

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

ETEC Professor Francisco dos Santos

Técnico em Agropecuária

BACILLUS SUBTILIS, NO COMBATE DA PHAKOPSORA PACHYRHIZI NA PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL

Ana Carolina Antoniasse de Miranda dos Santos¹

Ana Júlia Xavier da Costa²

Eduardo Rogério Gomes dos Santos³

Luís Fernando Paixão Abdon⁴

Resumo: A soja (*Glycine max*) é uma das culturas mais relevantes para a economia brasileira, mas enfrenta sérios desafios fitossanitários, especialmente a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), responsável por perdas que podem variar de 10% a 90% da produção. O controle químico, embora amplamente utilizado, apresenta limitações devido ao alto custo, impactos ambientais e surgimento de populações resistentes. Diante disso, alternativas sustentáveis têm ganhado destaque, como o

¹ Ana Carolina Antoniasse Miranda dos Santos, nascida em São Simão, São Paulo, 06/09/2007, estuda na Escola Técnica Estadual de São Simão, São Paulo, cursa técnico em Agropecuária, Objetivo de aplicar na prática o conhecimento adquirido ao longo dos anos durante o curso. Portadora do E-mail anacarolinaantoniasse91@gmail.com

² Ana Júlia Xavier da Costa, nascido em Ribeirão Preto, São Paulo, 17 anos, estuda na Escola Técnica Estadual de São Simão, São Paulo, onde cursa os cursos de Técnico Agropecuária, realiza tal trabalho com o intuito de promover conhecimento sobre o assunto e desenvolver novas técnicas. Portador do E-mail anajuliacosta@gmail.com

³ Eduardo Rogério Gomes dos Santos, nascido em Cajuru, São Paulo, estudo na escola técnica estadual de São Simão, São Paulo, curso o técnico em agropecuária, elaboração deste trabalho um passo fundamental para minha formação profissional, pois me prepara para desafios futuros no mercado de trabalho e me incentiva a pensar de forma independente e criativa. eduardorogério138@gmail.com

⁴ Luís Fernando Paixão Abdon, nascido em Ribeirão Preto, São Paulo, 13/07/2007, reside em Jardinópolis, município da região metropolitana de Ribeirão Preto e estuda na Escola Técnica Estadual de São Simão, São Paulo, onde cursa o curso de Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, realiza o presente trabalho com o intuito de promover métodos e estrutura literária do conceito aplicado. Portador do e-mail luisfernandoabdon@gmail.com

uso do *Bacillus subtilis* no manejo integrado da doença. Esta pesquisa indireta de caráter bibliográfico e qualitativo, analisou estudos científicos e técnicos que evidenciam o potencial de *B. subtilis* como agente de biocontrole, atuando por meio da produção de metabólitos antifúngicos, indução de resistência sistêmica e promoção do crescimento vegetal. Os resultados apontam que, embora a eficácia dependa de fatores como condições ambientais, métodos de aplicação e integração com práticas culturais, o uso de *B. subtilis* representa uma estratégia promissora para reduzir a dependência de fungicidas químicos e fortalecer práticas agrícolas sustentáveis. Conclui-se que este microrganismo constitui um recurso biotecnológico relevante para o controle da ferrugem asiática, contribuindo para uma sojicultura mais sustentável, segura e economicamente viável.

Palavras-chave: *Bacillus subtilis*; Controle biológico; Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*); Manejo integrado de doenças; Soja (*Glycine max*).

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo apresentar a produção de soja, um dos alimentos que executa um papel fundamental na economia nacional. Contudo, a cultura enfrenta problemas fitossanitários, sendo o fungo da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), uma das doenças mais graves e economicamente impactantes da cultura. Essa doença pode causar perdas na produtividade, por esses motivos sendo necessário um controle contínuo e severo. Definido por ter um alto poder de disseminação, provocando perdas que variam entre 10% e 90% da produção, de acordo com o nível de infecção e da eficácia do manejo escolhido. Normalmente, o controle é realizado através da aplicação intensiva de fungicidas químicos. Porém, esse método vem se mostrando cada vez mais restrito, por conta de seu custo elevado dos produtos, aos impactos negativos causados ao meio ambiente e ao aparecimento de fungos resistentes ao agente utilizado.

