



UTILIZAÇÃO DE BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS NO CONTROLE DE FITONEMATÓIDES

LORENA GRACIELLY DE ALMEIDA SOUZA, JANYNE SOARES BRAGA PIRES,
ELISMAR PEREIRA DE OLIVEIRA, ZILDA CRISTINA MALHEIROS LIMA, PRISCILA
SILVA MIRANDA

RESUMO

A produção agrícola pode ser afetada por diversos agentes bióticos e abióticos, dentre estes estão os fitonematóides, estes que são capazes de afetar diversas culturas no mais amplo território mundial, causando perdas significativas em áreas produtivas. Das mais de 25 mil espécies, o gênero *Meloidogyne* spp. é o maior responsável pelas perdas agrícolas, sendo que o solo uma vez contaminado com esta população, a erradicação se torna muito difícil. A contaminação das áreas pode ser por meio de irrigação com água contaminada, locomoção de áreas contaminadas para áreas limpas, produção de mudas em substratos ou solos contaminados, máquinas e materiais agrícolas contaminados e até mesmo a movimentação animais ou pessoas. O controle deste patógeno através de controle biológico vem sendo cada vez mais utilizado, uma vez que o controle químico apresenta alta toxicidade e baixa eficácia. Dentre as estratégias do controle biológico está a utilização de bactérias endofíticas, que são isoladas de um tecido de planta desinfestado superficialmente ou extraído de dentro da planta, sendo que maioria das plantas vasculares abrigam bactérias endofíticas. Alguns gêneros de bactérias endofíticas são produtoras de compostos voláteis, que são compostos líquidos a base de carbono, capazes de difundir tanto na atmosfera quanto no solo, por isso são considerados ideais infoquímicos. Vários estudos evidenciaram o potencial dessas bactérias para controle de fitopatógenos e promoção de crescimento de plantas, dessa forma é essencial mais estudos sobre essas bactérias e seu modo de ação sobre os fitonematóides, já que se mostram promissoras como ferramenta do controle biológico.

Palavras-chave: Rizobactérias, Fitopatologia, Controle Biológico, Bacteriologia, Conservação

1 INTRODUÇÃO

Os fitonematoides são patógenos que afetam severamente as culturas em todo o mundo, o que causa enorme impacto sobre a agricultura, sendo responsáveis por perdas significativas dos produtos agrícolas. Existem mais de 25.000 espécies de nematoides fitoparasitas descritas e há estimativas de que o número total possa chegar à casa dos milhões (ZHANG, 2013). Dentre os fitonematoides, destaca-se o gênero *Meloidogyne* em função de sua extensa gama de hospedeiros e com ampla distribuição geográfica (MOENS et al., 2009; SASSER, 1979).

A contaminação das culturas por esses organismos pode acontecer através da irrigação com água contaminada, locomoção de áreas contaminadas para áreas limpas, produção de mudas em substratos ou solos contaminados, máquinas e materiais agrícolas contaminados e até mesmo a movimentação animais ou pessoas (ROSSETTO E SANTIAGO, 2021).

Existem várias medidas de controle como rotação de culturas, variedades resistentes e controle químico, no entanto várias delas tem ressalvas. Os nematicidas foram muito utilizados

para suprimir as densidades populacionais de nematoides na produção vegetal. Porém, os nematicidas comerciais possuem seu uso cada vez mais limitado, devido a sua alta toxicidade, alto custo para o agricultor, baixa disponibilidade em países em desenvolvimento e baixa eficiência de controle, depois de repetidas aplicações (DONG e ZHANG, 2006).

A presença de microrganismos no solo facilita a sua dinâmica a fim de que mantenha a boa qualidade (BRTNICKY et al., 2019). Em um sistema sustentável solo-planta, a microbiota regula e relaciona o fluxo, crescimento radicular, armazenamento de nutrientes entre outros (VERMA et al., 2017).

O controle biológico é o uso de organismos vivos para suprimir ou impactar negativamente a população de um organismo prejudicial. (EILENBERG et al. 2001), é a manipulação direta ou indireta de um organismo, com o propósito de reduzir a densidade ou potencial de inóculo de uma doença (NELSON et al., 2004). Dentre as técnicas de controle biológico está a utilização de bactérias endofíticas.

