

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE DAMATO

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE DUAS CEPAS DE *BACILLUS* SP. NO
CONTROLE DE *CORYNESPORA CASSIICOLA* NA CULTURA DA SOJA (*GLYCINE*
MAX)

CURITIBA

2025

FELIPE DAMATO

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE DUAS CEPAS DE *BACILLUS* SP. NO
CONTROLE DE *CORYNESPORA CASSIICOLA* NA CULTURA DA SOJA (*GLYCINE*
MAX)

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação
Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como
requisito parcial à obtenção do título de Especialista
em Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Miguel Mazaro

CURITIBA

2025

Avaliação de diferentes doses de duas cepas de *Bacillus* sp. no controle de *Corynespora cassiicola* na cultura da soja (*Glycine max*)

Felipe Damato

RESUMO

A mancha-alvo tem-se destacado como uma das doenças foliares que mais afeta a produtividade na cultura da soja. A principal estratégia de controle utilizada é a aplicação de fungicidas químicos, que muitas vezes apresentam baixa eficácia de controle. Diante disso, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de *Bacillus* sp. no controle da mancha-alvo na cultura de soja, visando subsídios para práticas de manejo mais sustentáveis e eficazes no contexto da agricultura moderna. O trabalho foi conduzido em área experimental na cidade de Jaguariúna-SP com a cultivar NS 8080 IPRO suscetível a *Corynespora cassiicola*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com 4 repetições e parcelas de 4x6m. Os tratamentos foram constituídos por quatro aplicações dos produtos biológicos contendo *Bacillus* sp (Cepa 1) + *Bacillus* sp (Cepa 2) nas doses 0,4, 0,5, 0,8 e 1,0 L ha⁻¹, dois padrões biológicos de mercado, um contendo *Bacillus velezensis* e outro contendo *Bacillus subtilis*, *Bacillus velezensis* e *Bacillus pumilus* nas doses de 0,3 ha⁻¹ e como padrão químico o fungicida Fox Xpro (Bixafem+ Protioconazol+Trifloxistrobina) na dose de 0,5 ha⁻¹ em 2 aplicações. As aplicações iniciaram-se no estágio fenológico V6 e as demais em intervalos de 14 dias. As avaliações foram severidade da doença mancha alvo, peso de mil grãos e produtividade em sacas ha⁻¹. Os resultados demonstraram que os tratamentos à base de *Bacillus* spp. e os padrões comerciais foram eficazes em reduzir significativamente a severidade da mancha-alvo em comparação com o tratamento controle, mas não diferiram entre si. Apesar da redução da severidade, não houve diferenças significativas no peso de mil sementes e na produtividade.

Palavras-chave: Controle biológico, severidade, mancha-alvo, biofungicida.

ABSTRACT

Target spot has emerged as one of the foliar diseases that most impacts soybean productivity. The main control strategy is the application of chemical fungicides, which often have low control efficacy. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of different doses of *Bacillus* sp. on target spot control in soybean crops, aiming to inform more sustainable and effective management practices in the context of modern agriculture. The study was conducted in an experimental area in the city of Jaguariúna, São Paulo, using the cultivar NS 8080 IPRO, susceptible to *Corynespora cassiicola*. The experimental design was randomized blocks with four replicates and 4x6m plots. The treatments consisted of four applications of biological products containing *Bacillus* sp (Strain 1) + *Bacillus* sp (Strain 2) at rates of 0.4, 0.5, 0.8, and 1.0 L ha⁻¹, two commercial biological standards, one containing *Bacillus velezensis* and the other containing *Bacillus subtilis*, *Bacillus velezensis*, and *Bacillus pumilus* at rates of 0.3 ha⁻¹.

1, and the chemical standard, the fungicide Fox Xpro (Bixafem + Prothioconazole + Trifloxystrobin) at a rate of 0.5 ha⁻¹ in two applications. Applications began at the V6 phenological stage, and the others were applied at 14-day intervals. The evaluations included target spot disease severity, thousand-grain weight, and yield in bags ha⁻¹. The results demonstrated that the treatments based on *Bacillus* spp. and the commercial standards were effective in significantly reducing target spot severity compared to the control treatment but did not differ from each other. Despite the reduction in severity, there were no significant differences in thousand-seed weight and productivity.

Keywords: Biological control, severity, target spot, biofungicide.