Em vista do aumento da preocupação com os impactos ambientais, os custos elevados, o perigo de novas linhagens resistentes e o aumento do uso de fungicidas químicos altamente impactantes no solo e à bacia hidrográfica, foi fundamental, buscar alternativas mais sustentáveis e eficazes para o manejo da ferrugem asiática. Neste caso, o uso de agentes biológicos, como o *Bacillus Subtilis*, tem ganhado um grande destaque. Este microrganismo é conhecido por sua capacidade de impedir o desenvolvimento de fitopatógenos, promover o crescimento vegetal e estimular o mecanismo natural de defesa nas plantas. Esta bactéria possui capacidade de oposição contra patógenos, atuando por meio da produção de metabólitos

antifúngicos, indução de resistência sistêmica na planta hospedeira, preparando a planta para se defender. Além disso, *B. subtilis* tem a capacidade de promover o fortalecimento das plantas frente a ataques biológicos.

A aplicação de *B. subtilis* no controle da *P. pachyrhizi* surge, deste modo, como uma estratégia favorável, diretamente ligada com os princípios da agricultura sustentável e do manejo integrado de doenças. Este trabalho tem como objetivo explorar os resultados e o potencial do *Bacillus subtilis* no combate à ferrugem asiática da soja, induzindo ao desenvolvimento de práticas agrícolas mais eficientes, seguras e sustentáveis.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida por meio de um estudo bibliográfico que a pesquisa indireta teve como abordagem um estudo qualitativo, sempre visando analisar e absorver pesquisas e estudos científicos que possui como tema o uso do *B. Subtilis* como um agente do controle biológico na ferrugem da soja (*Phakopsora Pachyrhizi*). A busca por esse conteúdo foi realizada por meio de fontes confiáveis, sites de pesquisas e artigos científicos, tanto escritos em português como em inglês, além dos conteúdos, adquirimos também imagens do fungo microscopicamente para absorção do assunto em forma visual.

Para aprofundamento do tema, começando do conceito geral do fungo *Bacillus Subtilis*, sendo um controle biológico para o combate da *Phakopsora pachyrhizi* na Soja. Tal informação possibilitou reunir diversos panoramas e a adentrar na argumentação deste artigo.

A escolha dos materiais, inicialmente foi feita com foco em leituras de resumos e artigos com assuntos semelhantes, foi selecionado trabalhos que tivesse relação direta com o tema. Após isso, tais textos foram analisados, tendo como critério os objetivos dos estudos, os principais resultados apresentados pelos autores e sua finalidade. Os dados que foram encontrados foram organizados de forma que facilitasse a compreensão do potencial do *B. Subtilis* na ferrugem asiática.

Além dessas bases, foram analisados reportórios técnicos, com a ideia de acrescentar nas informações já organizadas. Os tópicos foram preparados de forma lógica, permitindo observar a evolução das pesquisas, os desenvolvimentos e os desafios encarados na utilização desse método de controle.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

A soja ocupa posição de destaque na agricultura brasileira, sendo uma das culturas mais expressivas em termos de área plantada e rentabilidade econômica. Entretanto, a produtividade nacional é fortemente impactada por doenças que comprometem o desenvolvimento e o rendimento da cultura. Entre estas, a ferrugem-asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é considerada a mais severa e economicamente prejudicial. Esse patógeno, pertencente à classe dos Pucciniomycetes, apresenta hábito biotrófico, necessitando de tecido vivo para completar seu ciclo. A infecção ocorre pela germinação dos urediniósporos sobre as folhas, seguida da penetração pela cutícula ou pelos estômatos e do estabelecimento de urédias, responsáveis pela produção de novos esporos. Os sintomas manifestam-se como lesões castanho-avermelhadas acompanhadas de necrose e queda precoce das folhas, reduzindo drasticamente a capacidade fotossintética da planta. As condições de alta umidade relativa e temperaturas entre 18 °C e 26 °C favorecem a disseminação do fungo, que pode ser transportado a longas distâncias pelo vento e pela chuva.

