APLICAÇÃO DE BACTÉRIAS DO GÊNERO *Bacillus* NO MANEJO DE DOENÇAS DE PLANTAS

Anna Júlia de Oliveira Lucas Mendes, Davi Reali Colombo, Lucas Jordão Santana Tigre, Jordania Bolzan dos Santos, Samuel de Assis Silva, Simone de Paiva Caetano Bucker Moraes, Willian Bucker Moraes

Universidade Federal do Espírito Santo / Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário, s/n°, Guararema – 29500-000 – Alegre-ES, Brasil, deoliveiralucasmendesannajulia@gmail.com, davicolombo@icloud.com, lucasjst01@gmail.com, jordaniabolzan@gmail.com, samuel.silva@ufes.br, simonepaivabucker@gmail.com, willian.moraes@ufes.br

Resumo

As doenças de plantas representam um dos principais fatores limitantes da produção agrícola, tornando necessária a adoção de estratégias de manejo mais sustentáveis. Nesse contexto, bactérias do gênero *Bacillus* têm se destacado como agentes de controle biológico devido à sua capacidade de suprimir fitopatógenos por diferentes mecanismos de ação. Objetivou-se com este trabalho sintetizar o conhecimento disponível sobre a aplicação de bactérias do gênero *Bacillus* no manejo de doenças de plantas. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura em bases de dados científicas nacionais e internacionais, utilizando artigos recentes relacionados ao tema. Os estudos analisados evidenciaram que espécies como *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* e *B. velezensis* são amplamente utilizadas no controle de doenças causadas por fungos, bactérias e nematoides. A eficiência dessas bactérias está associada à produção de metabólitos secundários, à competição por nutrientes e nichos ecológicos e à indução de resistência sistêmica nas plantas. Dessa forma, o gênero apresenta elevado potencial como alternativa sustentável para o manejo integrado de doenças de plantas.

Palavras-chave: Controle biológico; Bioinsumos; Manejo integrado; Bactérias benéficas.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias (Agronomia)

Introdução

As doenças de plantas representam um grande risco para a segurança alimentar mundial, pois reduz a produtividade e qualidade da colheita e, consequentemente, causando perdas econômicas. Estima-se que há perdas de 15% em culturas não protegidas no mundo anualmente devido a doenças causadas por fitopatógenos, incluindo vírus, bactérias, fungos e nematoides (DOBRZYNSKI *et al*, 2023).

Embora, o uso de produtos químicos tenha sido, historicamente, uma das principais estratégias para o manejo de doenças de plantas, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade e da qualidade das culturas, sua utilização indiscriminada pode ocasionar impactos ambientais adversos, além de favorecer a seleção de populações resistentes de fitopatógenos (ALI, 2026). Estima-se que cerca de 6 milhões de toneladas de pesticidas sejam aplicadas anualmente na agricultura, sendo os fungicidas sintéticos responsáveis por aproximadamente 26% desses produtos (ASAD, 2022).

O controle biológico por meio do uso de microrganismos benéficos, tem se consolidado como uma estratégia sustentável para o manejo de doenças de plantas, em virtude de sua capacidade de suprimir fitopatógenos por diferentes mecanismos de ação (ISLAM *et al.*, 2024). Os agentes de biocontrole, têm sido amplamente reconhecidos por sua capacidade de suprimir fitopatógenos e reduzir a ocorrência de doenças. Essa supressão decorre de diferentes mecanismos de ação que interferem no estabelecimento, a colonização e a infecção dos patógenos (ISLAM *et al.*, 2022).

O gênero *Bacillus* são bactérias gram-positivas que promovem o crescimento e a saúde das plantas através de diversos mecanismos, incluindo a indução de resistência sistêmica, a competição por nutrientes e a produção de metabolitos secundários com atividade antimicrobiana como surfactina, fengicina e iturina (JESUS-NICOLETTO *et al.,* 2026).

Dentre os agentes de controle biológico, as bactérias do gênero *Bacillus* vêm ganhando destaque para o manejo de doenças de plantas mais sustentável. Assim, esta revisão tem como objetivo sintetizar os conhecimentos acerca da aplicação dessas bactérias, enfatizando seus mecanismos de ação e sua importância para o manejo fitossanitário.

Metodologia

O presente estudo consiste em uma revisão de literatura, realizada por meio de levantamento bibliográfico em bases de dados científicos nacionais e internacionais, incluindo Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES, Web Of Science e Elsevier. A busca foi realizada utilizando combinações de palavras-chave em inglês, tais como: *bactéria, biological control, Bacillus, disease management, plant diseases, phytopathogens, inhibition, suppression, secondary metabolites e lipopeptides*.

