

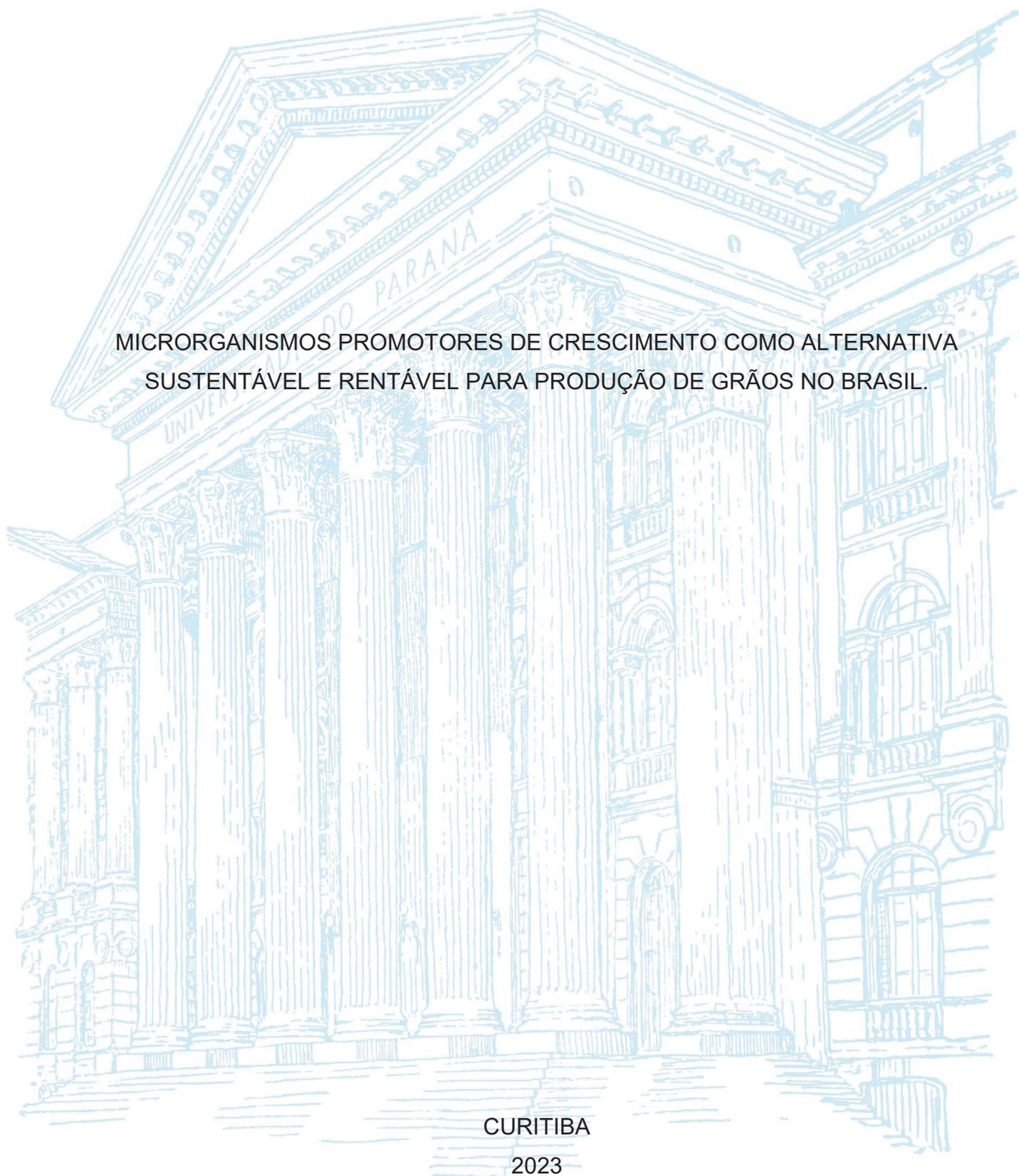
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PEDRO AUGUSTO ANDRADE SECCO

MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO COMO ALTERNATIVA
SUSTENTÁVEL E RENTÁVEL PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS NO BRASIL.

CURITIBA

2023



PEDRO AUGUSTO ANDRADE SECCO

MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO COMO ALTERNATIVA
SUSTENTÁVEL E RENTÁVEL PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS NO BRASIL.

TCC apresentada ao curso de Pós-Graduação em Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador: Dr. Kennedy Santos Gonzaga

