

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL – MS
CURSO DE AGRONOMIA**

LEONARDO SILVA DE ARAÚJO

**SINERGIA ENTRE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS PARA
DESEMPENHO AGRONÔMICO NA CULTURA DO MILHO**

**CHAPADÃO DO SUL – MS
2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL**

**SINERGIA ENTRE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS PARA
DESEMPENHO AGRONÔMICO NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Elisângela de Souza
Loureiro

**CHAPADÃO DO SUL – MS
2024**

AGRADECIMENTOS

Em um momento tão especial e aguardado como este, meu primeiro agradecimento vai para Deus, pois tudo que realizei até o momento foi graças a ele.

Agradeço também à minha família, minha mãe Marilza Aparecida, meu pai Jose Raimundo e a minha irmã Raiani Araujo, que estiveram ao meu lado me apoiando nos momentos mais difíceis.

À minha orientadora, Profa. Dra. Elisângela de Souza Loureiro, que me instruiu da melhor maneira possível durante todo período em que trabalhamos juntos. Agradeço por todos os “perrengues” e dificuldades que tivemos, sendo sua presença nesses momentos, fundamental para conseguir superá-los.

À banca examinadora, composta pelo professor Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa e pela Me. Gabriella Silva de Gregori, pelas considerações que serão apresentadas para enriquecer a qualidade deste manuscrito, agradeço o tempo e dedicação que será investido no meu trabalho.

Aos meus amigos, Eduardo Larsen, Gabriel Candido, Francisco William, Magno Borges, Igor Eduardo, Guilherme Zanini e Breno Fernandez por sempre se esforçarem para me ajudar sempre quando precisei.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus professores da faculdade, que foram verdadeiros guias ao longo dessa jornada acadêmica. Agradeço à dedicação, paciência e sabedoria de cada um de vocês, os quais não apenas expandiram meus conhecimentos, mas também despertaram em mim uma paixão pelo aprendizado e pela busca constante por crescimento pessoal e profissional. Agradeço também pelo apoio, pela inspiração e por todos os ensinamentos que levarei para a vida. Sou extremamente grato por ter tido professores tão comprometidos e inspiradores, que fizeram toda a diferença na minha formação.

SINERGIA ENTRE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS PARA DESEMPENHO AGRONÔMICO NA CULTURA DO MILHO

Resumo: A produção de milho no Brasil, especialmente na segunda safra, enfrenta desafios como o manejo de doenças, principalmente as foliares, que afetam a fotossíntese e reduzem a produtividade. Embora o uso de fungicidas seja essencial para o controle, a alta variabilidade genética dos patógenos exige novas combinações de tratamentos que são importantes para reduzir a seleção de resistência do patógeno e induzir a resistência das plantas. Objetivou-se avaliar a incidência de doenças foliares na cultura do milho de segunda safra, com o uso de diferentes manejos de aplicação de fungicidas e agentes biológicos e seus impactos na produtividade. O delineamento experimental foi constituído em blocos casualizados, sendo 8 tratamentos contendo 4 blocos, os quais foram: T1 – Testemunha absoluta, T2 – Padrão químico nos estádios fenológicos V7-V8, VT e R2-R3, respectivamente, T3 – Bioativador comercial à base de *Ascophyllum nodosum* em V7-V8, VT e R2-R3, respectivamente, T4 – Biofungicida à base de *Bacillus pumilus* em V7-V8, VT e R2-R3, respectivamente, T5 – Combinação de bioativador + fungicidas sítio-específicos V7-V8 e VT e sítio-específicos em R2-R3, T6 – Combinação de Biofungicida + fungicidas sítio-específicos V7-V8 e VT e sítios específicos em R2-R3, T7 – Biofungicida em V4 + Combinação de Biofungicida + fungicidas sítio-específicos V7-V8 e VT), além de sítio-específicos em R2-R3 e T8 - Combinação de Biofungicida e bioativador + fungicidas sítio-específicos V7-V8 e VT e sítio-específicos em R2-R3. Foi avaliada a incidência de cercosporiose, mancha branca e ferrugens do milho, além dos parâmetros de produtividade que foram expressos em produtividade. Observou-se redução da incidência de Cercosporiose e mancha branca, enquanto para as ferrugens do milho, o efeito também foi observado de maneira reduzida, devido à baixa incidência do patógeno. O controle dos patógenos resultou ganhos produtivos em cerca de 30% quando comparado com a testemunha. Conclui-se que houve efeito sinérgico para a cultura do milho, utilizar *B. pumilus* + fungicidas sítio-específicos, além de *B. pumilus* e *A. nodosum* + fungicidas sítio-específicos para as doenças foliares, além de impactos na produtividade de grãos, em decorrência do controle das doenças.