Embora práticas como o vazio sanitário, a rotação de culturas e o uso de cultivares resistentes sejam fundamentais, a aplicação de fungicidas ainda constitui a principal ferramenta de controle. Contudo, o uso repetitivo de moléculas químicas tem favorecido a seleção de populações resistentes de *P. pachyrhizi*, elevando custos de produção e comprometendo a eficiência do manejo químico. Esse cenário reforça a importância do controle biológico como alternativa sustentável, capaz de reduzir a dependência de defensivos e integrar-se ao manejo integrado de doenças (MID).

Entre os agentes de biocontrole mais estudados, destaca-se a bactéria *Bacillus subtilis*, microrganismo gram-positivo, aeróbico e formador de esporos, amplamente

distribuído no solo e na rizosfera. Considerado um organismo de vida livre, *B. subtilis* interage benéficamente com plantas e microbiota associada. Seu potencial antagonista está relacionado à produção de metabólitos secundários, incluindo antibióticos, enzimas hidrolíticas e lipopeptídeos como surfactina, iturina e fengicina, que apresentam comprovada ação antifúngica e antimicrobiana. Esses compostos degradam estruturas celulares de fitopatógenos e inibem processos fundamentais como germinação de esporos e desenvolvimento micelial.

Além da ação antimicrobiana direta, *B. subtilis* atua como promotor de crescimento vegetal, sintetizando fitormônios como o ácido indolacético (AIA) e aumentando a disponibilidade de nutrientes essenciais por meio da solubilização de fósforo e ferro. Sua capacidade de colonizar rapidamente raízes e folhas cria uma barreira física e biológica, impedindo o estabelecimento de patógenos. Esses fatores conferem ao microrganismo múltiplos mecanismos de ascendência no processo de biocontrole, tornando-o altamente competitivo em ambientes agrícolas.

No combate à *Phakopsora pachyrhizi*, estudos têm demonstrado que *B. subtilis* pode reduzir significativamente a germinação de urediniósporos e a formação de urédias, comprometendo o ciclo da ferrugem-asiática. Essa eficácia depende, entretanto, de fatores como método de aplicação, persistência do microrganismo no ambiente e condições climáticas. Aplicações via pulverização foliar, por exemplo, permitem que a bactéria atue diretamente na superfície das folhas, colonizando o mesmo nicho ecológico explorado pelo fungo. A análise dos efeitos mostra que, além de reduzir a severidade da doença, *B. subtilis* pode induzir resistência sistêmica na planta, reforçando suas barreiras naturais de defesa e conferindo maior resiliência contra infecções subsequentes.

Os estágios de biocontrole podem ser resumidos em: colonização eficiente das superfícies da planta; produção de metabólitos com ação antifúngica; indução de resistência sistêmica; e competição por espaço e nutrientes. Essa sequência cria um ambiente desfavorável ao desenvolvimento da ferrugem, destacando a prevalência do antagonista sobre o fitopatógeno. O confronto e a interação entre *B. subtilis* e *P. pachyrhizi* revelam um equilíbrio dinâmico dentro do ecossistema agrícola, no qual fatores ambientais e práticas de manejo determinam a intensidade da resposta.

Por fim, impõe-se a interpretação dos ecossistemas de controle, considerando que a introdução de microrganismos antagonistas em larga escala pode alterar comunidades microbianas nativas e, em alguns casos, gerar efeitos secundários indesejados. Assim, artigos e estudos relacionados destacam a necessidade de avaliações contínuas de impacto ecológico para assegurar que o uso de *B. subtilis* seja seguro e eficiente, sem riscos presumíveis à cultura da *Glycine max*.