1 INTRODUÇÃO

A Soja (*Glycine max*) é uma espécie que atualmente possui uma alta adaptabilidade em diferentes condições climáticas e latitudes, podendo ser cultivada em diversos ambientes produtivos pelo mundo. Apesar da sua fácil adaptação a diversas condições, sua origem se dá no sudeste asiático, com registros do seu cultivo há mais de 6 mil anos. Já no Brasil, os primeiros registros datam em 1880, tentativa que não foi bem-sucedida devido as condições climáticas da região do país. Somente após 1900 que os testes começaram a ter um maior sucesso. Atualmente o país é um dos maiores produtores de Soja do mundo (Gazzoni, 2018)

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o Brasil, somente na safra de 2023/2024, produziu 298,41 milhões de toneladas de grãos. Desse total, a produção de soja é equivalente a 147,38 milhões de toneladas, valor que apresenta uma queda de 7,23 milhões de toneladas referente ao período anterior (2022/2023) devido a diversos fatores, entre eles as oscilações climáticas, pragas e doenças.

Entre os entraves fitossanitários enfrentados pela cultura, destacam-se as doenças foliares, como a mancha-alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*. Este patógeno tem sido identificado em diversas regiões produtoras do país e vem se consolidando como uma ameaça à produtividade da soja. Sua presença tem sido associada a surtos severos em áreas com alta umidade relativa e temperaturas amenas, condições que favorecem a infecção e o desenvolvimento da doença (Soares et al., 2009; Mesquini, 2012).

Segundo Godoy et al. (2016) a mancha alvo tem início com lesões que se manifestam como pontos pardos com halos amarelados nas folhas, atingindo até 2 cm de diâmetro. Essas manchas têm características que apresentam um ponto no centro e anéis concêntricos de coloração mais escura (semelhantemente a um alvo).

Um dos problemas apresentado por Souza et al. (2018) é a dificuldade de identificação da doença na cultura, já que por vezes, as variedades que apresentam uma boa resistência a infecção foliar, só é notada nas folhas inferiores, ao final do ciclo da cultura. Além disso, por ser um patógeno necrotrófico, o fungo tem a capacidade de sobreviver em restos culturais e sementes infectadas. Além das folhas, *C. cassiicola* pode infectar hastes, vagens e raízes, causando desfolha precoce e comprometendo a capacidade fotossintética da planta. O fungo é necrotrófico e tem como principais formas de disseminação os restos culturais, sementes infectadas, respingos de chuva e o vento (Melo, 2009; Teramoto et al., 2013).

As estratégias atualmente recomendadas para o manejo da doença incluem a utilização de cultivares mais resistentes, tratamento de sementes, a rotação de culturas e a aplicação de fungicidas. Entretanto, o controle químico, embora amplamente utilizado, tem demonstrado eficácia limitada em muitos casos, além de representar riscos ambientais e favorecer o surgimento de resistência (Rissato, 2021). Neste contexto, o controle biológico tem ganhado destaque como uma alternativa sustentável e eficiente.

Entre os microrganismos promissores para o controle da doença na soja, estão as bactérias do gênero *Bacillus* (entre elas *Bacillus subtilis*, *B. pumilus* e *B. amyloliquefaciens*), que possuem a capacidade de colonizar a rizosfera e outras partes da planta, competindo por espaços e nutrientes. Além disso, eles possuem a capacidade de produzir compostos microbianos, enzimas líticas e indutores da resistência sistêmica (Rondina, 2023; Rissato, 2021). Ainda, o seu uso permite a integração com fungicidas, levando a redução da frequência da aplicação de produtos químicos.

Apesar do avanço nas pesquisas com produtos biológicos, ainda existem lacunas importantes no que diz respeito à eficácia de diferentes cepas de *Bacillus sp.* no controle de *Corynespora cassiicola*, principalmente no que se refere a definição de doses ideais para aplicação em campo, portanto, avaliar a ação de diferentes cepas e dosagens é fundamental para o desenvolvimento de produtos biológicos eficientes e direcionados.