Palavras-chave: Controle biológico, biodefensivos, controle químico, doenças do milho, indução de resistência.

Abstract: Corn production in Brazil, especially in the second crop, faces challenges such as disease management, especially foliar diseases, which affect photosynthesis and reduce productivity. Although the use of fungicides is essential for control, the high genetic variability of pathogens requires new combinations of treatments that are important to reduce the selection of pathogen resistance and induce plant resistance. The objective of this study was to evaluate the incidence of foliar diseases in second-crop corn crops, using different management methods for the application of fungicides and biological agents and their impacts on productivity. The experimental design was constituted in randomized blocks, with 8 treatments containing 4 blocks, which were: T1 - Absolute control, T2 - Chemical standard in the phenological stages V7-V8, VT and R2-R3, respectively, T3 - Commercial bioactivator based on *Ascophyllum nodosum* in V7-V8, VT and R2-R3, respectively, T4 - Biofungicide based on *Bacillus pumilus* in V7-V8, VT and R2-R3, respectively, T5 - Combination of bioactivator + site-specific fungicides V7-V8 and VT and site-specific in R2-R3, T6 - Combination of biofungicide + site-specific fungicides V7-V8 and VT and specific sites in R2-R3, T7 - Biofungicide in V4 + Combination of biofungicide + site-specific fungicides V7-V8 and VT), in addition to site-specific in R2-R3 and T8 - Combination of Biofungicide and bioactivator + site-specific fungicides V7-V8 and VT and site-specific in R2-R3. The incidence of Cercosporiosis, white spot and corn rust was evaluated, in addition to the productivity parameters that were expressed in productivity. A reduction in the incidence of Cercosporiosis and white spot was observed, while for corn rust, the effect was also observed in a reduced way, due to the low incidence of the pathogen. The control of the pathogens resulted in productive gains of approximately 30% when compared to the control. It is concluded that there was a synergistic effect for corn crops using *B. pumilus* + site-specific fungicides, in addition to *B. pumilus* and *A. nodosum* + site-specific fungicides for foliar diseases, in addition to impacts on grain productivity, as a result of disease control.

Key words: Biological control, biopesticides, chemical control corn diseases, resistance induction.

INTRODUÇÃO

A expressividade da produção de Milho (*Zea mays* L.) no Brasil, ocorre devido ao favorecimento climático na maioria das regiões produtoras, sendo destaque, para o milho segunda safra a qual, no último levantamento produtivo (2023/24), correspondeu a aproximadamente 77% da produção nacional total de milho (CONAB, 2024). Esses números refletem o *status* do atual sistema produtivo da cultura no país, que apesar de ser provido de sistemas tecnológicos, ainda enfrenta altas demandas produtivas devido às questões como, crescimento populacional mundial, segurança alimentar e entraves na produção, como manejo de pragas e doenças (Silva Junior et al., 2024).

Devido a expansão do plantio na segunda safra, a incidência de doenças no milho tornou-se cada vez mais comum, principalmente, em função do aumento significativo na área de cultivo da cultura, intempéries climáticas, da falta de manutenção de resíduos vegetais das safras anteriores, além da carência de ações no manejo integrado de plantas daninhas que favorecem a sobrevivência de patógenos biotróficos (Dudienas et al., 2013). Dentre as doenças que mais limitam o desenvolvimento quantitativo e qualitativo da cultura, destacam-se os fungos fitopatogênicos que reduzem a capacidade fotossintética das plantas, consequentemente reduzem a produtividade (Cunha et al., 2019).