Dentre as bactérias endofíticas, as do gênero *Bacillus* são as mais estudadas. As bactérias desse gênero despertaram grande interesse com a descoberta da eficácia de *Bacillus thuringiensis* Berliner no controle de *Spodoptera Guenée*. Recentemente, vários produtos comerciais a base de bactérias foram registrados para o controle de *Meloidogyne* spp. em várias culturas, inclusive o algodoeiro (MAPA, 2019). Diante disso, objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica sobre a utilização de bactérias endofíticas e seus aparatos no controle de fitonematóides.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Bactérias endofíticas são caracterizadas por serem isoladas de um tecido de planta desinfestado superficialmente ou extraído de dentro da planta. Esta definição inclui bactérias que colonizam os tecidos internos com aparente nenhum efeito bem como as simbioses. Além disso, inclui as bactérias que, durante sua fase endofítica, flutuam entre a colonização endofítica e epifítica (HALMANN et al., 1997).

A maioria das plantas vasculares abrigam bactérias endofíticas (XIE et al., 2020). Esses micro-organismos vivem intra ou intercelularmente sem causar danos aparentes à planta (JOO et al., 2020; GOUVEIA et al., 2020), em pelo menos uma parte do seu ciclo de vida (HARDOIM et al., 2008), e são detectados por métodos culturais ou moleculares (KHAN et al., 2020).

A densidade populacional de endofíticos é variável e depende essencialmente de espécies bacterianas, do genótipo e estágio de desenvolvimento do hospedeiro e das condições do ambiente (ROSENBLUETH & MARTÍNEZ-ROMERO 2006).

Como os microrganismos patogênicos afetam a saúde da planta e são uma grande ameaça a produção de alimentos, bactérias endofíticas podem ser consideradas como estratégia interessante no controle biológico desses patógenos (HONG & PARK 2016). Elas podem produzir hormônios de crescimento como o ácido indol-acético, citocininas, além de melhorar a absorção de nutrientes como fósforo e nitrogênio, sendo que essas bactérias regulam as qualidades nutricionais tais como razão carbono-nitrogênio (ZHANG et al., 2006). Citar alguns mecanismos de controle de nematoides.

No ponto de vista nematológico, o controle biológico é a redução da densidade populacional do nematoide através da ação de um organismo vivo, ou através da manipulação do ambiente com a introdução de antagonistas (STIRLING 1991). Embora o uso do controle biológico não seja uma prática que comum entre os agricultores brasileiros, há avanços significativos em alguns cultivos, devido aos esforços de órgãos estaduais de pesquisa e da Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. O que tem proporcionado ao país uma economia estimada em 100 milhões 12 de dólares em agrotóxicos, sem considerar os benefícios ambientais resultantes da não aplicação de mais de onze milhões de litros desses

produtos (TRISCH et. al., 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns gêneros de bactérias endofíticas são produtoras de compostos voláteis, que são compostos líquidos a base de carbono (ROY e BANERJEE, 2019). Estes compostos são derivados primários e secundários do metabolismo microbiano e são capazes de difundir tanto na atmosfera quanto no solo, por isso são considerados ideais infoquímicos (GARNICA-VERGARA et al., 2016; KADDES et al., 2016). Vários estudos evidenciaram o potencial dessas bactérias para controle de fitopatógenos e promoção de crescimento de plantas (ZUCKERMAN et al., 1993; PADGHAM & SIKORA 2007; XIANG et al., 2017).

Compostos orgânicos voláteis (COVs) são substâncias com aproximadamente, 20 átomos de carbono, de baixa polaridade. Eles podem atravessar as membranas livremente e são liberados na atmosfera ou no solo na ausência de uma barreira de difusão (PICHERSKY; NOEL; DUDAREVA, 2006). Também são difundidos rapidamente pelo movimento de solução aquosa e pelo fluxo em massa de água pelo perfil do solo (WHEATLEY, 2002). São de fácil penetração pela membrana e distribuição eficiente pela porosidade do solo, o que aumenta a área de influência dos COVs e melhoram sua eficácia na morte de micro-organismos sob o ponto de vista de controle. Assim, os COVs podem atuar no solo e acima do mesmo (CAMPOS; PINHO; FREIRE, 2010).

