizadas atualmente, seja realizando aplicações foliares com indutores de resistência, como o Acibenzolar-S-Metil associados as aplicações de fungicidas, ou utilizando fontes nutricionais, que são aplicadas sozinhas nas aplicações foliares, como o silicáto de potássio (K_2SiO_3), silicáto de cálcio (CaSiO_3) e fontes fosfatadas (POLANCO et al., 2014; ATTÍPOE et al., 2018; CAVALCANTE et al., 2022; BATISTA et al., 2023).

Os indutores são capazes de realizar a ativação do sistema de defesa das plantas utilizando os elicitores de caráter biótico ou abiótico, essa ativação resulta na expressão de um ou mais mecanismos de defesa que restringem a colonização dos tecidos vegetais, proporcionando uma eficiência de controle do patógeno (SAKATA et al., 2020). Foi constatado por Twizeyimana & Hartman (2019) um controle de 20 a 90 % na formação de urédias de *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. ao utilizar Acibenzolar-S-Metil.

A utilização de fontes como fosfito de potássio, fosfito de cobre e fosfito de manganês na indução de resistência, promove a ativação de enzimas, como fenilalanina amônia-liase, que participa da rota dos fenilpropanóides na síntese de compostos fenólicos, como as fitoalexinas e a síntese de lignina, estimulando as enzimas β -1,3 glucanase e a quitinase, que são enzimas hidrolíticas responsáveis pela degradação da parede celular do patógeno (BRUZAMARELLO et al., 2018). Os resultados constatados por Macedo et al. (2021) durante a supressão de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) utilizando como indutor resultou na redução da severidade da doença em 64% quando aplicada via foliar na dose de 2,0 mL L⁻¹.

As fontes silicatárias (SiO₄⁴⁻) e potássicas (K₂O) também são utilizadas como indutores, o silicato de potássio (K₂SiO₃), o silicato de cálcio (CaSiO₃) e o cloreto de potássio (KCl) estimulam os mecanismos de defesa das plantas na formação de estruturas pós formadas e tornando a parede celular rígida, químicas na produção de fitoalexinas como fenilalanina amônia liase (PAL) e polifenol oxidase (PPO), ações fitohormonais e liberação de ácidos fenólicos como cinâmico, ferúlico e salicílico que impede ação de patógenos no tecido vegetal (GAO et al., 2018; ISLAM et al., 2020; BRUNETTO et al., 2022). No estudo realizado por Brunetto et al. (2022) foi constatado que a utilização de silicato de cálcio reduziu a severidade de oídio (*Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takam.) na soja em 46%, proporcionando um incremento de 16 % na produção de grãos.

A eficiência dos indutores de resistência pode depender de vários fatores, como a resposta do hospedeiro sob determinada doença. Neste sentido é necessário obter-se mais informações a respeito dessa interação, para uma utilização correta dos indutores como parte eficaz das estratégias do manejo de doenças. Com isso, o objetivo deste experimento foi avaliar a utilização de potássio aplicado via foliar na redução da severidade da antracnose da soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e Condução do Experimento

O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, na Unidade de Aquidauana (UEMS/UUA), no laboratório de Fitossanidade (Fitossan-AQ). Sendo a condução experimental realizada em casa de vegetação, em vasos plásticos de dois litros preenchidos com substrato Carolina Soil[®]. Foram utilizadas as duas cultivares de soja, NIDEIRA NS 6700 IPRO e MONSOY M6410 IPRO, ambas possuem a tecnologia IPRO com proteção contra as principais lagartas da cultura da soja e RR sendo tolerantes ao glifosato. Foram semeadas 10 sementes por vaso de cada cultivar, e posteriormente realizado o desbaste sete dias após a emergência das plântulas, deixando as cinco plantas por vaso.

2.2 Indutores de Resistência e Doses

Para realizar a avaliação da resposta de indução de resistência para antracnose da soja nas cultivares NS6700 IPRO e M6410 IPRO, foram utilizados dois indutores, o silicato de potássio do produto comercial Quimifol[®] (silício 131 g.L⁻¹ de K₂O e g.L⁻¹ de Si - K₂SiO₃) e o cloreto de potássio (cloreto de potássio P.A. 99,5% - KCl). Os indutores K₂SiO₃ e KCl foram divididos em cinco doses: 0 g L⁻¹; 1,31 g L⁻¹; 2,62 g L⁻¹; 5,24 g L⁻¹; 10,48 g L⁻¹. Sendo a seleção e estabelecimento das doses, realizadas em função da quantidade de potássio (K₂O) presente na dose recomendada de 2 L ha⁻¹ do Quimifol[®], que tem um volume de 262g de K₂O na mesma. No tratamento com cloreto de potássio P.A., a dose foi ajustada de forma a fornecer a mesma quantidade de K₂O presente no tratamento com silicato de potássio. A aplicação das doses do potássio foi realizada 24 horas antes da inoculação do fungo, apenas no segundo trifólio, quando as plantas estavam no estágio vegetativo V3.

2.3 Isolamento do *Colletotrichum truncatum*

O isolado de *C. truncatum* utilizado na inoculação, foi obtido de lesões em folhas e hastes de plantas de soja sintomáticas, coletadas na região de Aquidauana, durante a safra 2020/2021. A doença e o agente etiológico foram identificados com base na caracterização dos sintomas e na observação das estruturas do patógeno em microscópio óptico. O isolamento do patógeno foi obtido pelo método de isolamento direto de estruturas do fungo, os acérvulos,

que foram transferidos diretamente de lesões para o meio de cultura autoclavado contendo BDA (batata 200 g-dextrose 20 g e ágar 20 g q.s.p 1000 mL) acrescidos com 300 mg L⁻¹ de sulfato de estreptomicina (ALFENAS & MAFIA, 2016).

