



Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Câmpus de Chapadão do Sul
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Iryana Laura Queiroz Viana

**USO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICO NO CONTROLE DE
FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA**

Chapadão do Sul – MS
2024



Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Câmpus de Chapadão do Sul
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Iryana Laura Queiroz Viana

**USO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICO NO CONTROLE DE
FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA**

Orientadora: Profa. Dra. Elisângela de Souza Loureiro

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Chapadão do Sul – MS
2024



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Iryana Laura Queiroz Viana

ORIENTADOR: Dra. Elisangela de Souza Loureiro

TÍTULO: Uso de produtos biológicos no controle de fitonematoides na cultura da soja.

AVALIADORES:

Prof. Dra. Elisangela de Souza Loureiro

Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa

Prof. Dra. Suelen Cristina da Silva Moreira

Chapadão do Sul, 27 de novembro de 2024.

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Elisangela de Souza Loureiro, Professora do Magistério Superior**, em 27/11/2024, às 17:26, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Luis Gustavo Amorim Pessoa, Professor do Magisterio Superior**, em 27/11/2024, às 17:26, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Suélien Cristina da Silva Moreira, Usuário Externo**, em 29/11/2024, às 11:56, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5214339** e o código CRC **1D94EEA7**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112

Fone: (67)3562-6351

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23455.000532/2024-80

SEI nº 5214339

USO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS NO CONTROLE DE FITONEMATOIDES NA CULTURA DA SOJA

RESUMO: Os fitonematoides, parasitas obrigatórios de plantas, causam prejuízos expressivos às culturas agrícolas, levando a quedas de produtividade e redução de receita em várias regiões. Práticas de manejo adequadas são essenciais para minimizar os impactos econômicos desses parasitas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes espécies de bactérias, isoladas e associadas, no manejo de *Pratylenchus brachyurus* e *Heterodera glycines*. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com 8 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram compostos por: T1 - Testemunha (sem aplicação de produtos), T2 – Fluopiram (químico), T3 - *Bacillus mojavensis* + *B. pumilus* + *Priestia megaterium* + *B. amyloliquefaciens*, T4 - *B. amyloliquefaciens* + 2 cepas de *B. subtilis* + *P. megaterium* + *B. licheniformis*, T5 - *B. subtilis* + *B. velezensis*, T6 - *B. methylotrophicus* + *B. subtilis*, T7 - *Bacillus amyloliquefaciens*, T8 - *B. subtilis* + *B. polymyxa* + *P. megaterium* + *B. pumilus* + *B. amyloliquefaciens* + *B. licheniformis*. As aplicações foram realizadas no sulco de plantio durante a semeadura. Amostras de solo e raiz para análise da eficiência dos tratamentos foram coletadas aos 30 e 60 dias após o plantio. Avaliou-se o de número de ovos, população dos nematoides e a produtividade da soja, os quais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Para o cálculo da eficiência de controle dos tratamentos foi utilizada a fórmula de Abbott. O número de ovos e nematoides de *P. brachyurus* e juvenis de *H. glycines* tanto no solo quanto na raiz, foi reduzido após aplicação de diferentes espécies de bactéria, quando comparados as testemunhas positiva (químico) e negativa (sem aplicação), mostrando que a associação de diversas espécies de bactérias proporciona eficiência na supressão populacional desses fitopatógenos. Em relação a produtividade, os tratamentos biológicos se mostraram superiores ao químico em relação à produtividade, exceto o tratamento T8.

Palavras-chave: Bactérias Promotora de Crescimento. Controle biológico. Nematoides fitopatogênicos. *Pratylenchus brachyurus*. Rizobactérias.