3.1 PARTE HISTÓRICA

A soja, conhecida cientificamente como *Glycine max*, destaca-se como uma das principais culturas agrícolas no Brasil, sendo fundamental tanto para a economia do país quanto para a segurança alimentar global. Introduzida no Brasil no início do século XX, a soja passou por uma significativa transformação genética e tecnológica, especialmente nas décadas de 1970 e 1980, com a ampliação das áreas cultivadas no Cerrado. Esse crescimento foi favorável ao avanço dos programas de melhoramento genético, à expansão das fronteiras agrícolas e à implementação de práticas de cultivo intensivo, consolidando o Brasil como líder na produção de grãos. Entretanto, essa intensificação da produção traz desafios fitossanitários substanciais, dentre os quais se destaca a ferrugem asiática da soja, que é provocada pelo fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi*, cuja chegada ao Brasil foi oficialmente documentada em 2001. Desde o seu surgimento, a doença se tornou uma das mais críticas para a cultura da soja no Brasil, necessitando de medidas de monitoramento e controle contínuas. A ferocidade da ferrugem asiática se deve ao seu ciclo de infecção veloz, à capacidade de se espalhar rapidamente por esporos no ar e aos severos impactos econômicos que causa. As condições climáticas no Brasil, especificamente a alta umidade relativa e as temperaturas amenas durante o ciclo da soja, favorecem a proliferação desse patógeno. Pesquisas indicam que em plantações sem tratamento, as perdas de produtividade podem chegar a 90%, dependendo do estágio da cultura e da gravidade da infecção. Desde sua introdução, *P. pachyrhizi* demonstrou grande capacidade de adaptação, evoluindo sob forte pressão seletiva imposta pelo uso frequente de fungicidas. Isso resultou na formação de populações com resistência parcial ou total a produtos químicos comuns, como os inibidores da succinato

desidrogenase e triazóis. Embora a cispênese, por definição, envolva a inserção de genes de espécies que podem cruzar entre si, aqui o termo é utilizado de forma metafórica para descrever a adaptação do patógeno através de mutações naturais, levando ao surgimento de fenótipos mais resistentes ou agressivos, o que pode ser visto como uma "cispênese evolutiva" promovida por processos de seleção natural. As diferentes linhagens de *P. pachyrhizi* que circulam no Brasil possuem variações genéticas que aumentam sua prevalência e agressividade. O patógeno tem origem no sudeste asiático, mas sua rápida propagação na América revela sua robusta capacidade de adaptação e agressividade. Esta hereditariedade, somada à habilidade de gerar esporos e se dispersar pelo ar, assegura ao fungo uma vantagem competitiva contra outros patógenos da soja. Historicamente, o controle da ferrugem asiática tem se baseado quase que exclusivamente em aplicações frequentes de fungicidas químicos. Contudo, essa abordagem possui limitações significativas, como custos operacionais altos, impacto ambiental devido ao uso contínuo de defensivos e o desenvolvimento de populações resistentes aos produtos químicos disponíveis. Com isso, cresce a necessidade de soluções mais sustentáveis e eficientes para o manejo da ferrugem asiática. Dentro desse quadro, os agentes de biocontrole começam a ter um papel relevante, com destaque para *Bacillus subtilis*. Esse microrganismo se mostra promissor devido à sua capacidade de inibir patógenos, estimular o crescimento das plantas e ativar as defesas naturais delas. A utilização de agentes biológicos, como *Bacillus subtilis*, apresenta uma alternativa viável para o combate à ferrugem asiática. O funcionamento deste microrganismo envolve múltiplos mecanismos: antagonismo direto por meio da produção de compostos antimicrobianos, indução de resistência sistêmica na planta e competição por nutrientes e espaço. O processo de biocontrole se dá em diversas etapas: a colonização do hospedeiro ou da superfície foliar, a supressão do patógeno a partir de interferências bioquímicas, a ativação dos mecanismos de defesa das plantas e a manutenção do equilíbrio microbiológico no ambiente local da cultura. Embora a abordagem de biocontrole seja uma opção ecologicamente sustentável, sua eficácia depende de fatores como a formulação, o modo de aplicação, as condições ambientais e o tempo de inoculação. Condições inadequadas, como sistemas de cultivo contínuo, falta de rotação de culturas e aplicação inadequada de agentes biológicos, podem prejudicar a eficácia do biocontrole e aumentar a vulnerabilidade