O material isolado incubado em câmara de crescimento e mantido sob temperatura de 25 °C (± 1), após 72 horas nessas condições, realizou-se a repicagem para obtenção de isolados puros, que foram inoculados em meio BDA acrescido de sulfato de estreptomicina, sendo incubados em câmara de crescimento durante 7 dias sob temperatura de 25°C (± 1) até a formação das estruturas dos acérvulos e esporulação para posterior inoculação das plantas (TOZZE et al., 2015).

2.4 Inoculação das plantas

As cultivares de soja NS 6700 IPRO e M6410 IPRO foram inoculadas 24 horas depois dos tratamentos com potássio, apenas no segundo trifólio tratado, quando as plantas estavam no estágio vegetativo V3. A inoculação foi realizada pela aspersão da solução de suspensão dos esporos na concentração 1,6 x 10⁶ conídios mL⁻¹ na face adaxial dos trifólios das plantas de soja com o auxílio de um Aerógrafo (250 psi), no volume de 200µL trifólio⁻¹. Posteriormente, as plantas foram mantidas em câmara de crescimento durante 24 horas à 26 °C (± 1), umidade relativa do ar próxima a saturação e fotoperíodo de 12 horas.

2.5 Variáveis avaliadas

A fitotoxidade à aplicação dos sais contendo potássio foi avaliada ao sétimo dia após a inoculação, por meio de observação visual e quantificação em escala de notas de acordo com o sintoma (adaptado de FREITAS, 2014): 0) Ausência de sintomas; 1) Redução da área foliar, leve encarquilhado; 2) Trifólio encarquilhado, poucos pontos necróticos no tecido vegetal; 3) Trifólio encarquilhado, pontos necróticos no tecido vegetal, redução do crescimento da planta; 4) Trifólio em senescência; 5) Morte dos ponteiros e da planta.

A nota da severidade de antracnose foi avaliada ao sétimo e ao décimo segundo dia após a inoculação (DAI), por meio de observação visual e quantificação com chave descritiva com notas de acordo com a porcentagem de área foliar afetada: 0 (0%); 1 (0,1-3%); 2 (3,1-6%); 3 (6,1-12%); 4 (12,1-25%); 5 (25,1-50%); 6 (>50%) (adaptado de FREITAS, 2014).

As folhas inoculadas foram coletadas ao décimo segundo dia após a inoculação e herborizadas para determinação da área foliar afetada pela doença, por meio do escaneamento das folhas e análise no *Software ImagemJ*[®] (V1.8.0). As amostras do tratamento de 10,48 g L⁻¹ de K₂O, de ambas as fontes, não foram avaliadas devido a senescência precoce dos trifólios e morte das plantas.

2.5 Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado, foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2x2x5 (2 cultivares x 2 indutores x 5 doses) havendo um total de 20 tratamentos com 5 repetições por tratamento. As variáveis fitotoxidade e nota da severidade foram submetidas à análise de Kruskal-Wallis, onde as doses foram comparadas para cada uma das fontes de K₂O de forma independente, através do teste de Dunn 5%. Na realização das análises dos dados da variável severidade - área foliar afetada pela doença, foi mantido o delineamento experimental DIC, porém o esquema fatorial foi ajustado para 2x2x4 (2 cultivares x 2 indutores x 4 doses), foram submetidos à ANOVA e devido a interação significativa entres os fatores avaliados, foram ajustadas equações de regressão polinomial para cada fonte de K₂O aplicada em cada cultivar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de doses elevadas dos sais contendo potássio ocasionaram em fitotoxidade nas plantas. Na cultivar M6410 IPRO, o tratamento com silicato de potássio nas doses de 5,24 e 10,48 g.L⁻¹ apresentou médias significativamente superior de fitotoxidade em relação as doses 0 e 1,31 g.L⁻¹. Contudo, a dose de 2,62 g.L⁻¹, não diferiu dos demais tratamentos. Para o tratamento com uso do cloreto de potássio foram verificadas maiores médias de fitotoxidade para os tratamentos 5,24 e 10,48 g.L⁻¹, que diferiram estatisticamente das demais doses, porém não entre si. Para os tratamentos nas doses 0, 1,31 e 2,62 g.L⁻¹ de K₂O, não houve diferenças significativas entre as doses como descrito na (Tabela 1).

Na cultivar NS 67000 IPRO, o tratamento com silicato de potássio não apresentou diferenças significativas entre as doses testadas, exceto para a dose 0 g.L⁻¹ de K₂O, que se destacou por apresentar menor média de

fitotoxicidade em comparação às demais (Tabela 1). Para o tratamento com uso do cloreto de potássio a dose de 10,48 g.L⁻¹ proporcionou a maior média de fitotoxicidade em comparação com as doses 1,31; 2,62 e 5,62 g.L⁻¹ de K₂O.

Tabela 1. Fitotoxicidade em escala de notas, avaliada ao sétimo dia após a inoculação de *C. truncatum* em duas cultivares de soja tratadas com doses de potássio.