USE OF BIOLOGICAL PRODUCTS TO CONTROL PHYTONEMATODES IN SOYBEAN CROPS

ABSTRACT: Phytonematodes are obligate plant parasites that cause significant damage to crops, leading to yield losses and economic impacts in several regions. Proper management practices are essential to maintain populations of these parasites below the economic damage level. This study aimed to evaluate the efficacy of different bacterial species (applied alone or in combination) in minimizing damage caused by the phytonematodes *Pratylenchus brachyurus* and *Heterodera glycines* to soybean plants. The experiment was conducted in a randomized block design, with 8 treatments and 4 replications. The treatments consisted of a negative control (no application of products; T1), a positive control (application of fluopyram fungicide; T2), and applications of bacteria: *Bacillus mojavensis* + *B. pumilus* + *Priestia megaterium* + *B. amyloliquefaciens* (T3); *B. amyloliquefaciens* + 2 strains of *B. subtilis* + *P. megaterium* + *B. licheniformis* (T4); *B. subtilis* + *B. velezensis* (T5); *B. methylotrophicus* + *B. subtilis* (T6); *Bacillus amyloliquefaciens* (T7), and *B. subtilis* + *B. polymyxa* + *P. megaterium* + *B. pumilus* + *B. amyloliquefaciens* + *B. licheniformis* (T8). Treatments were applied to the planting furrows during sowing. Soil and root samples were collected 30 and 60 days after planting to analyze the treatment efficacy. Data on the number of eggs, population of *P. brachyurus* and *H. glycines*, and some agronomic parameters were subjected to analysis of variance, and means were compared using the Scott-Knott test at 5% significance level. Treatment efficacy was assessed using Abbott's formula. The number of eggs and nematodes of *P. brachyurus* and *H. glycines*, in both soil and roots, was reduced after applying the different bacterial species compared to positive and negative controls. The combination of multiple bacterial species improved the suppression of populations of these phytopathogens, differing from the chemical fungicide. Among the phytotechnical parameters evaluated, biological treatments proved superior to chemical treatments concerning productivity.

Keywords: Growth-promoting bacteria. Rhizobacteria. Biological control. Phytopathogenic nematodes. *Pratylenchus brachyurus*, *Heterodera glycines*.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
2. CONCLUSÕES	9
3. REFERÊNCIAS.....	10

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das culturas mais relevantes no cenário agrícola global, sendo crucial para a economia de vários países, especialmente o Brasil, que se destaca como o maior produtor e exportador mundial. Na safra 2023/2024, o Brasil registrou uma produção estimada em 154,8 milhões de toneladas, conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024). Esse desempenho reflete a combinação de expansão de áreas cultivadas e avanços em práticas agrícolas e tecnologias que têm potencializado a produtividade.

Entretanto, a expansão da soja não está isenta de desafios, especialmente devido à infestação de nematoides fitoparasitas, como *Heterodera glycines* e *Pratylenchus brachyurus*. Estes parasitas do solo causam danos severos às raízes, resultando em perdas significativas de produtividade que podem alcançar até 30% em áreas gravemente afetadas (Lopes et al., 2018, Melato et al., 2024). Segundo Ferraz; Brown (2016), os danos causados por nematoides são estimados em cerca de 80 bilhões de dólares anualmente, valor que pode estar bem abaixo do real.

Os nematoides são parasitas ovovivíparos com um ciclo de vida simples, que inclui ovo, quatro estágios juvenis e o estágio adulto. O ovo já contém as larvas formadas e, após sua eclosão, surgem os juvenis, que possuem todos os órgãos de um adulto, exceto os reprodutores. Durante a fase juvenil, eles passam por quatro ecdises, denominadas estágios juvenis durante as quais desenvolvem seus órgãos reprodutores e aumentam de tamanho até alcançar a fase adulta (Lordello, 1992).