Diante disso, esse trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de *Bacillus sp.* no controle da mancha-alvo na cultura de soja, visando subsídios para práticas de manejo mais sustentáveis e eficazes no contexto da agricultura moderna.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um campo experimental, no município de Jaguariúna, SP, no período de novembro de 2023 a março de 2024. As coordenadas do local são latitude Sul 22° 63' 96'' e longitude Oeste 46° 98' 05'', sendo a altitude de 850m.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com 4 repetições de cada tratamento e parcelas de 4x6m. A cultivar de soja utilizada foi NS 8080 IPRO, semeada em novembro de 2023, por apresentar suscetibilidade a mancha-alvo. Foi adotado o espaçamento entre linhas de 50cm e população de plantas de 14 plantas por metro. A aplicação A foi realizada no estágio V6, a B 14 dias após a A, a C 14 dias após a B e a D 14 dias após a C, segundo os tratamentos da TABELA 1, utilizando equipamento pressurizado com CO₂ costal, barra de seis pontas de pulverização do tipo leque TJ 110.02, volume de calda equivalente a 150L ha⁻¹ e a pressão do pulverizador mantida a 30 lb pol⁻². A ocorrência da doença se deu de maneira natural e as avaliações foram computadas pela porcentagem de severidade da doença e fitotoxicidade 7 e 14 dias após cada aplicação, a quantificação do peso de mil sementes e produtividade em scs/ha. Para as avaliações foi utilizada escala diagramáticas de severidade para mancha-alvo na soja (SOARES; GODOY; OLIVEIRA, 2009).

TABELA 1 – Tratamentos

	Tratamento	Dose (L ha ⁻¹)	Momento de aplicação
T1	Controle	-	-
T2	<i>Bacillus</i> sp (Cepa 1) + <i>Bacillus</i> sp (Cepa 2)	0,3	A: V6, B: A+14, C: B+14, D: C+14 Dias
T3	<i>Bacillus</i> sp (Cepa 1) + <i>Bacillus</i> sp (Cepa 2)	0,4	A: V6, B: A+14, C: B+14, D: C+14 Dias
T4	<i>Bacillus</i> sp (Cepa 1) + <i>Bacillus</i> sp (Cepa 2)	0,5	A: V6, B: A+14, C: B+14, D: C+14 Dias
T5	<i>Bacillus</i> sp (Cepa 1) + <i>Bacillus</i> sp (Cepa 2)	0,8	A: V6, B: A+14, C: B+14, D: C+14 Dias
T6	<i>Bacillus</i> sp (Cepa 1) + <i>Bacillus</i> sp (Cepa 2)	1,0	A: V6, B: A+14, C: B+14, D: C+14 Dias
T7	Padrão de mercado 1 (<i>Bacillus velezensis</i>)	0,3	A: V6, B: A+14, C: B+14, D: C+14 Dias
T8	Padrão de mercado 2 (<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus velezensis</i> e <i>Bacillus pumilus</i>)	0,3	A: V6, B: A+14, C: B+14, D: C+14 Dias
T9	Fox Xpro (Bixafem+ Protioconazol+Trifloxistrobina)	0,5	A: V6, B: A+14

FONTE: Próprio autor (2025)

3 RESULTADOS

As análises foram realizadas utilizando o RStudio (RStudio Team, 2023) e o Microsoft Excel 2021 (Microsoft Corporation, 2021).

Os dados de severidade, produtividade e PMS (Peso de mil sementes) foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey para identificação dos tratamentos estatisticamente diferentes. Conforme apresentado na TABELA 2, tratamentos que compartilham a mesma letra não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).

TABELA 2 – ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS ANALISADAS

Tratamento	Severidade	Produtividade	PMS
T1	584,25 ± 22,73a	48,72 ± 3,25	134,65 ± 11,90
T2	432,75 ± 23,91b	48,81 ± 4,64	129,24 ± 4,21
T3	431,25 ± 36,86b	50,33 ± 3,17	132,65 ± 7,92
T4	411,94 ± 17,64b	48,95 ± 3,87	131,62 ± 5,33
T5	434,25 ± 29,81b	49,94 ± 3,34	129,65 ± 6,62
T6	449,06 ± 13,68b	49,41 ± 4,09	132,19 ± 5,86
T7	402,56 ± 22,88b	49,13 ± 1,01	132,35 ± 3,47
T8	415,13 ± 10,00b	45,82 ± 2,82	129,05 ± 6,69
T9	415,68 ± 13,11b	53,64 ± 5,14	141,92 ± 8,13

FONTE: Próprio autor (2025)