Doses de K ₂ O g.L ⁻¹	Cultivares							
	M6410 IPRO				NS 6700 IPRO			
	K ₂ SiO ₃		KCl		Fontes de Potássio		K ₂ SiO ₃	
0,00	0,0	a	0,0	a	0,0	a	0,0	a
1,31	0,0	a	0,0	a	1,0	ab	0,0	ab
2,62	1,0	ab	0,0	a	1,0	ab	1,0	ab
5,24	1,0	b	1,8	b	2,0	b	2,0	ab
10,48	5,0	b	4,8	b	5,0	b	4,6	b
χ^2	24		21		24		18	
P	<0,0001		0,0002		<0,0001		0,0011	

* χ^2 : valor de qui quadrado obtido pelo teste de Kruskal-Wallis; Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Dunn 5%.

Os resultados da dose 10,48 g L⁻¹ de K₂O acima dos valores recomendados, para ambas as fontes e cultivares, confirmam que doses extrapoladas causam reações de alta fitotoxicidade, que resulta na redução da área foliar, redução do crescimento, encurtamento de entrenós e perda de área fotossinteticamente ativa. Causando também danos severos como a morte dos trifólios tratados e da planta. A reação de fitotoxicidade está relacionada com a adaptação dos genótipos ao estresse osmótico provocado pelos sais presentes nas fontes de K₂SiO₃ e KCl.

Neste experimento foi constatado que existe uma relação do aumento da fitotoxicidade como o aumento da concentração de K₂O nas doses dos indutores. Essa resposta fisiológica das plantas de soja é explicada por Meneses et al. (2006) em seus estudos, os autores afirmam que as plantas de soja que possui baixa capacidade de ajuste osmótico quando submetidas a elevadas concentrações sais. Com base nos resultados obtidos nesse estudo fica constatado que a aplicação foliar de K₂O na soja em estágio V3, não deve ultrapassar a concentração de 1,31 g L⁻¹ para que não haja fitotoxicidade, porém esse resultado diverge dos resultados do estudo de Macedo et al. (2021) que ao utilizarem 4 mL L⁻¹ de fosfito de potássio na soja via aplicação foliar, não constatou sinais de toxicidade nas plantas.

Os resultados de Mehat et al. (2022) também divergem dos constatados nesse trabalho, que ao utilizar doses oxido de potássio de 1 a 10 g L⁻¹ de K₂O no estímulo de crescimento de *Gladiolus* spp. L. não confirmou a presença de fitotoxicidade nas doses superiores a 4 g L⁻¹ de K₂O. Os autores confirmam que a dose de 4 g L⁻¹ do indutor via aplicação foliar nas plantas de *Gladiolus* spp. é a mais recomendada para estimular o máximo crescimento. Analisando os resultados da fitotoxicidade, deve-se considerar que o potássio atua como um regulador osmótico dentro das células vegetais. Elevadas concentrações de apenas um dos íons da relação K⁺/Na⁺, pode causar um desequilíbrio na relação, esse desequilíbrio induz à toxicidade iônica, comprometendo a manutenção do turgor nas células das plantas (DBARA et al., 2022).

O desbalanceamento iônico da relação K⁺/Na⁺ leva à interrupção do crescimento e o aparecimento da fitotoxicidade, porque não há o balanceamento osmótico que regula a concentração de solutos osmoticamente ativos no interior da célula, como as espécies reativas de oxigênio (ROS) que se acumuladas em excesso, causam danos oxidativos aos lipídios da membrana, o que resulta em peroxidação lipídica elevando o teor de malondialdeído (MDA), que é amplamente utilizado como marcador desse tipo de estresse oxidativo (ALZAHIRANI, 2024).

A avaliação da severidade da doença aos sete dias após a inoculação para o cultivar M6410 IPRO, no tratamento com silicato de potássio, verificou que não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, com exceção da dose de 10,48 g.L⁻¹ que diferiu das doses 0, 1,31 e 2,62 g.L⁻¹ de K₂O. Para o cloreto de potássio não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, como descrito na (Tabela 2).

A avaliação da severidade da doença para a cultivar NS6700 IPRO, no tratamento com silicato de potássio, obteve diferenças estatísticas significativas apenas para os tratamentos de 5,24 e 10,48 g.L⁻¹ de K₂O. Contudo, o tratamento de 2,62 g.L⁻¹ não diferiu de nenhum dos tratamentos. Com relação ao tratamento com cloreto de potássio, foi possível verificar que houve diferenças significativas do tratamento com 10,48 g.L⁻¹ em relação aos tratamentos de 1,31 e 2,62 g.L⁻¹ de K₂O, como descrito na (Tabela 2).

Os resultados das notas de severidade desse estudo em relação as doses de K_2O aplicadas na soja descritos na (Tabela 2), divergem dos resultados constatados por Macedo et al., (2021) que ao aplicar diferentes doses de fosfito de potássio via foliar para induzir a resistência contra *S. sclerotiorum*, confirmam que as doses 3 e 4 $mL L^{-1}$ foram obtidas as menores notas de severidade em comparação com as doses 1 e 2 $mL L^{-1}$ de K_2O do indutor. Não havendo ação de fitotoxicidade nas folhas da soja em nenhuma das doses. A redução na severidade está relacionada com a capacidade dos indutores ativarem as enzimas de indução de resistência, Costa et.al. (2017), afirmaram que ao utilizar o fosfito de potássio no controle da antracnose da soja há o aumento da atividade enzimática da quitinase, β -1,3-glucanase e peroxidase onde as enzimas induzem as plantas a produzirem mecanismos de defesa.