O nematoide de cisto da soja *H. glycines*, adota um ciclo de vida que inclui a formação de cistos, que são fêmeas que ao morrerem se transformam, através de reações químicas, em uma estrutura de resistência na raiz da planta, estrutura essa que contém os ovos que permanecem viáveis no solo por longos períodos, dificultando o controle da infestação (Yang et al., 2018). A espécie *P. brachyurus*, conhecido por seu comportamento migratório, causa lesões nas raízes ao liberar toxinas e se deslocar internamente, o que compromete a estrutura radicular e resulta em redução da absorção e translocação de água e nutrientes (Nicol et al., 2011). Essas espécies de fitoparasitas são responsáveis por significativas perdas econômicas na agricultura, devido sua alta gama de hospedeiros e agressividade no potencial produtivo das plantas (Asmus; Lamas, 2023).

Frente a esses desafios, métodos de controle biológico têm ganhado destaque como alternativas sustentáveis aos nematicidas químicos tradicionais. Entre essas alternativas, a

utilização de bactérias do gênero *Bacillus* têm se destacado por sua eficácia no controle de nematoides. São caracterizadas por sua capacidade de formar esporos, o que lhes confere resistência em condições ambientais adversas e por desempenhar papel crucial na inibição de patógenos, pela produção de metabólitos secundários, como lipopeptídeos e enzimas. Esses microrganismos atuam por meio de múltiplos mecanismos, incluindo a produção de substâncias nematicidas, a competição por nutrientes e nichos, e a indução de resistência sistêmica nas plantas (Xue et al., 2017, Cawoy et al., 2020)

Espécies como *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* e *B. velezensis* demonstraram potencial para reduzir a população de nematoides e promover o crescimento das plantas, oferecendo uma abordagem sustentável para o manejo de pragas (Gomez et al., 2019; Zhang et al., 2020). Essas espécies não apenas suprimem nematoides através da produção de antibióticos e enzimas, mas também melhoram a sanidade geral das plantas ao estimular mecanismos de defesa naturais (Zhao et al., 2021). Recentemente, a espécie *B. megaterium* foi renomeado como *Priestia megaterium* que é um novo gênero separado de *Bacillus*. Segundo a literatura, *P. megaterium* é considerado um potencial agente de controle biológico, possuindo atividades antimicrobianas e efeitos de controle sobre patógenos de plantas e fitonematoides (Liu et al, 2023). A utilização desses microrganismos se apresenta como uma estratégia promissora, contribuindo para a sustentabilidade da produção de soja e diminuindo a necessidade de produtos químicos (Asmus; Lamas, 2023).

Diante da importância do controle biológico e da eficiência verificada para as bactérias dos gêneros *Bacillus* e *Priestia*, esse trabalho teve por finalidade estudar a combinação entre diferentes espécies de bactérias, isoladas e associadas, visando minimizar os danos causados pelos fitonematoides, comparando com o controle químico tradicional.

Por se tratar de Propriedade Intelectual e Inovação Tecnológica não serão apresentados os seguintes itens: Material e Métodos, Resultados e Discussão.

2. CONCLUSÕES

Nas condições testadas, conclui-se que:

1. O uso de agentes biológicos é eficiente em controlar populações de *P. brachyurus* aos 30 e 60 e *H. glycines* aos 60 dias após a aplicação.
2. A associação de duas ou três espécies de *Bacillus* ou apenas *B. amyloliquefaciens* foi mais eficiente que a associação de *B. subtilis* + *B. polymyxa* + *P. megaterium* + *B. pumilus* + *B. amyloliquefaciens* + *B. licheniformis*.

3. A produtividade da cultura da soja foi maior nas aplicações de bactérias e produto químico.

4. O ingrediente ativo fluopiram não reduziu a população de *P. brachyurus* e *H. glycines* nos períodos avaliados.

3. REFERÊNCIAS

ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, v. 18, (2), 265-267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>

ALMEIDA, T. R., MENDES, L. A., SOUZA, F. P. Utilização de agentes biológicos no manejo integrado de nematoides fitoparasitas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 58, p. 112-121, 2023.

ALORI, E. T., GLICK, B. R., BABALOLA, O. O. Microbial inoculants in agriculture: A review of their potential applications. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.17, n.1, p.90-103, 2017.