Para manejar essas doenças, o controle químico de fitopatógenos no milho segunda safra, consolidou-se como ferramenta fundamental para a manutenção da maior parte dos cultivos, sendo imprescindível sua utilização para preservar a área fotossintetizante foliar da cultura (Manfroï et al., 2016). A utilização de fungicidas do grupo dos triazóis e estrobilurinas é frequente em regiões de cultivo com alta pressão de doenças; porém, devido à alta variabilidade genética dos patógenos, amplamente distribuídos pelas áreas de plantio, são requeridas novas combinações de misturas efetivas para obter altos rendimentos produtivos (Constantino et al., 2024).

Sendo assim, o Manejo Integrado de Doenças (MID) torna-se necessário para obtenção de maior eficiência de controle, como por exemplo, realizar a rotação da utilização de fungicidas protetores multi-sítio e sítio específicos, além de ações como integrar a aplicação desses produtos em momentos estratégicos de crescimento da cultura ou patógeno, evitando assim, estádios mais avançados da cultura ou aplicações muito preventivas, quando há zero severidade da doença (Manfroï et al., 2016; Reis et al., 2017).

Aliado a isso, o uso de métodos alternativos para supressão de doenças na cultura do milho é também, uma estratégia essencial do MID para minimizar a pressão de seleção de

populações de fitopatógenos resistentes, ocasionada pelo uso indiscriminado de fungicidas, sendo esta uma das maiores causas limitantes à produção (Sousa et al., 2023).

Dentre esses possíveis métodos, destacam-se a utilização de espécies de bactérias do gênero *Bacillus* spp., que possuem atividade antagonista a alguns patógenos de doenças foliares (Clemente et al., 2016). Esse grupo de bactérias são capazes de produzir enzimas extracelulares que degradam a parede celular de alguns fitopatógenos, além de induzir à resistência sistêmica do hospedeiro devido sua ação endofítica, quando aplicados corretamente para serem introduzidos no hospedeiro, seja por aplicação foliar, sulco de plantio ou pelo tratamento de sementes (Shiomi et al., 2015). Adicionalmente, *B. pumilus* é eficaz para minimizar ou controlar os efeitos de fitopatógenos associados a doenças foliares (Nogueira et al., 2011).

Além desse grupo de microrganismos, a utilização de bioestimulantes na agricultura também é considerada uma importante ferramenta tecnológica de manejo, e na cultura do milho, atuam na performance da expressão de genes de resistência de híbridos comerciais (Arejano et al., 2022). Outro efeito dos produtos bioestimulantes, destacando aqueles obtidos a partir do extrato de algas da espécie *Ascophyllum nodosum*, é fornecer às plantas uma série de hormônios vegetais de crescimento, além de disponibilizarem macro e micronutrientes, os quais resultam ao vegetal, ganhos produtivos no final do ciclo (Galindo et al., 2015).

Conhecer a sinergia entre produtos biológicos e químicos é um dos primórdios da agricultura moderna sustentável, principalmente, quando o objetivo é reduzir a quantidade e a dependência da aplicação de agentes químicos (Ji et al., 2019). A partir do exposto, objetivou-se avaliar a incidência de doenças foliares na cultura do milho de segunda safra, com a integração de diferentes manejos de aplicação de fungicidas e agentes biológicos e seus impactos na produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul (18°46'26"S, 52°37'28"O) e altitude média de 810 m. O experimento foi realizado na cultura do milho na safra 2023/2024, em segunda safra.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com precipitação anual média de 1850 mm e temperatura anual diária de 13°C a 28 ± 2 °C. Foram coletados os dados climatológicos obtidos na estação A730 (Figura 1) de temperatura, precipitação e umidade relativa durante a condução do experimento (INMET, 2024).