Foram utilizados exclusivamente artigos científicos, priorizando-se publicações recentes e de maior relevância científica para o tema, com foco na aplicação de bactérias do gênero *Bacillus* no manejo de doenças de plantas, seus mecanismos de ação e potencial de utilização na agricultura.

Resultados

Os estudos analisados demonstraram que espécies do gênero *Bacillus* apresentam ampla aplicação no controle biológico de doenças fúngicas, com destaque para *Bacillus subtilis* e *B. amyloliquefaciens*, as espécies mais frequentemente relatadas. Além dessas, também foram identificadas *B. velezensis*, *B. pumilus*, *B. licheniformis*, *B. siamensis*, *B. glycinifermentans*, *B. atrophaeus* e *B. tequilensis* no manejo de diferentes oomicetos e fungos fitopatogênicos (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação entre doenças de plantas, patógenos causadores e espécies de *Bacillus* spp. relatadas no biocontrole, com respectivas referências

Uso de *Bacillus* spp. Para biocontrole				
Cultura	Doença	Patógeno	*Bacillus* (espécie)	Referência
Tomate	Murcha bacteriana	*Ralstonia solanacearum*	*Bacillus amyloliquefaciens*	DADMEHR; REZAEI; DEHDARI, 2026
Oliveira	Murcha de *Verticillium*	*Verticillium dahliae*	*B. siamensis*	CRESPO-BARREIRO; CARA-JIMÉNEZ; GONZÁLEZ-ANDRÉS, 2025
Arroz	Brusone	*Pyricularia oryzae (sin. Magnaporthe oryzae*)	*B. amyloliquefaciens, B. pumilus*	SHA; ZENG; SUI, 2020
Tomate	Murcha do tomateiro	*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*	*B. velezensis, B. tequelensis, B. glycinifermentans, B. subtilis,B. atrophaeus*	RAMAKRISHNAN *et al.*, 2026
Cana-de-açucar	Mancha foliar da cana-de-açúcar	*Nigrospora sphaerica*	*B. subtilis*	YUAN *et al.*, 2026
	Podridão vermelha da cana -de-açúcar	*Colletotrichum falcatum*		
	Estria marrom da cana-de-açúcar	*Bipolaris setariae*		
	Mancha anelar da cana-de-açúcar	*Curvularia ischaemi*		
	Pokkah boeng da cana-de-açúcar	*Fusarium verticillioides*		
Maça	Cancro de Valsa	*Cytospora mali*	*B. subtilis*, *B. licheniformis* e *B. amyloliquefaciens*	YANG *et al.*, 2025
Tomate		*Meloidogyne incógnita*	*B. subtilis*	ADIWENA *et al.*, 2023
Soja e feijão		*Meloidogyne incógnita*	*B. amyloliquefaciens*	MOREIRA *et al.*, 2025
Tomate		*Meloidogyne javanica*	*B. halotolerans*	XIA *et al.*, 2019
Amendoim	Podridão do caule	*Sclerotium rolfsii*	*B. licheniformis*	JEEVANANTHAM *et al.*, 2025
Tabaco	Murcha bacteriana	Ralstonia solanacearum	*B. velezensis*	HU *et al.*, 2026
Morango	Podridão negra das	*Pythium sp.*	*B. pumilus*	ABD-EL-KAREEM;

raízes	*Rhizoctonia solani* *Fusarium solani*		ELSHAHAWY; ABD-ELGAWAD, 2021

Fonte: Próprio autor

Para doenças bacterianas, os trabalhos encontrados concentraram-se no controle da murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum*, destacando principalmente o emprego de *Bacillus amyloliquefaciens* como agente de biocontrole (DADMEHR; REZAEI; DEHDARI, 2026).

Em relação aos fitonematoides, foram identificados estudos utilizando *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens* e *B. halotolerans* no manejo de espécies do gênero *Meloidogyne*, especialmente *M. incognita* (ADIWENA *et al.*, 2023; MOREIRA *et al.*, 2025) e *M. javanica* (XIA *et al.*, 2019), evidenciando o potencial dessas bactérias no controle biológico de nematoides de importância agrícola.

Discussão

O uso de *Bacillus* spp. no manejo biológico de doenças de plantas consolidou-se, ao longo das últimas duas décadas, como uma das estratégias mais promissoras dentro do manejo integrado de doenças, refletindo tanto o esgotamento da eficácia de determinados princípios ativos químicos quanto a pressão regulatória e ambiental sobre o uso intensivo de agrotóxicos (KHAN *et al*., 2022; AYAZ *et al*., 2023).