ANCKAERT, A.; ARGUELLES-ARIAS, A.; HOFF, G.; CALONNE-SALMON, M.; DECLERCK, S.; ONGENA, M. The use of *Bacillus* spp. as bacterial biocontrol agents to control plant diseases. In *Bacillus spp. as Biocontrol Agents*; Burleigh Dodds Science Publishing: Cambridge, UK, 2021; pp. 1–54.

ARAÚJO, J. M., SANTOS, L. P., SILVA, G. A. Eficácia de *Bacillus* spp. não há controle de nematoides em culturas agrícolas. *Revista Brasileira de Nematologia*, v. 45, p. 89-102, 2021.

ASMUS, G. L.; LAMAS, F. M. (2023). GROWTH AND DEVELOPMENT OF COTTON CULTIVATED AFTER *Urochloa* spp. *REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL*, 10(2), e7298. <https://doi.org/10.32404/rean.v10i2.7298>

BHAT, A. A., SHAKEEL, A., WAQAR, S., HANDOO, Z. A., KHAN, A. A. Microbes vs. Nematodes: Insights into Biocontrol through Antagonistic Organisms to Control Root-Knot Nematodes. *Plants*, v.12, n.3, p.451, 2023. <https://doi.org/10.3390/plants12030451>.

CAWOY, H., BETTIOL, W., FICKERS, P. *Bacillus*-based biological control of plant diseases in agriculture: Success stories and perspectives. *Frontiers in Microbiology*, v.11, p.571212, 2020. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.571212>

CHEN, Y., ZHUANG, X., ZENG, Q. Efficacy of *Bacillus amyloliquefaciens* for controlling plant-parasitic nematodes in soils. **Plant Disease**, v.102, n.10, p.2058-2065, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). (2024). Acompanhamento da safra brasileira: Grãos, Safra 2023/24, 10º levantamento. Brasília, DF. Disponível em <https://www.conab.gov.br>

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, Belgium. **State Nematology and Entomology Research Station**, 1972.

DIAS-ARIEIRA, C.R., SANTANA-GOMES, S.M., MIAMOTO, A., MACHADO, A.C.Z. (2022). Manejo Biológico de Nematoides. In Meyer, MC., Bueno, AF., Mazaro, SM., Silva, JC. (Eds.), Bioinsumos na Cultura da Soja (pp. 345-360). Embrapa.

EL-NAGDI, W. M. A.; ABD-EL-KHAIR, H. Aplicação de espécies de *Bacillus* para o controle do nematoide das galhas *Meloidogyne incognita* em berinjela. Bulletin of the National Research Centre, v. 43, n. 1, p. 1-10, 2019. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0111-6>

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. (org.). Nematologia de plantas: fundamentos e importância. Campos dos Goytacazes: SBN, [2016]. 250p.

FONSECA, R. L., SOUZA, R. M., CARNEIRO, R. M. D. G. The efficacy of fluopyram against *Meloidogyne enterolobii* and its relationship with nematode behavior and life cycle. **Pest Management Science**, v.74, n.8, p.1864-1871, 2018.

Ghahremani, Z., Sharma, P., & Tebbe, C. C. Root colonization by *Bacillus amyloliquefaciens* boosts plant defense and suppresses nematode populations. **Biocontrol Science and Technology**, v.32, n.5, p.455-467, 2022.

Gomez, J., Martinez-Medina, A., & Cazorla, F.M. *Bacillus*-based biocontrol strategies for plant diseases and their applications in sustainable agriculture. **Biological Control**, v.139, p.104070, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104070>

Haling, R.E.; Brown, L.K.; Bengough, A.G.; Young, I.M.; Hallett, P.D.; White, P.J.; George, T.S. Root hairs improve root penetration, root–soil contact, and phosphorus acquisition in soils of different strength. *J. Exp. Bot.* **2013**, 64, 3711–3721.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Saint Paul, v. 48, n. 9, p. 692-695, 1964.