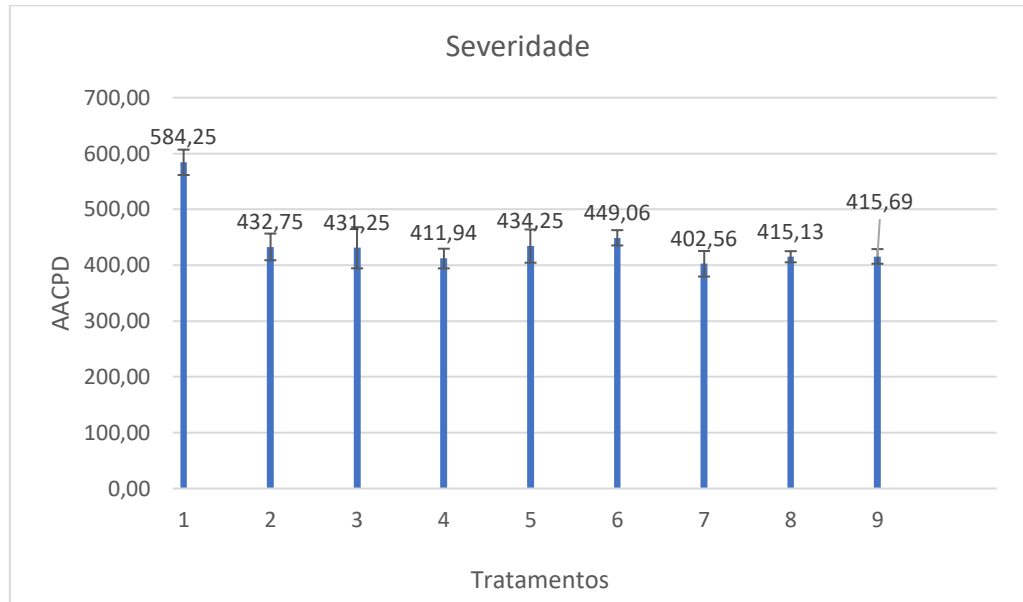
Os tratamentos avaliados apresentaram diferenças significativas para a variável severidade, considerando nível de significância de 5% ($p < 0,05$). O tratamento controle (T1) exibiu a maior severidade, com média de 584,25 ± 22,73, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Todos os tratamentos que receberam as aplicações de *Bacillus* spp. (T2 a T6), os padrões de mercado (T7 e T8) e o tratamento Fox Xpro (T9) constituíram um grupo homogêneo com médias significativamente menores, variando de 402,56 ± 22,88 a 449,06 ± 13,68, indicando redução da severidade em relação ao controle.

Quanto à produtividade, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). As médias de produtividade variaram de 45,82 ± 2,82 a 53,64 ± 5,14, evidenciando respostas semelhantes entre os tratamentos testados.

Para o peso de mil sementes (PMS), também não se observou diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$). As médias oscilaram entre 129,05 ± 6,69 e 141,92 ± 8,13, indicando que os diferentes tratamentos não influenciaram o peso das sementes de forma significativa.

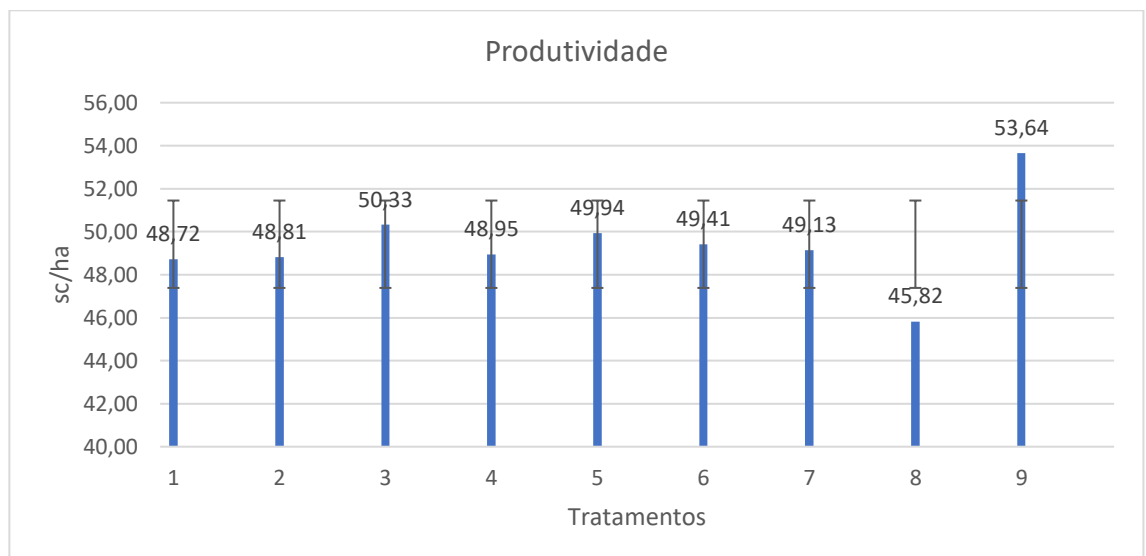
Os gráficos apresentados abaixo ilustram as médias e o desvio padrão para as variáveis severidade, produtividade e peso de mil sementes, para cada tratamento avaliado.