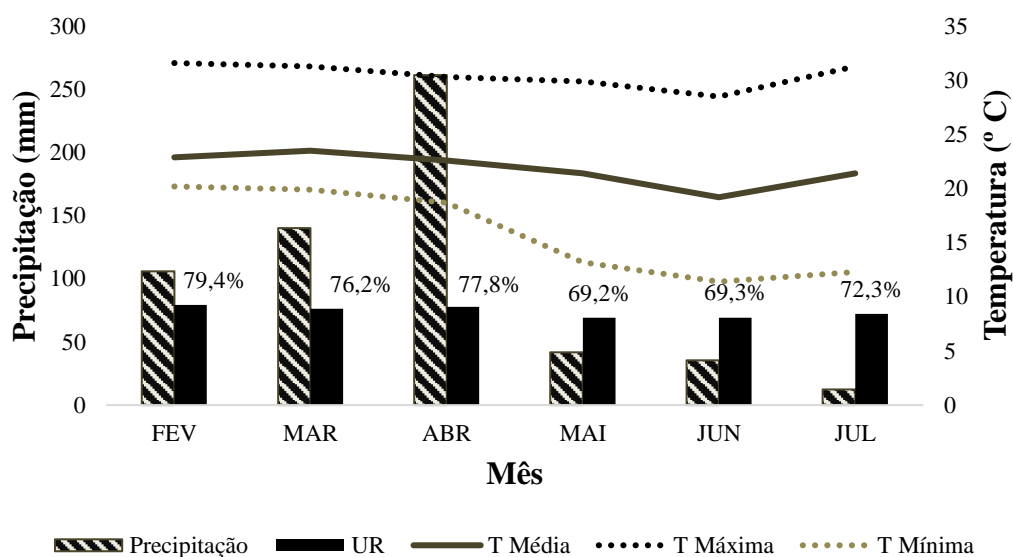


Figura 1. Dados climáticos do local de condução do experimento, Chapadão do Sul, MS. Valores mensais dos seguintes parâmetros: UR: Umidade Relativa, T Média: Temperatura Média, T Máxima: Temperatura Máxima, T Mínima: Temperatura Mínima. Fonte: INMET (2024).

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

CONCLUSÕES

A aplicação isolada de *B. pumilus* não promoveu o controle das doenças observadas, nem incrementou a produtividade de grãos da cultura do milho.

Houve efeito sinérgico para a cultura do milho, utilizar *B. pumilus* + fungicidas sítio-específicos, além de *B. pumilus* e *A. nodosum* + fungicidas sítio-específicos para as doenças foliares observadas durante a condução do experimento, em especial, para a Cercosporiose.

Bacillus pumilus em V4 + Combinação de Biofungicida + fungicidas sítio-específicos em V7-V8, em VT) e sítio-específicos em R2-R3 proporcionaram as maiores médias produtivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELAZIZ, A. M.; EL-WAKIL, D. A.; ATTIA, M. S.; ALI, O. M.; ABDELGAWAD, H.; HASHEM, A. H. Inhibition of *Aspergillus flavus* Growth and Aflatoxin Production in *Zea mays* L. Using Endophytic *Aspergillus fumigatus*. Journal of Fungi, v. 8, n. 482, p. 1-22, 2022.

AREJANO, L. M.; BARTZ, R. M.; SANTOS, T. S.; RAMOS, G. H.; GADOTTI, G. I.; QUADRO, M. S. Uso de bioestimulantes na agricultura. In: SILVA, R. F. Aspectos da biotecnologia agrícola aplicada. 1ª ed. Canoas – RS: Merida Publishers, p. 53-72, 2022.

ARIAS, R. S.; SAGARDOY MA; VUURDE JW. Spatio-temporal distribution of naturally occurring *Bacillus* spp. and other bacteria on the phylloplane of soybean under field conditions. Journal of Basic Microbiology, 39, 283–292. 1999.

BARGABUS RL; ZIDACK NK; SHERWOOD JE; JACOBSEN BJ. Screening for the identification of potential biological control agents that induce systemic acquired resistance in sugar beet. Biological Control, Volume 30, Issue 2, Pages 342-350. 2004.

BATHKE, K. J.; JOCHUM, C. C.; YUEN, G. Y. Biological control of bacterial leaf streak of corn using systemic resistance-inducing *Bacillus strains*. Crop Protection, v. 155, n. 1, 2022.