A espécies de *Bacillus* são frequentemente encontradas no solo, especialmente na rizosfera das plantas, produzem endósporos resistentes e possuem uma variedade de métodos para combater fitopatógenos (DADMEHR; REZAEI; DEHDARI, 2026). Entre as espécies mais utilizadas destacam-se *Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus velezensis*, que são as espécies mais empregadas em bioinsumos.

As espécies do gênero *Bacillus* destacam-se no biocontrole de fitopatógenos principalmente pela síntese de uma ampla diversidade de metabólitos secundários. Entre eles estão os lipopeptídeos como: surfactina, iturina e fengicina, além de policetídeos, peptídeos antimicrobianos, enzimas líticas e compostos orgânicos voláteis, que juntos compõem o arsenal químico responsável pela supressão de patógenos (JIN *et al*., 2025). Esses compostos atuam por mecanismos distintos e complementares: alguns provocam lise celular ou formação de poros na membrana de fungos fitopatogênicos, enquanto outros inibem enzimas específicas ou bloqueiam a síntese proteica do patógeno (KIESEWALTER et al., 2021). Os compostos atuam de forma combinada com outros mecanismos, como colonização radicular e indução de resistência sistêmica na planta, o que reforça a ação combinada do gênero (ALI, 2026).

A eficiência dos metabólitos produzidos pelas bactérias do gênero *Bacillus* não está relacionada a apenas a ação de composto, mas sim a ação conjunta de diferentes metabólitos secundários, no trabalho realizado por KIESEWALTER et al., 2021, foi possível observar que a plipastatina, quando utilizada isoladamente, foi capaz de inibir espécies do gênero *Fusarium*. Entretanto, para o controle de *Botrytis cinerea*, foi necessária a ação combinada da plipastatina com a surfactina. Os fatores ambientais como umidade do solo, temperatura e pH influência nos compostos produzidos pelas bactérias. Esses fatores ajudam a explicar por que a eficiência de biocontrole observada em laboratório nem sempre se repete nas condições de campo reforçando a importância de otimizar dose, modo de aplicação e momento fenológico da cultura para o sucesso da estratégia (GULZAR et al., 2025).

A versatilidade de *B. subtilis* frente a diferentes patógenos fúngicos da cana-de-açúcar (YUAN et al., 2026) não parece casual, mas coerente com relatos de que essa espécie reúne, em um único isolado, produção de lipopeptídeos, atividade lítica e capacidade de induzir ISR (BONATERRA et al., 2022; MARAL-GÜL; ELTEM, 2024).

Conclusão

O gênero *Bacillus* apresenta elevado potencial para o manejo biológico de doenças de plantas, destacando-se pela diversidade de espécies e mecanismos de ação envolvidos na supressão de fitopatógenos. As evidências encontradas na literatura reforçam sua importância como alternativa sustentável no manejo integrado de doenças, embora estudos em condições de campo ainda sejam necessários para otimizar sua eficiência e ampliar sua aplicação em diferentes sistemas de cultivo.

Referências

ABD-EL-KAREEM, Farid; ELSHAHAWY, Ibrahim E.; ABD-ELGAWAD, Mahfouz MM. Application of Bacillus pumilus isolates for management of black rot disease in strawberry. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 25, 2021.

ADIWENA, Muh.; MURTILAKSONO, Aditya; EGRA, Saat; HOESAIN, Mohammad; ASYIAH, Iis Nur; PRADANA, Ankardiansyah Pandu; IZATIKA, Zidna Nurul. **The effects of micronutrient-enriched media on the efficacy of *Bacillus subtilis* as a biological control agent against *Meloidogyne incognita*.** *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, v. 24, n. 1, p. 33–39, 2023.

ALI, Sajad. Decoding Bacillus spp.: Antimicrobial Diversity, Biocontrol Mechanisms, and Safe Deployment in Plant Disease Management. **Plants**, v. 15, n. 12, p. 1834, 2026.

ASAD, Saeed Ahmad. Mechanisms of action and biocontrol potential of Trichoderma against fungal plant diseases-A review. **Ecological complexity**, v. 49, p. 100978, 2022

AYAZ, Muhammad et al. Agentes de biocontrole bacterianos e fúngicos para proteção de doenças em plantas: jornada do laboratório ao campo, situação atual, desafios e perspectivas globais. **Molecules** , v. 28, n. 18, p. 6735, 2023.

BONATERRA, Anna et al. Bactérias como agentes de controle biológico de doenças de plantas. **Microorganisms**, v. 10, n. 9, p. 1759, 2022.