GRÁFICO 1 – RESULTADO SEVERIDADE



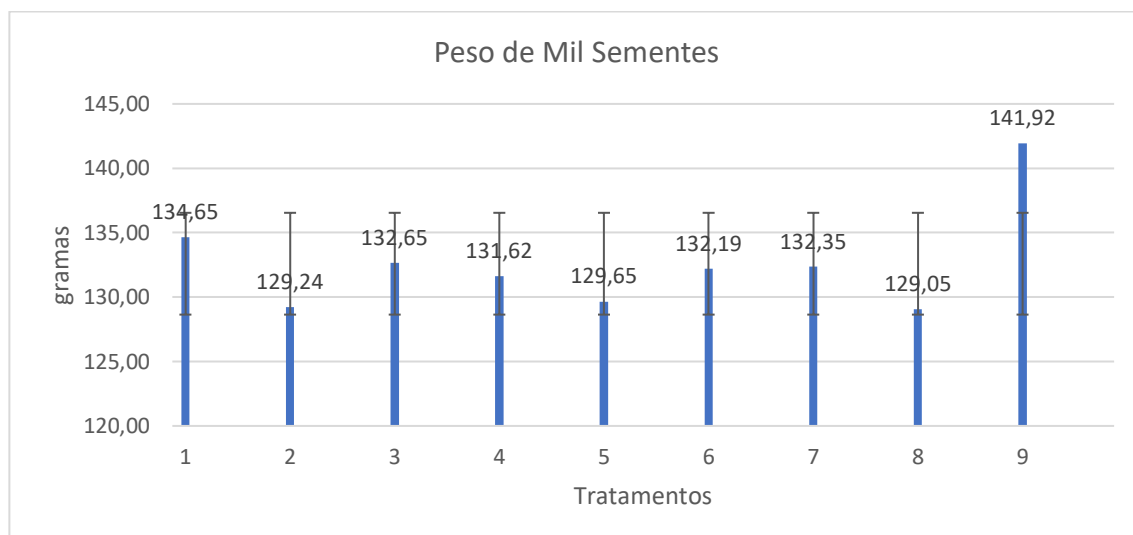
FONTE: Próprio autor (2025)

GRÁFICO 2 – RESULTADO PRODUTIVIDADE



FONTE: Próprio autor (2025)

GRÁFICO 3 – RESULTADO PESO DE MIL SEMENTES



FONTE: Próprio autor (2025)

4 DISCUSSÃO

Os resultados mostram que os tratamentos à base de *Bacillus* spp. e os padrões comerciais foram eficazes em reduzir significativamente a severidade da mancha-alvo em comparação com o tratamento controle. Isso confirma o potencial dessas bactérias como agentes biológicos no manejo da doença, alinhando-se com estudos que destacam a ação antibiótica, competição por nutrientes e indução de resistência sistêmica promovidas pelo gênero *Bacillus* (Paz, 2010; Moraes e Sumita, 2022).

Apesar da redução da severidade, não houve impacto estatisticamente significativo na produtividade e no peso de mil sementes. Esse resultado pode indicar que a diminuição dos sintomas da doença ainda não foi suficiente para refletir melhorias no desempenho produtivo da soja, ou que outros fatores ambientais e de manejo também influenciaram a produção nesse experimento. Isso é coerente com a literatura, que aponta que a relação entre controle de doenças e produtividade pode variar conforme as condições de campo e a intensidade da infecção (Junior, 2021; Fantin, 2017).