BETTIOL, W.; MEDEIROS, F. H. V.; BARROS, J.; MENDES, R. Advances in screening approaches for the development of microbial bioprotectants for control of plant diseases. In: KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. Microbial bioprotectants for plant disease management. Burleigh Dodds Science Publishing, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003180777>.

BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 17, n. 1, p. 187-190, 2017.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; PINTO, N. F. J. A. Doenças na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 14 p. (Circular técnica, 83). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19627/1/Circ_83.pdf. Acesso em: 07 nov. 2024.

CLEMENTE, J. M.; CARDOSO, C. R.; VIEIRA, B. S.; FLOR, I. M.; COSTA, R. L. Use of *Bacillus* spp. as growth promoter in carrot crop. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 35, p. 3355-3359, 2016.

CODOGNOTO, L. C.; CONDE, T. T.; CIPRIANO, L. P.; CIPRIANO, T. L.; SILVA, B. A. A.; FERREIRA, L. R. Mudanças climáticas e doenças na cultura do milho. Revista de Educação Tecnológica e Científica, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2017.

CONAB, Companhia Nacional De Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 9, nono levantamento, junho 2024.

CONSTANTINO, E. J.; VERSARI, L. R.; ZANUZO, M. R.; WRUCK, D. S. M.; BONALDO, S. M.; SANTOS, C. G. T.; BONETTI, J. A. Maximizando a qualidade dos grãos de milho: estratégias avançadas de controle químico de doenças foliares. Revista Observatório de La Economia Latinoamericana, v. 22, n. 4, p. 01-23, 2024.

COPING, L.G. The Manual of Biocontrol Agents A World Compendium. 3. Ed. Croydon. BCPC. 2004.

CUNHA, B. A.; NEGREIROS, M. M.; ALVES, K. A.; TORRES, J. P. Influência da época de semeadura na severidade de doenças foliares e na produtividade do milho safrinha. Summa Phytopathologica, v. 45, n. 4, p. 424-427, 2019.

DEGHANIFAR, S.; KEYANFAR, M.; EMTIAZI, G. Production and partial purification of thermostable bacteriocins from *Bacillus pumilus* ZED17 and DFAR8 strains with antifungal activity. Molecular Biology Research Communications, v. 8, n. 1, p. 41-49, 2019.

DOBRZYNSKI, J.; JAKUBOWSKA, Z.; KULKOVA, I.; KOWALCZYK, P.; KRAMKOWSKI, K. Biocontrol of fungal phytopathogens by *Bacillus pumilus*. Frontiers in Microbiology, v. 14, n. 1, p. 1-12, 2023.

DORIGHELLO, D.V.; BETTIOL, W.; MAIA N. B.; CAMPOS R. M. V. B. Controlling asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) with *Bacillus* spp. and coffee oil. Crop Prot, v. 67, n.1, p. 59-65, 2015.

DUDIENAS, C.; FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P.; TICELLI, M.; BARBARO, I. M.; FREITAS, R. S.; LEO, P. C. L.; CAZENTINI FILHO, G.; BOLONHEZI, D.; PANTANO, A. P. Severidade de ferrugem polissora em cultivares de milho e seu efeito na produtividade. Summa Phytopathologica, v. 39, n. 1, p. 16-23, 2013.

ERTANI, A.; FRANCIOSO, O.; TINTI, A.; SCHIAVON, M.; PIZZEGHELLO, D.; NARDI, S. Evaluation of Seaweed Extracts From Laminaria and *Ascophyllum nodosum* spp. as Biostimulants in Zea mays L. Using a Combination of Chemical, Biochemical and Morphological Approaches. Frontiers in Plant Science, v. 9, n. 428, p. 1-13, 2018.

GALINDO, F. S.; NOGUEIRA, L. M.; BELLOTE, J. L. M.; GAZOLA, R. N.; ALVES, C. J.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Desempenho agrônômico de milho em função da aplicação de bioestimulantes à base de extrato de algas. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v. 9, n. 1, p. 13-19, 2015.