Tabela 2. Severidade em escala de notas, avaliada ao sétimo dia após a inoculação de *C. truncatum* em duas cultivares de soja tratadas com doses de duas fontes potássio.

Doses de K ₂ O g.L ⁻¹	Cultivares							
	M6410 IPRO				NS 6700 IPRO			
	Fontes de Potássio							
	K ₂ SiO ₃		KCl		K ₂ SiO ₃		KCl	
0,00	1,0	a	2,0	a	2,0	a	3,2	ab
1,31	1,4	a	2,8	a	2,2	a	2,8	ab
2,62	1,0	a	2,2	a	2,4	ab	2,4	a
5,24	3,0	ab	3,3	a	3,0	b	3,8	bc
10,48	4,0	b	3,6	a	4,0	b	5,2	c
χ ²	22		7		18		18	
P	0.0002		0.1169		0.0012		0.0011	

* χ^2 : valor de qui quadrado obtido pelo teste de Kruskal-Wallis; médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Dunn 5%.

Os resultados de Rios et al. (2022) também divergem dos constatados nesse estudo, onde os autores ao utilizar a maior dose de 0,5 $mL ha^{-1}$ recomendada do indutor de resistência Master Protection®, sendo aplicado via foliar no estádio V4 no controle das doenças do milho (*Zea mays* L.), constataram nas notas que a severidade de ferrugem (*Puccinia polysora* Underw) foi 5% e de cercospora (*Cercospora zae maydis* Tehon & E.Y. Daniels) é de 2,8%, durante as avaliações realizadas em V8. Ao estudarem fosfitos na indução de resistência em soja, Bruzamarcello et al., (2018) concluíram que os fosfitos à base de potássio, cobre, manganês e ASM possuem a capacidade de ativar enzimas relacionadas à patogenicidade, demonstrando assim a ativação da resistência sistêmica adquirida em plantas de soja.

Na avaliação da severidade no décimo segundo dia após a inoculação do cultivar M6410 IPRO, no tratamento com silicato de potássio, obteve diferença estatística apenas para a dose de 10,48 $g.L^{-1}$ K_2O com relação aos tratamentos 0, 1,31, e 2,62 $g.L^{-1}$. A dose de 5,24 $g.L^{-1}$ de K_2O não diferiu estatisticamente dos tratamentos. Para o tratamento com cloreto de potássio, foi verificado diferença estatística apenas entre as doses 0 e 10,48 $g.L^{-1}$ de K_2O como descrito na (Tabela 3).

Tabela 3. Severidade em escala de notas, avaliada ao décimo segundo dia após a inoculação de *C. truncatum* em duas cultivares de soja tratadas com doses de potássio.

Doses de K ₂ O g.L ⁻¹	Cultivares							
	M6410 IPRO				NS 6700 IPRO			
	Fontes de Potássio							
	K ₂ SiO ₃		KCl		K ₂ SiO ₃		KCl	
0,00	2,4	a	2,0	a	2,0	a	4,0	ab
1,31	2,2	ab	3,0	ab	2,4	a	3,6	ab
2,62	2,0	ab	2,6	ab	3,4	ab	3,4	a
5,24	4,0	abc	4,0	ab	3,6	ab	4,4	b
10,48	5,2	c	5,4	b	4,8	b	5,6	c
χ ²	21		12		19		14	
P	0.0003		0.0127		0.0006		0.0050	

χ^2 : valor de qui quadrado obtido pelo teste de Kruskal Wallis; médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Dunn 5%.

Para a avaliação do cultivar NS6700 IPRO, no tratamento com silicato de potássio, foi possível verificar diferenças significativas apenas entre as doses 0 e 1,31 $g.L^{-1}$ da dose 10,48 $g.L^{-1}$ de K_2O . Para os tratamentos com cloreto de potássio foi verificado maior média de severidade da doença para a dose 10,48 $g.L^{-1}$ de K_2O , que diferiu

dos demais tratamentos. O tratamento com a dose de 5,24 g.L⁻¹ não diferiu estatisticamente dos demais, com exceção da dose de 2,62 g.L⁻¹ de K₂O, como demonstrado na (Tabela 3).

Os resultados das notas de severidade desse estudo em relação as doses de K₂O aplicadas nas cultivares de soja descritos na (Tabela 3) avaliados ao décimo segundo dia, são divergentes aos contatados por Rios et al. (2022) que ao utilizarem a maior dose de 0,5 mL ha⁻¹ do indutor de resistência Master Protection® no milho no estágio de pré-germinação, constatou nos resultados das notas que a severidade de *P. polysora* foi de 8,3% e de *C. zeae maydis* em 9% durante as avaliações das plantas no estágio R4, sendo menores em comparação ao tratamento sem aplicação do indutor.

Um fator confirmado durante as análises das notas de severidade ao décimo segundo dia é que os trifólios tratados dose de 10,48 g L⁻¹ de K₂O, causou a morte das plantas. Nos trifólios tratados com a dose 5,24 g L⁻¹ de K₂O acarretou a senescência. Confirmando a constatação de que as plantas que foram tratadas com doses superiores a 2,62 g.L⁻¹ de K₂O tem uma nota de severidade maior ao sétimo dia e décimo segundo dia de avaliação, havendo uma progressão da severidade da doença, gerando uma relação entre a fitotoxicidade causada pelas maiores concentrações K₂O dos indutores aplicados.