A ausência de diferença significativa na produtividade pode ainda indicar a necessidade de maior avaliação temporal ou em condições de campo variadas para confirmar os benefícios agrônômicos dos tratamentos biológicos e comerciais. Além disso, a genética da cultivar utilizada e o manejo integrado podem influenciar os

resultados, reforçando a importância de combinar estratégias para um controle eficaz e sustentável (Mariotto, 2023; Junior, 2021).

Por fim, os resultados ressaltam a importância do manejo integrado e do uso de agentes biológicos como alternativas promissoras para o controle de mancha-alvo, considerando os desafios associados ao uso exclusivo de fungicidas químicos, como resistência e impactos ambientais (Fantin, 2017; Moraes e Sumita, 2022).

5 CONCLUSÃO

Os tratamentos com *Bacillus spp.* e os padrões comerciais avaliados demonstraram eficácia significativa na redução da severidade da mancha-alvo em soja, destacando seu potencial como ferramentas no manejo dessa doença.

Contudo, não foram observadas diferenças significativas na produtividade e no peso de mil sementes entre os tratamentos, indicando que o controle da severidade pode não ter refletido em ganhos produtivos no curto prazo ou nas condições específicas deste estudo. Assim, recomenda-se a continuidade dos estudos em diferentes ambientes e épocas para validar os efeitos agrônômicos dos tratamentos.

O manejo integrado, associando agentes biológicos, resistência genética e práticas culturais, permanece como a estratégia mais promissora para o controle sustentável da mancha-alvo na cultura da soja.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA A. M. R.; FERREIRA L.; YORINORI J. et al., 2005. Doenças da soja. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A.; Camargo LEA, ed. Manual de Fitopatologia Vol II. Piracicaba: Editora Ceres, 569–88.

ALMEIDA, A. M. R.; MACHADO, C. C.; FERREIRA, L. P.; LEHMAN, P. S. Ocorrência de *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt.) Wei no Estado de São Paulo. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 1, n. 1, p. 111-112, 1976.

AREAL, Matheus Victor Rufino. Compostos orgânicos voláteis (COVs) emitidos por *Bacillus sp.* no controle biológico de fitopatógenos. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Mapa registra recorde de 95 defensivos biológicos em 2020. Brasília: MAPA, 04 jan. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/Mapa-registra-recorde-de-95-defensivos-biologicos-em-2020>. Acesso em: 16 jun. 2025.

CONAB, 2017. Pesquisa de safras e informações geográficas da agricultura brasileira: Série histórica de área plantada, produtividade e produção – Grãos. <http://www.conab.gov.br>. (Acessado 18 de julho de 2017).

FANTIN, LUCAS HENRIQUE. CONTROLE QUÍMICO DE MANCHA-ALVO DA SOJA: METANÁLISE' 16/02/2017 120 f. Mestrado em AGRONOMIA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, Londrina Biblioteca Depositária: UEL.

FILHO, Antônio Sérgio FERREIRA et al. Caracterização morfológica e enzimática de isolados de *Corynespora cassiicola* e reação de cultivares de soja à mancha-alvo. 2012.

GAZZONI, Decio Luiz. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. *Ciência e Cultura*, v. 70, n. 3, p. 16-18, 2018.

MELO, Márcia Muliterno de. Produção de esporos e inoculação de *Corynespora cassiicola* em soja. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Fitopatologia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

MESQUINI, Renata Moreschi. Componentes monocíclicos e quantificação de danos no patossistema *Corynespora cassiicola* - soja. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Área de Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

PAZ, Dannielle Silva da et al. Ação inibitória de extratos vegetais, óleo de nim, produtos abióticos e *Bacillus* sobre *Corynespora cassiicola*, agente da mancha-alvo do mamoeiro. 2010.

PUIA, Jacqueline Dalbelo. Caracterização de isolados de *Corynespora cassiicola* e sintomatologia de mancha alvo em diferentes cultivares de soja. 2021.

RISSATO, Renan Broti. *Bacillus* spp. no controle de doenças foliares de final de ciclo na cultura da soja. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021.

RONDINA, Artur Berbel Lirio. O uso de *Bacillus* sp. no controle de fitonematoides no Brasil. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fitossanidade) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2023.

SOARES, R. M., GODOY C. V. , OLIVEIRA M. C. N.. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja, Londrina, v.34, p.333-338.

SOUZA, Matheus Bravo; VIDAL, Roberta Luiza. Fungicidas protetores e sistêmicos no controle de *Corynespora cassiicola* em soja. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 5, n. 3, p. 65-69, 2018.

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