KASPAR, F.; NEUBAUER, P.; GIMPEL, M. Bioactive secondary metabolites from *Bacillus subtilis*: a comprehensive review. **Journal of natural products**, v. 82, n. 7, p. 2038-2053, 2019.

KHABBAZ, S. E., LADHALAKSHMI, D., BABU, M., KANDAN, A., RAMAMOORTHY, V., SARAVANAKUMAR, D., AL-MUGHRABI, T., KANDASAMY, S. 2019. Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB)- a versatile tool for plant health management. *Can. J. Pestic. Pest Manage.*, 1, 1-25. 10.34195/can.j.ppm.2019.05.001.

KHAN, A., ZHANG, J., LIU, Y. Biological control of root-knot nematodes by *Bacillus* spp. **Nematology**, v.23, n.2, p.75-82, 2021.

LIU, J. M., LIANG, Y. T., WANG, S. S., JIN, N., SUN, J., LU, C., SUN, Y. F., LI, S. Y., FAN, B., WANG, F. Z. Antimicrobial activity and comparative metabolomic analysis of *Priestia megaterium* strains derived from potato and dendrobium. **Scientific Reports**, v. 13, p. 52 – 72, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32337-6>

LOPES, J. R. S., FIGUEIREDO, J. E. B., SILVA, D.J. Impactos econômicos e estratégias de manejo para nematoides fitoparasitas na soja no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.13, n.4, p.576-585, 2018. <https://doi.org/10.5039/agraria.v13n4a5522>

LORDELLO, L. G. **Nematoides das Plantas Cultivadas**. 8 ed. São Paulo. Editora Gráfica Ltda., 1992.

MELATO, E; SETE DA CRUZ, R. M.; PINC, M. M.; OTÊNIO, J. K.; SCHWENGBER, R. P.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; DA SILVA, C.; ALBERTON, O. 2024. Inoculation of rue with arbuscular mycorrhizal fungi alters plant growth, essential oil production and composition. *Rhizosphere*, v. 29, p. 100856.

NICOL, J. M., RIVOAL, R., BOUDON-PADIEU, E. (2011). The global threat of nematodes to sustainable food production. In: K. R. Barker, C. C. Carter, & J. N. Sasser (Eds.), *An Advanced Treatise on Meloidogyne: Volume I. Biology and Control* (pp. 5-21). North Carolina State University.

OKA, Y. (2021). Aromatic Compounds That Attract *Meloidogyne* Species Second-Stage Juveniles In Soil. *PEST MANAGEMENT SCIENCE*, 77(9), 4288–4297. [HTTPS://DOI.ORG/10.1002/PS.6506](https://doi.org/10.1002/PS.6506)

OLIVEIRA, G. R. F., M. S. SILVA, S. L. PROENÇA, J. W. BOSSOLANI, J. A. CAMARGO, F. S. FRANCO, M. E. SÁ. Influência Do *Bacillus Subtilis* No Controle Biológico De Nematoides E Aspectos Produtivos Do Feijoeiro. **BRAZILIAN JOURNAL OF BIOSYSTEMS ENGINEERING**. V.11, N.1, P.47-58, 2017.

OLIVEIRA, K. C., ARAÚJO, D.V., MENESES, A. C., SILVA, J. M., TAVARES, R. L. C Biological Management Of *Pratylenchus Brachyurus* In Soybean Crops. **REVISTA CAATINGA**, 32: 41-51, 2019.

PAULA, L. L., CAMPOS, V. P., TERRA, W. C., BRUM, D., JACOBS, D. C., BUI, H. X., DESAEGER, J. The Combination Of *Bacillus amyloliquefaciens* And *Purpureocillium lilacinum* In The Control Of *Meloidogyne enterolobii*. **BIOLOGICAL CONTROL**, V. 189, 105439, P. 1-9, 2024.