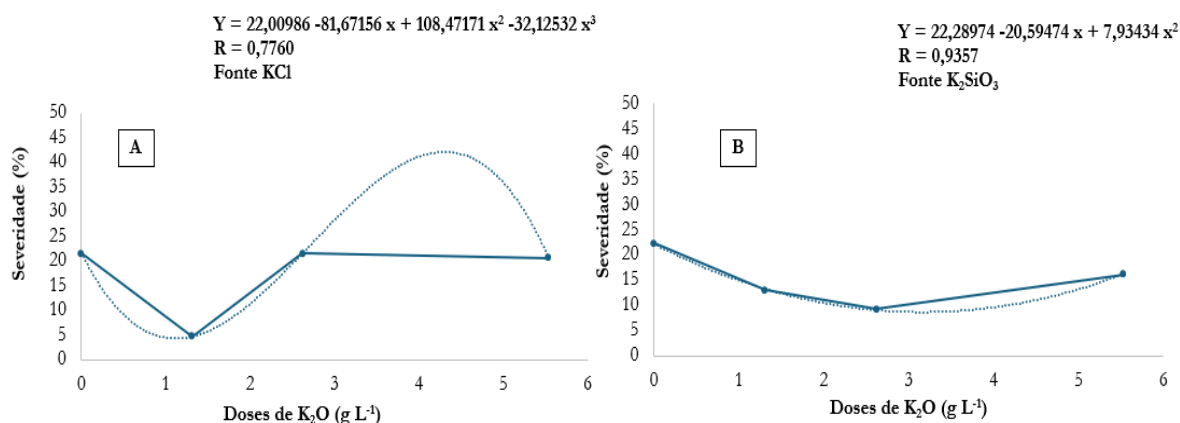
Essa relação do aumento da severidade estar relacionada com a fitotoxicidade é explicada pelas alterações fisiológicas causadas pelas elevadas concentrações de K₂O aplicadas nas plantas e pela natureza hemibiotrófica do fungo *C. truncatum*. A associação desses dois fatores irão aumentar a taxa de colonização do fungo no tecido vegetal elevando a nota de severidade da doença.

O resultado desse excesso de K₂O será desbalanceamento de íons K⁺ da relação K⁺/Na⁺, que induz à toxicidade iônica causando um desbalanceamento da concentração de solutos osmoticamente ativos no interior da célula, como as espécies reativas de oxigênio (ROS), causadoras da peroxidação lipídica que causa a morte da célula (DBARA et al., 2022; ALZAHIRANI, 2024). A medida em que há morte celular, o fungo *C. Truncatum* por ser um hemibiotrófico explora o tecido morto na sua fase necrotrófica, produzindo hifas secundárias que colonizaram o tecido intra e intercelular (BOUFLER et al., 2022; TIKAMI et al, 2023).

A partir da análise de regressão foi possível avaliar as variáveis dependentes e independentes e assim determinar o modelo de ajuste da curva de regressão. No quadro da análise de variância foi possível verificar interações simples (doses* <0,0001), interações duplas, (cultivar*dose <0,0001 e fonte*cultivar <0,0001), e interação tripla, (cultivar*fonte*dose <0,0072). Devido à tripla interação das variáveis, as demais interações foram ignoradas e a partir dela se buscou o melhor ajuste para cada uma das cultivares e fontes de potássio utilizadas. A cultivar M6410 IPRO obteve melhor ajuste de equação Cúbica para a fonte de cloreto de potássio (<0,0001) e Quadrática para silicato de potássio (<0,0001). Para a cultivar NS 6700 IPRO em ambas as fontes, foi verificado melhor ajuste da equação em Quadrática (<0,0001).

Ao utilizar o cloreto de potássio no tratamento da cultivar MS 6410 IPRO, foi verificado que a antracnose causou uma severidade de 5,67% com uma dose de 1,31 g.L⁻¹ de K₂O na fonte KCl como descrito na (Figura 1A). Utilizando a fonte de silicato de potássio na mesma cultivar, é constatada uma severidade de 12,76% na dose 2,82 g L⁻¹ de K₂O na fonte K₂SiO₃ como descrito na (Figura 1B).

Figura 1A. Severidade da antracnose da soja (%) no cultivar M6410 IPRO, tratada com diferentes doses de K₂O – fonte cloreto de potássio. **Figura 1B.** Severidade da antracnose da soja (%) no cultivar M6410 PIRO, tratada com diferentes doses de K₂O – fonte silicato de potássio. Avaliação realizada doze dias após a inoculação de *C. truncatum*.