Os COVs possuem grande relevância para suas aplicações no controle de fitopatógenos, que aproveitam a sua comunicação inter e intra-específica entre microrganismos através de metabólitos secundários, tornando-se uma promissora estratégia de proteção de cultivos ecologicamente correto. Como resultado, o uso de COVs podem ser um possível substituto para pesticidas químicos perigosos e fertilizantes (LÉON, et al., 2019).

Bactérias antagonistas podem produzir compostos voláteis capazes de inibir o crescimento e, ou, a multiplicação de outros micro-organismos (MADIGAN; MARTINKO; PARKER, 2003). Entre esses compostos citam-se álcoois, aldeídos, cetonas, sulfetos e amônia (DUFFY; SCHOUTEN; RAAIJMAKERS, 2003).

4 CONCLUSÃO

As bactérias endofíticas através da produção de seus compostos orgânicos voláteis são promissoras no controle de fitonematóides, atuando de forma direta ou indireta sobre os mesmos.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, V.A. C. **Prospecção e estudo in silico de metabólitos produzidos por espécies vegetais para o controle de *Meloidogyne* spp.** Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

CAMPOS, V. P.; PINHO, R. S. C.; FREIRE, E. S. **Volatiles produced by interacting microorganisms potentially useful for the control of plant pathogens.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 34, n. 3, p. 525-535, maio/jun. 2010.

DONG, L. Q; ZHANG, K. Q. **Microbial control of plant-parasitic nematodes: A five-party interaction.** Plant and Soil, , v. 288, n. 1, p. 31-45, 2006.

DUFFY, B.; SCHOUTEN, A.; RAAIJMAKERS, J. M. **Pathogen self-defense: mechanisms to counteract microbial antagonism.** Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v. 41, p. 501-538, Sept. 2003.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER, C. 2001. **Suggestions for unifying the terminology in biological control**. BioControl, 46, p.387-400.

GARNICA-VERGARA, A.; BARRERA-ORTIZ, S.; MUÑOZ-PARRA, E.; RAYAGONZÁLEZ, J.; MÉNDEZ-BRAVO, A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; RUIZ-HERRERA, L.F.; LÓPEZ-BUCIO, J. **The volatile 6-pentyl-2h-pyran-2-one from Trichoderma atroviride regulates Arabidopsis thaliana root morphogenesis via auxin signaling and ethylene insensitive 2 functioning**. New Phytologist, v.209, n.4, p.1496–1512, 2016.

GOUVEIA, M. J.; ARAÚJO, R. S.; MELLO, M. R. F.; LEITE, T. C. C.; SENA, A. R. **Isolamento e avaliação qualitativa de bactérias endofíticas e epfíticas quanto à habilidade de utilizar ácido tânico**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 12, p. 95524-95533, 2020.

HARDOIM, P. R.; OVERBEEK, L. S. V & ELSAS, K. D. V. **Properties of bacterial endophytes and their proposed role in plant growth**. Trends in Microbiology v.16 n.10, p. 463-471, 2008.

HONG, C. E.; PARK, J. M. **Endophytic bacteria as biocontrol agents against plant pathogens: current state-of-the-art**. Plant Biotechnology Reports, v. 10, n. 6, p. 353-357, 2016.

JOO, H. S.; DEYRUP, S. T.; SHIM, S. H. **Endophyte-produced antimicrobials: a review of potential lead compounds with a focus on quorum-sensing disruptors**. Phytochemistry Reviews, p. 1-26, 2020.

KADDES, A.; PARISI, O.; BERHAL, C.; BEN KAAB, S.; FAUCONNIER, M.L.; NASRAOUI, B.; JIJAKLI, M.H.; MASSART, S.; DE CLERCK, C. **Evaluation of the effect of two volatile organic compounds on barley pathogens**. Molecules, v.21, n.26, p.1124-1134, 2016.