da soja à ferrugem. Assim, uma compreensão integrada do ambiente do solo, das condições microclimáticas e das interações entre plantas e microrganismos é crucial para o sucesso dessa estratégia. Portanto, esta pesquisa tem como objetivo analisar, de uma perspectiva técnica e crítica, a interação entre o fitopatógeno *P. pachyrhizi* e o agente biocontrole *B. subtilis*, avaliando a possível eficácia do controle biológico da ferrugem asiática e suas implicações para a sustentabilidade na produção de soja. A análise dos ambientes experimentais e a revisão da literatura especializada auxiliarão na fundamentação do uso estratégico de *B. subtilis* em sistemas de manejo integrado, buscando superar os desafios impostos pelo controle químico tradicional.

3.2 TRABALHO DE PESQUISA

Deve se destacar o uso de bacillus S. para a formação da resposta e redução de efeitos pela ferrugem asiática à produção de soja, com efeitos equivalentes ao de agrotóxicos e químicos, seguindo a literatura a seguir:

O isolado BV02 de *Bacillus subtilis*, aplicado isoladamente ou em associação ao cobre, reduziu a severidade da ferrugem asiática e apresentou desempenho semelhante a tratamentos químicos, mostrando-se alternativa viável para o manejo da doença em soja. (MUNIZ, C. R. et al. Associação de *Bacillus subtilis* BV02 e produto à base de cobre no controle da ferrugem asiática na soja. *Summa Phytopathologica*, v. 49, p. 1–9, 2023).

Logo a resposta que adquirimos por meio deste artigo remete aos fundamentos dos problemas de aplicação e acessibilidade ao método qualificado, além dos procedimentos que necessitam de condições específicas de instalação e progressão de efeito, conforme afirma o estudo adjacente:

Segundo estudos conduzidos em condições de laboratório, casa de vegetação e campo, *Bacillus* spp. (incluindo *B. subtilis*) reduziram a germinação de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* e a severidade da doença; contudo, a eficácia depende fortemente do manejo, do momento e da forma de aplicação e da compatibilidade com fungicidas, sendo necessária atenção às condições específicas de instalação e progressão do efeito. “Em casa de vegetação e campo, *Bacillus* spp. reduziram significativamente a germinação de uredósporos de *Phakopsora pachyrhizi* e a severidade da ferrugem asiática, embora a eficiência variasse conforme o manejo e as condições de aplicação. (DORIGHELLO et al., 2015, p. 63)

Ademais, superando o negativo a funcionalidade do *Bacillus S.* sobrepõe as interferências ao regular e trazer melhorias fisiológicas e estruturais para as plantas, confirmado pelo trabalho expresso:

A eficiência do uso de *B. subtilis* no crescimento de plantas está relacionado com as características biológicas deste microrganismo, que expressa facilidades para a manutenção de sua viabilidade em bioformulados e com isso a potencialidade para promover o crescimento vegetal. (Chagas Júnior, Aloisio Freitas; Braga Júnior, Gaspar moreira Braga Júnior; lima, celso Afonso Lima; Martins, Albert Lennon Lima Martins; Souza, Manuella costa Souza; chagas, Lilian França Borges Chagas. *Bacillus subtilis* como inoculante promotor de crescimento vegetal em soja. *Diversitas journal*)