PRETTY, J.; BHARUCHA, Z. P. Sustainable Intensification In Agricultural Systems. **ANN. BOT.** 2014, 114, 1571–1596.

REDDY, P. R., SHARMA, V. K., KUMAR, R. Formação De Biofilmes E Controle De Fitonematoides Por *Bacillus Subtilis*. **REVISTA DE PATOLOGIA VEGETAL**, v. 18, p. 301-312, 2022.

RONDINA, A. B. L.; SANZOVO, A. W. S.; GUIMARÃES, G. S.; WENDLING, J. R.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Changes In Root Morphological Traits In Soybean Co-Inoculated With *Bradyrhizobium* Spp. And *Azospirillum brasilense* Or Treated With *A. brasilense* Exudates. **BIOL. FERTIL. SOILS** 2020, 56, 537–549.

SANSINENEA, E. *Bacillus* Spp.: As Plant Growth-Promoting Bacteria. In *Secondary Metabolites Of Plant Growth Promoting Rhizomicroorganisms: Discovery And Applications*; SINGH, H., KESWANI, C., REDDY, M., SANSINENEA, E., GARCÍA-ESTRADA, C., EDS.; SPRINGER: SINGAPORE, 2019; PP. 23–43.

SEDHUPATHI, K., KENNEDY, Z.J., SHANTI, A., BALACHANDAR, D., NAKKEERAN, S., 2022. Consortia Of *Bacillus Subtilis* And *Purpuricillium Lilacinum* Have Nematicidal Activity Against Root Knot Nematode (*Meloidogyne Incognita*) In Tomato. **BIOLOGICAL FORUM –INT. J.** 14, 335–345.

STUCKY, T., DAHLIN, P. (2022). Fluopiram: Ponto de tempo de aplicação ideal e tratamento de cova de plantio para controle de *Meloidogyne incognita*. *Agronomy*, 12 (7), 1576. DOI: 10.3390/agronomy12071576.

STIRLING, G. R. (2018). Biological control of plant-parasitic nematodes: Soil ecosystem management in sustainable agriculture. CABI Publishing.

TORAL, L. et al. Antifungal activity of lipopeptides from *Bacillus* XT1 CECT 8661 against *Botrytis cinerea*. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p. 1315, 2018.

VASQUES, N. C.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Increasing Application of Multifunctional *Bacillus* for Biocontrol of Pests and Diseases and Plant Growth Promotion: Lessons from Brazil. *Agronomy* 2024, 14, 1654. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081654>

WANG, C. et al. Endophytic *Bacillus amyloliquefaciens* YTB1407 elicits resistance against two fungal pathogens in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). **Journal of Plant Physiology**, v. 253, p. 153260, 2020.

XUE, J., YOU, M., HE, X. *Bacillus*-based biological control of nematodes: Status and prospects. **Applied Soil Ecology**, v. 120, p.239-247, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.08.004>

YANG, X., ZHANG, X., WEI, X. Resistance to *Heterodera glycines* in soybean: Molecular mechanisms and breeding strategies. **Frontiers in Plant Science**, v.9, p.1295, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01295>

ZHANG, J., LIU, Y., LIU, X. Evaluation of *Bacillus* strains for controlling *Pratylenchus penetrans* and reducing egg populations. *Nematology*, v. 23, n.1, p.55-65, 2021.

ZHANG, L., YANG, Y., LI, X. Potential of *Bacillus* spp. for controlling soil-borne nematodes: A review. **Journal of Applied Microbiology**, v. 129, n.2, p.307-318, 2020. <https://doi.org/10.1111/jam.14922>

ZHAO, Y., WU, S., LI, H. Mechanisms of *Bacillus* spp. in the biocontrol of plant-parasitic nematodes. **Frontiers in Microbiology**, v.12, p.752821, 2021. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.752821>