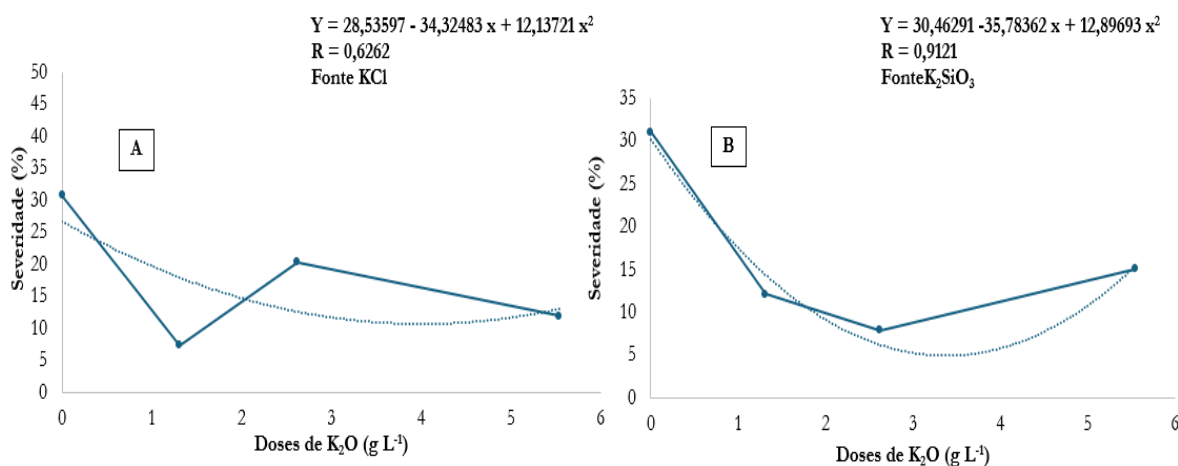


Ao utilizar de cloreto de potássio no tratamento da cultivar NS 6700 IPRO, foi verificado que a antracnose causou uma severidade de 6,5% com uma dose de 1,31 g.L⁻¹ de K₂O na fonte KCl como descrito na (Figura 2A).

Utilizando a fonte de silicato de potássio na mesma cultivar, é constatada uma severidade de 9,2% na dose 2,64 g L⁻¹ de K₂O na fonte K₂SiO₃ como descrito na (Figura 2B). Repetindo o padrão das menores severidades sendo encontradas nos intervalos das menores doses utilizadas.

Com base nos resultados descritos nas (Figuras 1A/1B) da cultivar MS6410 IPRO e nas (Figuras 2A/2B) da cultivar NS 6700 IPRO, é confirmado que após a utilização de diferentes indutores de resistência compostos por sais potássio, há uma redução na severidade da antracnose, comprovando que as fontes de potássio atuam como indutores de resistência, controlando a doença. Mas, a concentração de K₂O nas doses é um gargalo na utilização desses indutores nas aplicações foliares, porque nas maiores concentrações do que a recomendada. Há uma reação de fitotoxicidade nas plantas que passam por alterações fisiológicas que reduzem o desenvolvimento da planta e área fotossintética além de causarem a morte das plantas de soja.

Figura 2A. Severidade da antracnose da soja (%) no cultivar NS 6700 IPRO, tratada com diferentes doses de K₂O – fonte cloreto de potássio. **Figura 2B.** Severidade da antracnose da soja (%) no cultivar NS 6700 PIRO, tratada com diferentes doses de K₂O – fonte silicato de potássio. Avaliação realizada doze dias após a inoculação de *C. truncatum*.



Os resultados de redução na severidade da antracnose desse estudo, são confirmados por Mahendranathan & Adikaram, (2019) que ao utilizarem silicato de potássio, como indutor de resistência à antracnose (*Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds) nos frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.), nas cultivares HYW e CA-8, por meio de aplicações foliares na pós colheita, em três doses com concentrações de 100 mg L⁻¹, 200 mg L⁻¹ e 400 mg L⁻¹ de K₂O ficou constatado que a utilização de todas as doses do silicato de potássio nos frutos reduziram a severidade da antracnose. Os autores afirmam que a dose de 200 mg L⁻¹ de K₂O foi capaz de manter a severidade da antracnose em 0% durante oito dias.

Os resultados do estudo de Polanco et al., (2014) ao utilizarem silicato de potássio na concentração de 35 g L⁻¹ e molibdênio de sódio com uma concentração de 90 g ha⁻¹ sozinhos ou em associação aplicações foliares para o controle da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus) Briosi & Cavara) no feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), os autores constataram uma redução na severidade de 29% da doença após realizar-se à aplicação de silicato de potássio, com a utilização do molibdênio de sódio a severidade foi de 14% e na aplicação utilizando os dois indutores em associação à antracnose teve uma severidade de 41%.

Esses resultados confirmam que os indutores possuem a capacidades de controlarem doenças de plantas sozinhos, mas também como constatado no estudo de Polanco et al. (2014), a associação dos indutores de resistência no manejo de doenças em culturas agrícolas, pode aumentar a capacidade de controle das doenças foliares e até mesmo ampliar o espectro de controle fitossanitário como confirmado nos resultados de Rios et al., (2022) que utilizando apenas o indutor Master Protection® no milho, o mesmo foi capaz de manter a severidade reduzida nos patógenos *P. polysora* e *C. zeae maydis*.

Todos esses resultados que confirmaram a menor progressão da severidade, está relacionada com a indução de mecanismos de defesa da planta contra o patógeno, por meio da sinalização, através de genes envolvidos na biossíntese e sinalização do ácido jasmônico e salicílico, enzimas como quitinases, β1,3 glucanases, peroxidases e pela produção de metabólitos secundários (COSTA et al., 2017; MELO et al., 2017; GILL et al., 2018; MAHENDRANATHAN & ADIKARAM, 2019).