GONÇALVES, R. M.; FIGUEIREDO, J. E. F.; PEDRO, E. S.; MEIRELLES, W. F.; LEITE JUNIOR, R. P.; SAUER, A. V.; PACCOLA-MEIRELLES, L. D. Etiology of *Phaeosphaeria* leaf spot disease of maize. *Journal of Plant Pathology*, v. 95, n. 3, p. 559-569, 2013.

HABIB, S.; AHMED, A. Expression profiling of stress protectants in *Zea mays* L. plants treated with *Bacillus pumilus*: surfactant-producing bioeffector. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 20, n. 370, p. 4435-4446, 2022.

HAMADA, E.; OLIVEIRA, E.; LANDAU, E. C.; NOGUEIRA, S. M. C.; GHINI, R. Impacto das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica das ferrugens do milho. In: BETTIOL, W.; HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R. *Aquecimento Global e problemas fitossanitários*. 1ª Ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 221-242. 2017.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 12 Out. 2024

JI, X.; LI, J.; MENG, Z.; ZHANG, S. ; DONG, B. ; QIAO, K. Synergistic Effect of Combined Application of a New Fungicide Fluopimomide with a Biocontrol Agent *Bacillus methylotrophicus* TA-1 for Management of Gray Mold in Tomato. *Plant Disease*, v. 103, n. 8, p. 1991-1997, 2019.

KANDASAMY, S; DURAISAMY, S.; CHINNAPPAN, S., BALAKRISHNAN, S; THANGASAMY, S; MUTHUSAMY, G; ARUMUGAM, S; PALANISAMY, S. Molecular modeling and docking of protease from *Bacillus* sp. for the keratin degradation. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. v. 13, 95-104.2018.

KHAN, A.; ZHAO, X. Q.; JAVED, M. T.; KHAN, K. S.; BANO, A.; SHEN, R. F.; MASOOD, S. *Bacillus pumilus* enhances tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) to combined stresses of NaCl and high boron due to limited uptake of Na⁺. *Environmental and Experimental Botany*, Elmsford, v. 124, p. 120-129, 2016.

LANNA FILHO R; FERRO HM, PINHO RSC. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 4, n. 2, p. 12-20, 2010.

LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R.B.; CECÍLIO, R. A.; Xavier, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre - ES. Rev. Ciências. Agronômicas, v. 39, n. 2, p.327-332, 2008.

LUZ, L. M.; CEZIMBRA, J. C. G.; BESTER, G. F. B.; BOURSCHEID, C. A., SOUZA, E. L. Avaliação de controle biológico sobre a Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na soja no sul do Brasil. Porto Alegre, RS. 26 – 28, 2019.

MANFROI, E.; LANGHINOTTI, C.; DANELLI, A.; PARIZE, G. Controle químico de doenças foliares e rendimento de grãos na cultura do milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 15, n. 2, p. 357-365, 2016.

MONNERAT R; MONTALVÃO S C L MARTINS E S; QUEIROZ P R M; SILVA E Y Y; GARCIA A R M; CASTRO M T; ROCHA G T; FERREIRA A D C L; GOMES A C M M. Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. 46p.

NOGUEIRA, D. R. S.; ALBUQUERQUE, L. B.; ARAUJO, J. A. M.; VALE, E. V. G.; SALES JUNIOR, R. Eficiência de *Bacillus subtilis* e *B. pumilus* no controle de *Podospaera xanthii* em meloeiro. Revista Verde, v. 6, n. 3, p. 125-130, 2011.

OLIVEIRA, J. G. Produção de biossurfactantes por *Bacillus pumilus* e avaliação da biorremediação de solo e água contaminados com óleo. UNESP-Microbiologia. Tese de doutorado. 70 fls. 2010.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. Cultivares de milho para a safra 2022/2023. Documentos 272. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 27, 2022.

RAAIJMAKERS, J. M., DE BRUIJN, I., NYBROE, O., & ONGENA, M. (2010). Natural functions of lipopeptides from *Bacillus* and *Pseudomonas*: more than surfactants and antibiotics. *FEMS microbiology reviews*, 34(6), 1037-1062.