KHAN, S. S.; VERMA, V.; RASOOL, S. **Diversity and the role of endophytic bacteria: a review**. Botanica Serbica, v. 44, n. 2, p. 103-120, 2020.

LEÓN, D. C. S., GUIO, L. C. C., HERNÁNDEZ, L. C. **Fungicidal activity of volatile organic compounds from Paenibacillus bacteria against Colletotrichum gloeosporioides**. Rev. Colomb. Quim., vol. 49, no. 1, pp. 20-25, 2020.

MADIGAN, M. M.; MARTINKO, J.; PARKER, J. E. **Brock biology of microorganisms**. New York: Prentice Hall, 2003. 1104 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2019. **AGROFIT Sistema de Agrotóxicos** Fitossanitário. Disponível em <
http://agrofit.agricultura.gov.br/primeira_pagina/extranet/AGROFIT.html>.

MOENS, M.; PERRY, R.N.; STARR, J.L.; **Meloidogyne species – a diverse group of novel and important plant parasites**. In: PERRY, R.N.; MOENS, M.; STARR, J. L. ed. Root-knot Nematodes. Wallingford, UK: CAB International, 2009, p. 1–17.

PADGHAM, J.L.; SIKORA, R.A. 2007. **Biological control potential and modes of action of *Bacillus megaterium* against *Meloidogyne graminicola* on rice**. Crop Protection, v.26, n.7, p.971-977.

PICHERSKY, E.; NOEL, J. P.; DUDAREVA, N. **Biosynthesis of plant volatiles: nature's diversity and ingenuity**. Science, New York, v. 311, n. 5762, p. 808-811, 2006.

ROSENBLUETH, M.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. **Bacterial Endophytes and Their Interactions with Hosts**. Molecular Plant-Microbe Interactions MPMI v. 19, n. 8, p. 827– 837, 2006.

ROSSETTO, R. SANTIAGO, A. D. **Nematoides**. AGEITEC- Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_54_711200516718.html. Acesso em 06 de Setembro de 2021.

SASSER, J.N. 1979. **Pathogenicity, host ranges and variability in *Meloidogyne* species**. In: Lamberti, F.; Taylor, C.E. (Eds): Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species): Systematics, biology and control. New York & London: Academic Press, p.257-268.

STIRLING, G.R.; WEST, L. M. 1991. **Fungal parasites of root-knot nematode eggs from tropical and subtropical regions of Australia**. Australasian Plant Pathology, v.20, n.4p.149-154.

TRISCH, I. O; SILVA, M. L. S; BORGES, P. T; SOUZA, T. C. **Controle biológico de pragas e sua importância ecológica para o meio ambiente**. Anais da IV Mostra Integrada de Iniciação Científica – CNEC Osório Ano 4 – Nº 4 – Vol. 4, 2013.

VERMA, R. et al. **Microbial Dynamics as Influenced by Bio-organics and Mineral Fertilizer in Alluvium Soil of Varanasi, India**. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, v. 6, p. 1516–1524, 15 fev. 2017.

XIANG, N.; LAWRENCE, K.; KLOEPPER, J.W.; DONALD, P.A.; MCINROY, J.A. 2017. **Biological control of *Meloidogyne incognita* by spore-forming plant growth-promoting rhizobacteria on cotton**. Plant Disease, v.101, p.774-784.

XIE, H.; FENG, X.; WANG, M.; WANG, Y.; KUMAR AWASTHI, M.; XU, P. **Implications of endophytic microbiota in *Camellia sinensis*: a review on current understanding and future insights**. Bioengineered, v. 11, n. 1, p. 1001-1015, 2020.

ZHANG, Z. Animal biodiversity: **An update of classification and diversity**. Zootaxa, v.3703, p. 5–11, 2013.

ZHANG, H.; SONG, Y. C.; TAN, R. X. **Biology and chemistry of endophytes**. Natural Product Reports. v. 23, n. 5, p. 753–771, 2006.

ZUCKERMAN, B.M.; DICKLOW, M.B.; ACOSTA, N. 1993. **A strain of *Bacillus thuringiensis* for the control of plant-parasitic nematodes**. Biocontrol Sci. Technol., v.3, p.41– 46.