Perante as adversidades da produção da cultura de soja dentre os fatores que implicam na produtividade encontramos, principalmente, a *phakopsora pachyrhizi* que impossibilita uma produção adequada e influencia negativamente na colheita esperada. Portanto, devemos considerar que o biocontrole que acontece por meio do uso do *Bacillus S.* agregam consideravelmente no manejo de amplo tratamento, desde a utilização nas sementes a aplicação no solo e área foliar que estimula na bioformulação e resistência da planta, como apresenta o seguinte trabalho:

Diversos estudos têm investigado o uso de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrole no manejo da ferrugem-asiática da soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi*. Os métodos de aplicação incluem tratamento de sementes, pulverização foliar e aplicação no solo, visando a indução de resistência sistêmica e a produção de metabólitos antimicrobianos que inibem o patógeno. Além disso, diferentes cepas de *B. subtilis* têm demonstrado eficácia variável, dependendo das condições ambientais e do estágio de desenvolvimento da planta (Dorighello et al., 2014; Montino, 2021; Barbosa, 2023).

3.3 DADOS OBTIDOS PELA PESQUISA

A revisão bibliográfica mostrou que a ferrugem asiática que ataca a soja é uma das doenças mais graves que afetam essa cultura, levando a perdas de produção que pode variar entre 10% e 90%, analisando a sua intensidade. Tendo como o primeiro registro nacional da doença em 2001, sua disseminação foi favorecida pelas condições climáticas como temperaturas amenas e alta umidade, onde é comum nas regiões que produz tal alimento.

O controle tradicional é realizado ainda por meio de aplicações de fungicidas químicos, levando a um grande impacto ambiental e a elevados custos de aplicação. Entretanto, no que se refere ao uso de agentes biológicos, os resultados adquiridos apontam que o *Bacillus subtilis* apresenta diversos mecanismos de ação, tal como o aumento de produção de metabólitos antifúngicos por meio da secreção de substâncias como antibióticos e enzimas que inibem o crescimento de fungos fitopatogênicos, desestabilizam suas membranas e degradam suas paredes celulares, indução de resistência na planta hospedeira por meio de mecanismo direto e indireto como a produção de substâncias antimicrobianas e fitoestimulante hormonal, promoção do crescimento vegetal e fortalecimento da cultura, isso tudo porque ele estimula o desenvolvimento das raízes favorecendo a absorção de minerais e secreções de substâncias bioativas.

Dessa forma, os dados evidenciam tanto a problematização da ferrugem asiática da soja quanto o potencial do *Bacillus subtilis* como agente de biocontrole, mostrando uma alternativa promissora frente às limitações do manejo químico.

3.4 RESULTADOS ALCANÇADOS E DISCUSSÃO

A sistematização das informações analisadas possibilitou confirmar que a ferrugem constitui como um dos principais desafios fitossanitários da sojicultura brasileira, com um expresso impacto econômico e ambiental. Constatou-se ademais, que a dependência apenas de fungicidas químicos não se mostram sustentáveis a longo tempo, devido ao aumento dos custos de produção.

Os efeitos alcançados demonstram que o *Bacillus subtilis* representa uma alternativa promissora dentro de manejo integrado de doenças, sendo um grande aliado aos princípios da agricultura sustentável. Seu uso facilita a redução de agrotóxicos, melhorando o equilíbrio microbiológico do ambiente e a resiliência da cultura frente à ferrugem asiática.

Todavia, revelou-se que a adoção efetiva desse método depende de ajustes técnicos, como modos de aplicação adequados e integração com práticas culturais, juntando-se a rotação de cultura e uso combinado com outros equipamentos.

Em síntese, os objetivos concretizados permitem finalizar que o *B. subtilis* constitui um recurso biotecnológico relevante para o controle da *P. pachyrhizi*, beneficiando uma agricultura mais defensável, segura e viável financeiramente.