RASHAD, Y. M.; EL-SHARKAWY, H. H. A.; ELAZAB, N. T. *Ascophyllum nodosum* extract and mycorrhizal colonization synergistically trigger immune responses in pea plants against rhizoctonia root rot, and enhance plant growth and productivity. *Journal of Fungi*, v. 8, n. 1, p. 2-20, 2022.

REIS, M. R.; REIS, A. C.; ZANNATA, M.; SILVA, L. H.; SIQUERI, F. V. Evolução da redução da sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas e estratégia para recuperar a eficiência do controle. 3ª ed. Passo Fundo – RS: Editora Berthier, p. 17-88, 2017.

RISSATO, R. *Bacillus spp.* no controle de doenças foliares de final de ciclo na cultura da soja. 2021, 24p. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso de Agronomia, Dois Vizinhos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29258/3/bacillusppcontroledoencassoja.pdf>

SHAHZAD, A.; QIN, M.; ELAHIE, M.; NAEEM, M.; BASHIR, T.; YASMIN, H.; YOUNAS, M.; AREEB, A.; IRFAN, M.; BILLAH, M.; SHAKOOR, A.; ZULFIQAR, S. *Bacillus pumilus* induced tolerance of Maize (*Zea mays* L.) against Cadmium (Cd) stress. *Scientific Reports*, v. 11, n. 1, p. 71-96, 2021.

SHIOMI, H. F.; MELO, I. S.; MINHONI, M. T. A. Avaliação de bactérias endofíticas para o controle biológico da mancha foliar de *Exserohilum turcicum* em milho. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 82, n. 1, p. 1-4, 2015.

SILVA JUNIOR, O. L.; RIBEIRO, A. M.; PACCOLA, E. A. S.; GASPAROTTO, F. Complexo do enfezamento do milho, sustentabilidade e segurança alimentar: uma revisão literária. *Revista Observatorio de La Economia Latinoamericana*, v. 22, n. 5, p. 01-22, 2024.

SIRAJUDDIN; KHAN, A.; ALI, L.; CHAUDHARY, H. J.; MUNIS, M. F. H.; BANO, A.; MASOOD, S. *Bacillus pumilus* alleviates boron toxicity in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) due to enhanced antioxidant enzymatic activity. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 200, p. 178-185, 2016.

SOUSA, J. A. S.; BONAFIN, M.; LIMA, R. P. Baixo rendimento da produção de milho relacionado a doenças fúngicas. *JNT Facit Business and Technology Journal*, v. 42, n. 2, p. 659-680, 2023.

SOUZA, L. P.; FRANCO JUNIOR, K. S.; RIBEIRO, V. M.; BRIGANTE, G. P. Bioestimulante *Ascophyllum nodosum* cultura do milho. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 2, p. 1-7, 2023

SZILAGYI-ZECCHIN, V. J.; IKEDA, A. C.; HUNGRIA, M.; ADAMOSKI, D.; KAVA-CORDEIRO, V.; GLIENKE, C.; GALLI-TERASAWA, L. V. Identification and characterization of endophytic bacteria from corn (*Zea mays* L.) roots with biotechnological potential in agriculture. *AMB Express*, v. 4, n. 26, p. 1-9, 2014.

VIEIRA, R. A.; MESQUINI, R. M.; SILVA, C. N.; HATA, F. T.; TESSMANN, D. J., SCAPIM, C. A. A new diagrammatic scale for the assessment of northern corn leaf blight. *Crop protection*, v. 56: p. 55-57, 2013.

WANG, M.; DUAN, H.; ZHOU, C.; YU, L.; MENG, X.; LU, W.; YU, H. Synergistic Effects of Chemical Fungicides with Crude Extracts from *Bacillus amyloliquefaciens* to Control Northern Corn Leaf Blight. *Agricultura*, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2024.

ZHANG, S.; MOYNE; A. L.; REDDY, M.S.; KLOEPPER, J. W. The role of salicylic acid in induced systemic resistance elicited by plant growth-promoting rhizobacteria against blue mold of tobacco, *Biological Control*, Volume 25, Issue 3, Pages 288-296, 2002.