4. CONCLUSÕES

A utilização de K, tendo como fontes o silicato de potássio e o cloreto de potássio, aplicados via foliar, reduzem a severidade da antracnose na soja. Mas as doses de aplicação das duas fontes de potássio devem ser balanceadas. Para a cultivar MS6410 IPRO a dose de KCl deve ser estar na concentração de 1,31 g L⁻¹ de K₂O com uma severidade da antracnose em 5,67% e a dose de K₂SiO₃ deve ser estar na concentração de 2,64 g L⁻¹ de K₂O com uma severidade de 12,76%. Na cultivar NS 6700 IPRO a dose de KCl deve ser estar na concentração de 1,31 g L⁻¹ de K₂O com uma severidade da antracnose em 6,5% e a dose de K₂SiO₃ deve ser na concentração de 2,64 g L⁻¹ de K₂O com uma severidade de 9,2%, sendo essas as doses mais recomendadas para o controle da antracnose na soja, causando uma menor taxa de fitotoxicidade e severidade nas plantas.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT-MS). Pelo financiamento da pesquisa e fornecimento das bolsas para o programa de pós-graduação de agronomia em produção vegetal para a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, unidade de Aquidauana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G. **Métodos em Fitopatologia**. 2ª Edição. Viçosa: UFV, 2016. p. 516.
- ATTIPOE, J.Q.; KHAN, W.; TAYADE, R.; STEVEN, S.; ISLAM, M.S.; LAY, L.; GHIMIRE, A.; KIM, H.; SEREYVICHEA, M.; PROPEY, T.; RANA, Y.B.; KIM, Y. Evaluating the effectiveness of calcium silicate in enhancing soybean growth and yield. **Plants**, v. 12, n. 11, p. 2190-2206, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12112190>.
- BATISTA, P.F.; DA COSTA, A.C.; DA SILVA, A.A.; ALMEIDA, G.M.; RODRIGUES, M.F.M.; SANTOS, E.C.D.; RODRIGUES, A.A.; MÜLLER, C. Potassium phosphite induces tolerance to water deficit combined with high irradiance in soybean plants. **Agronomy**, v. 13, n. 2, p. 382-399, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13020382>.
- BOUFLEUR, T.R.; CIAMPI-GUILLARDI, M.; TIKAMI, I.; ROGÉRIO, F.; THON, M.R.; SUKNO, S.A.; MASSOLA, N.S.; MASSOLA JÚNIOR, N.S.; BARONCELLI, R. Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* species: current status and future prospects. **Molecular Plant Pathology**, v. 22, n. 4, p. 393-409, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/mpp.13036>.
- BOUFLEUR, T.R.; MASSOLA, N.S.; BERALDI, S.B.E.; BALBINO, L.B.J.; SUKNO, S.A.; THON, M.R.; BARONCELLI, R. Comparative transcriptomic provides novel insights into the soybean response to *Colletotrichum truncatum* infection. **Plant Science**, v. 13, n. 11, p. 1-15, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1046418>.
- BRUNETTO, A.E.; LOUZADA, F.D.; DORNELES, K.R.; DALLAGNOL, L.J. Residual effect of calcium silicate on the management of soybean diseases. **Australasian Plant Pathology**, v.51, n.11, p.559-563, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13313-022-00895-4>.
- BRUZAMARELLO, J.; FRANCESCHI, V.T.; DALACOSTA, N.L.; GONÇALVES, I.; MAZARO, S.M.; REIS, E. Potencial de fosfitos na indução da resistência em plantas de soja. **Revista de Ciências Agronômicas**, v.27, n.3, p.263-273, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2018v27n3p263-273>.
- CAVALCANTE, W.S.S.; SILVA, N.F.; ZANOTTO NETO, G.; TEIXEIRA, M.B.; CABRAL FILHO, F.R.; CUNHA, F.N.; CORRÊA, F.R.; MARTINS, G.R. Uso do indutor de resistência associado a diferentes fungicidas na cultura da soja. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25204>.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2025. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Levantamento Safra 2024/2025**. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 16 p.
- COSTA, B.H.G.; RESENDE, M.L.V.; MONTEIRO, A.C.A.; JÚNIOR, P.M.R.; BOTELHO D.M.S.; SILVA, B.M. Potassium phosphites in the protection of common bean plants against anthracnose and biochemical defence responses. **Journal of Phytopathology**, v.166, n.2, p.95-102, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/jph.12665>.
- DBARA, S.; ABOUD, S.; BCHIR, A. Foliar potassium nitrate spray induces changes in potassium-sodium balance and biochemical mechanisms in olive (*Olea europaea* L. cv Chemlali) plants submitted to salt stress. **Journal of Horticulture and Postharvest Research**, v. 5, n. 19, p. 309-322, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22077/jhpr.2022.4879.1255>.
- DIAS, M.D.; PINHERIO, V.F.; CAFÉ-FILHO, A.C. Impact of anthracnose on the yield of soybean subjected to chemical control in the north region of Brazil. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 1, p. 18-23, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2114>.