4 CONCLUSÃO

O *Bacillus Subtilis* demonstrou um grande potencial no controle da ferrugem asiática da soja, ajudando na redução da *Phakopsora pachyrhizi*, e para a sustentabilidade da produção da cultura. A sua utilização pode diminuir o uso de fungicidas químicos e apoiar práticas agrícolas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. C. *Bacillus* spp., agentes de biocontrole de doenças da soja: uma alternativa à resistência de fungos a fungicidas como parte de um manejo integrado. UFPel, 2023. Disponível em: <https://institucional.ufpel.edu.br/projetos/id/u6650>. Acesso em: 30 jul. 2025.

CHAGAS JUNIOR, Aloisio Freitas; BRAGA JUNIOR, Gaspar Moreira Braga Junior; LIMA, Celso Afonso Lima; MARTINS, Albert Lennon Lima Martins; SOUZA, Manuella Costa Souza; CHAGAS, Lillian França Borges Chagas. *Bacillus subtilis* como inoculante promotor de crescimento vegetal em soja. *Diversitas Journal*, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 0001–0016, 2022. DOI: 10.48017/dj. v7i1.2071. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2071. Acesso em: 17 set. 2025.

DORIGHELLO, D. V.; FORNER, C.; BETTIOL, W. Controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) com *Bacillus subtilis*, *B. firmus* e *B. amyloliquefaciens*. Anais... Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 47, Londrina, 2014. Disponível em:

<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1004817>. Acesso em: 30 jul. 2025.

GODOY, C. V. et al. Ferrugem-asiática da soja no Brasil: passado, presente e futuro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 5, p. 441-451, 2016. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/23063/0>. Acesso em: 28 maio 2025.

GODOY, C. V. et al. Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência. *Embrapa Documentos*, n. 428, 2020. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/manejo-integrado/manejo-integrado-de-doencas/como-fazer-o-controle-da-ferrugem-asiatica-da-soja-_485320.html. Acesso em: 28 maio 2025.

MONTINO, S. P. Uso do *Bacillus subtilis* como agente de biocontrole de fitopatógenos da cultura de soja. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, v. 10, n. 2, p. 1338, 2021. DOI: <https://doi.org/10.51189/rema/1338>.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; PIMENTA, C. B.; MOREIRA, J. U. Ferrugem-asiática da soja no Brasil: passado, presente e futuro. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 46, n. 1, p. 18-31, 2020.

KLOEPPER, J. W.; RYU, C. M.; ZHANG, S. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology*, St. Paul, v. 94, n. 11, p. 1259-1266, 2004.

ROMERO, D.; DE VICENTE, A.; RAKOTOALY, R. H.; DIÁZ, M.; OLIVARES, J. A.; CAZORLA, F. M.; PÉREZ-GARCÍA, A. The iturin and fengycin families of lipopeptides are key factors in antagonism of *Bacillus subtilis* toward *Podosphaera fusca*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, St. Paul, v. 20, n. 4, p. 430-440, 2007.

SILVA, O. C.; RODRIGUES, F. A.; CANTERI, M. G. Controle biológico de doenças de plantas: avanços e perspectivas no Brasil. Tropical Plant Pathology, Brasília, v. 46, p. 1-16, 2021.

SOUZA, L. D.; BRANDÃO, R. S.; FERRAZ, H. G. M.; BATISTA, T. F. R.; DIAS, M. D. P. Biocontrole da ferrugem-asiática da soja por rizobactérias promotoras de crescimento vegetal. Revista de Ciências Agrárias, Belém, v. 62, p. 1-8, 2019.

YORINORI, J. T.; LAZZAROTTO, J. J. Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul. Embrapa Soja – Circular Técnica, Londrina, n. 37, p. 1-36, 2004.

5 ANEXOS

ANEXO – 1 (descrição)

Figura 1: *Sintoma de ferrugem-asiática, pontos escuros na folha e formação de estruturas reprodutivas no verso da folha.*



Foto: Alex Maquiel Klein/PET Agronomia UFSM.

Figura 2: *Urédias do fungo (estruturas reprodutivas) causador da ferrugem-asiática observadas com lupa de 30 aumentos.*



Foto: José Tadashi Yorinori.