CRESPO-BARREIRO, Andrea; CARA-JIMÉNEZ, Jorge; GONZÁLEZ-ANDRÉS, Fernando. Boosting olive plant defense systems against *Verticillium dahliae*: integrating biochar and *Bacillus siamensis* for sustainable disease management. **Industrial Crops and Products**, v. 233, 2025, art. 121395

DADMEHR, Parvin; REZAEI, Rasool; DEHDARI, Massoud. Biocontrol efficacy and growth-promoting potential of Bacillus amyloliquefaciens against tomato bacterial wilt. **Biologia**, v. 81, n. 7, p. 186, 2026.

DOBRZYŃSKI, Jakub *et al*. Biocontrol of fungal phytopathogens by Bacillus pumilus. **Frontiers in microbiology**, v. 14, p. 1194606, 2023.

GULZAR, Abu Barkat Md et al. Exploiting the biocontrol potential of plant growth promoting Bacillus species to control plant pathogenic fungi. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, p. 102859, 2025.

HU, Yajie et al. Biocontrol of tobacco bacterial wilt by Bacillus velezensis Y19: insights into chemotaxis, competition and antagonism. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, p. 103140, 2026.

ISLAM, Tarequl et al. Antibiotic resistance in plant pathogenic bacteria: recent data and environmental impact of unchecked use and the potential of biocontrol agents as an eco-friendly alternative. **Plants**, v. 13, n. 8, p. 1135, 2024.

ISLAM, Tarequl et al. Biosynthesis, molecular regulation, and application of bacilysin produced by Bacillus species. **Metabolites**, v. 12, n. 5, p. 397, 2022.

JEEVANANTHAM, Sivaji et al. Deciphering biocontrol efficacy and in silico mechanistic elucidation of Trichoderma asperellum and Bacillus licheniformis against groundnut stem rot caused by Sclerotium rolfsii. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, p. 103103, 2025.

JESUS-NICOLETTO, Maria Luiza A. et al. Integrated chemical and genomic analysis of lipopeptides produced by Bacillus velezensis CMRP4489 with antifungal activity. **Scientific Reports**, v. 16, n. 1, p. 20770, 2026.

JIN, Pengfei *et al*. Bacillus velezensis, a new valuable source of bioactive molecules within plant microbiomes and natural weapons for the biocontrol of plant pathogens. **Tropical Plants**, v. 4, n. 1, 2024.

KHAN, Aimen Razzaq et al. Bacillus spp. como bioagentes: usos e aplicações para a agricultura sustentável. **Biology**, v. 11, n. 12, p. 1763, 2022.

KIESEWALTER, Heiko T. *et al*. Diversidade genômica e química de metabólitos secundários de Bacillus subtilis contra fungos fitopatogênicos. **Msystems**, v. 6, n. 1, p. 10.1128/msystems. 00770-20, 2021.

MARAL-GÜL, Derya; ELTEM, Rengin. Evaluation of Bacillus isolates as a biological control agents against soilborne phytopathogenic fungi. **International Microbiology**, v. 28, n. Suppl 1, p. 75-89, 2025.

MOREIRA, Aurélio Carneiro Soares et al. Bacillus amyloliquefaciens strain BaNCT02: An antagonist with multiple mechanisms of action against Meloidogyne incognita. **Plant Pathology**, v. 74, n. 2, p. 320-329, 2025.RAMAKRISHNAN, Ramachandran Muthulakshmi Vijaya et al. Interactions Between Bacillus atrophaeus 100 MTN1 and Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici Reprogram the Transcriptomic and Metabolomic Profile to Combat Tomato (cv. Kalyan) Wilt. **Microorganisms**, v. 14, n. 7, p. 1488, 2026.

SHA, Yuexia; ZENG, Qingchao; SUI, Shuting. Screening and application of Bacillus strains isolated from nonrhizospheric rice soil for the biocontrol of rice blast. **The Plant Pathology Journal**, v. 36, n. 3, p. 231, 2020.

XIA, Yanfei et al. Bacillus halotolerans strain LYSX1-induced systemic resistance against the root-knot nematode Meloidogyne javanica in tomato. **Annals of microbiology**, v. 69, n. 12, p. 1227-1233, 2019.

YANG, Yongfeng et al. Compound Bacillus agents inhibit Cytospora mali-induced valsa canker in Hanfu apple trees through multiple pathways. **Annals of Microbiology**, v. 75, n. 1, p. 30, 2025.

YUAN, Wen-Shuo et al. Isolation and identification of bacteria antagonistic to *Sporisorium scitamineum* and their biocontrol effect on sugarcane smut. **Plants**, v. 15, n. 13, p. 2091, 2026.