- DIAS, M.D.; DIAS-NETO, J.J.; SANTOS, M.D.M.; FORMENTO, A.N.; BIZERRA, L.V.A.S.; FONSECA, M.E.N.; BOITEUX, L.S.; CAFÉ-FILHO, A.C. Current Status of Soybean Anthracnose Associated with *Colletotrichum truncatum* in Brazil and Argentina. **Plants**, v. 8, n. 11, p. 459-, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants8110459>
- FREITAS, M.L.O. **Etiologia, Inoculação e escala diagramática no patossistema (*Colletotrichum* spp.) x Cafeeiro. Lavras – MG.** Universidade Federal de Lavras, 2014. 122 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras, 2004. Disponível em: <https://sbicafe.ufv.br/items/602ab67c-4951-4b62-9e7f-8f640e67754a>.
- GAO, X.; ZHANG, S.; ZHAO, X.; WU, Q. Potassium-induced plant resistance against soybean cyst nematode via root exudation of phenolic acids and plant pathogen-related genes. **PLoS One**, v. 13, n. 7, p. 1-13, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200903>.
- GILL, U.S.; SUN, L.; RUSTGI, S.; TANG, Y.; VON WETTSTEIN, V.; MYSORE, K.S. Transcriptome-based analyses of phosphite-mediated suppression of rust pathogens *Puccinia emaculata* and *Phakopsora pachyrhizi* and functional characterization of selected fungal target genes. **The Plant Journal**, v.93, p.894-904, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/tpj.13817>.
- ISLAM, W.; TAYYAB, M.; KHALIL, F.; HUA, Z.; HUANG, Z.; CHEN, H.Y.H. Silicon-mediated plant defense against pathogens and insect pests. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 168, n. 6, p. 1-26, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104641>.
- IZAHRANI, Y. Evaluation of drought and salinity tolerance potentials of different soybean genotypes based upon physiological, biochemical, and genetic indicators. **Plant Science**, v. 15, n. 12, p. 1-13, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1466363>.
- MACEDO, R.L.S.; MARTINS, W.S.; MIRANDA, F.F.R. Ação do fosfito na indução de resistência da soja no manejo de mofo branco na região do cerrado. **Revista Novo Sítio**, v. 5, n. 3, p. 45-52, 2021. DOI: <https://doi.org/10.47236/2594-7036.2021.v5.i3.45-52p>.
- MAHENDRANATHAN, C.; ADIKARAM, N.K.B. Potassium silicate treatment enhances natural disease resistance in *Capsicum annuum* L. and reduces anthracnose disease development. **Ceylon Journal of Science**, v. 48, n. 3, p. 251-259, 2019. DOI: <http://doi.org/10.4038/cjs.v48i3.7649>.
- MEHAT, A.; SHARMA, S.; GAUTAM, H.; SAH, P. Effects of foliar spray of potassium oxide on vegetative growth and flower quality of *Gladiolus* cv. American beauty. **Plant Physiology and Soil Chemistry**, v. 2, n. 2, p. 67-75, 2022. DOI: <http://doi.org/10.26480/ppsc.02.2022.67.75>
- MELO, T.A.; ARAÚJO, M.U.P.; SERRA, I.M.R.S.; PASCHOLATI, S.F. Produtos naturais disponíveis comercialmente induzem o acúmulo de fitoalexinas em cotilédones de soja e mesocótilos de sorgo. **Summa Phytopathologica**, v.43, n.3, p.205-211, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/167358>.
- MENESES, C. H. S. G. Aspectos genéticos e moleculares de plantas submetidas ao déficit hídrico. *Revista de oleaginosas e fibrosas*, v. 10, n. 2, p. 1039-1072, 2006. DOI:
- NELSON, R.; WIESNER-HANKS, T.; WISSER, R.; BALINT-KURTI, P. Navigating complexity to breed disease-resistant crops. **Nature Reviews Genetics**, v. 19, n. 1, p. 21-33, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrg.2017.82>.
- OLIVEIRA, L.F.; BONALDO, S.M.; PEREIRA, C.S.; FIORINI, I.V.A.; BELUFI, L.M.R.; PITTELKOW, F.K. Programas de fungicidas no controle de antracnose na cultura da soja. **Revista Tecno-Lógica**, v. 25, n. 2, p. 209-220, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v25i2.16652>.
- POLANDO, L.R.; RODRIGUES, F.A.; MOREIRA, E.N.; DUARTE, H.S.S.; CACIQUE, I.S.; VALETE, L.A.; VIEIRA, R.F.; PAULA JÚNIOR, T.J.; VALE, F.X.R. Management of anthracnose in common bean by foliar sprays of potassium silicate, sodium molybdate, and fungicide. **Plant Disease**, v. 980, n. 1, p. 84-89, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-13-0251-RE>.
- RAO, S.; NANDIANENI, M.R. Genome sequencing and comparative genomics reveal a repertoire of putative pathogenicity genes in chilli anthracnose fungus *Colletotrichum truncatum*. **Plos One**, v. 12, n. 8, p. 1-31, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183567>.
- RIOS, A.D.F.; SANTOS, M.P.; BUSO, W.H.D. Indutores de resistência incrementam a produtividade e reduzem severidade da ferrugem na cultura do milho. **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 7, p. 1-8, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/15720221568>.
- SAKATA, N.; ISHIGA, T.; TANIGUCHI, S.; ISHIGA, Y. Acibenzolar-S-Methyl activates stomatal-based defense systemically in japanese radish. **Plant Science**, v. 11, n. 10, p. 1-9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.565745>.
- TIKAMI, I.; BOUFLER, T. R.; PRATAVIEIRA, F.; PANCIERA, L. G.; NEVES, V. H.; CIAMPI-GUILLARDI, M.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Survival of *Colletotrichum truncatum* as Microsclerotia in Soil. **Plant Disease**, v. 107, n. 8, p. 2460-2466, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-22-1891-RE>.

- TOZZE, H. J.; FIRMINO, A. C.; FISCHER, I. H.; FURTADO, E. L.; JÚNIOR, M. N. S. Caracterização de isolados de *Colletotrichum* spp. associados às frutíferas no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 4, p. 270-280, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2021>.
- TWIZEYIMANA, M.; G. L. HARTMAN. Effect of selected biopesticides in reducing soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) development. **Plant Disease**, v. 103, n. 9, p. 2460-2466, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-19-0384-RE>.