CURITIBA

2023

RESUMO

O Brasil é uma referência na produção mundial de grãos, sendo importante fornecedor de alimentos. O uso de microrganismos promotores de crescimento pode contribuir para o aumento de produtividade e rentabilidade do produtor. O objetivo do presente trabalho foi compreender como os microrganismos promotores de crescimento contribuem para produção de grãos no Brasil, através do controle de patógenos, tendo como foco as culturas de milho, feijão, soja, arroz, trigo; e destacar as principais dificuldades para utilização dessa ferramenta. Foi constatado que os microrganismos podem ser excelentes aliados para aumento da produção e rentabilidade do produtor. Na cultura do milho há vários exemplos, como *Trichoderma sp.*, que pode controlar 90% de *F. moniliforme*. No feijão a utilização de *Bacillus subtilis* pode atuar no controle de 50% de *Sclerotium rolfsii*, importante patógeno da cultura. O uso de *Bacillus subtilis* na cultura da soja pode proporcionar controle para *Meloidogyne spp.*, com a mesma eficiência do controle químico e ainda proporcionar promoção de crescimento. No Arroz o consórcio de microrganismos *Pseudomonas synxantha* e *Bacillus sp* pode atuar no controle de 50% de queima-das-bainhas, importante doença na cultura. No trigo a utilização de *Trichoderma sp.*, pode promover crescimento de raízes e inibir o crescimento de *Penicillium spp.* Embora sejam inúmeros os benefícios com uso das tecnologias biológicas para produção de grãos, ainda existem desafios, como boas práticas de inoculação, desenvolver produtos de qualidade. Pesquisas futuras sobre curvas de dose de aplicação, interação entre diferentes culturas e microrganismos, estabilidade na formulação são importantes para que essa grande ferramenta sustentável aumente cada vez mais.

Palavras-chave: Microbiologia de solo, controle biológico, biotecnologia, bioprodutos, produção sustentável.

ABSTRACT

Brazil is a reference in the world production of grains, being an important supplier of food. The use of growth promoting microorganisms can contribute to increase the productivity and profitability of the producer. The aim of this study was to understand how growth-promoting microorganisms can contribute to grain production in Brazil, through the control of pathogens, focusing on corn, bean, soybean and rice crops, and to highlight the main difficulties in using this tool. It was found that microorganisms can be excellent allies to increase the production and profitability of the producer. In corn, there are several examples, such as *Trichoderma sp.*, which can control 90% of *F. moniliforme*. In beans, the use of *Bacillus subtilis* can control 50% of *Sclerotium rolfsii*, an important pathogen of the crop. The use of *Bacillus subtilis* in the soybean crop can provide control for *Meloidogyne spp.*, with the same efficiency as chemical control and still provide growth promotion. In rice, the consortium of microorganisms *Pseudomonas synxantha* and *Bacillus sp* can act to control 50% of sheath blight, an important disease in the crop. In wheat the use of *Trichoderma sp.*, can promote root growth and inhibit the growth of *Penicillium spp.* Although there are numerous benefits with the use of biological technologies for grain production, there are still challenges, such as good inoculation practices, developing quality products. Future research on application dose curves, interaction between different cultures and microorganisms, formulation stability are important for this great sustainable tool to increase more and more.

Keywords: Soil microbiology, biological control, biotechnology, bioproducts,
Sustainable production

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 MATERIAL E MÉTODOS	8
3 REVISÃO DE LITERATURA	9
3.1 PRODUÇÃO DE GRÃOS NO BRASIL.....	9
3.2 MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA AGRICULTURA 10	
3.3 BENEFÍCIOS DE MICRORGANISMOS NA CULTURA DO MILHO	12
3.4 BENEFÍCIOS DE MICRORGANISMOS NA CULTURA DO FEIJÃO	13
3.5 BENEFÍCIOS DE MICRORGANISMOS NA CULTURA DO SOJA	15
3.6 BENEFÍCIOS DE MICRORGANISMOS NA CULTURA DO ARROZ	16
3.7 BENEFÍCIOS DE MICRORGANISMOS NA CULTURA DO TRIGO	18
3.8 PRINCIPAIS DESAFIOS NO USO DE MICRORGANISMOS PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS	19
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	21
REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias sustentáveis tem sido cada vez mais incentivado e estudado, devido ao uso abusivo de adubos sintéticos e agroquímicos, que tem causado resistência de patógenos e pragas de plantas. Outra preocupação é com a utilização correta dessas tecnologias sustentáveis para que se possa extrair o máximo de sua performance.

Microrganismos promotores de crescimento são estudados há anos. Dentre eles alguns gêneros têm tido maior relevância, como: *Arthrobacter* sp., *Enterobacter* sp., *Agrobacterium* sp., *Bradyrhizobium* sp., *Azospirillum* sp., *Pseudomonas* sp., e *Bacillus* sp. Existem relatos da associação desses microrganismos com diversas culturas, como feijão, soja, milho e trigo. O êxito dessa associação ocorre por meio da produção de diversos compostos que favorecem o desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2020).

O uso da ferramenta biológica tem tido sucesso devido a diversos benefícios proporcionado pelos agentes biológicos, como controle de doenças, através de mecanismos como a formação de biofilme, antibiose, indução de resistência sistêmica ou promovendo crescimento através da solubilização de nutrientes ou fixação biológica de nitrogênio (FBN) e produção de fitohormônios (Brandão, 1992). Somado a esses benefícios a maior disponibilidade de nutrientes e melhor fitossanidade é possível reduzir o custo no uso de fertilizantes sintéticos e agroquímicos, resultando com isso em maior economia para o produtor e maior equilíbrio biológico do solo (LOPES et al., 2020).

Para a cultura da soja (*Glycine max*), a demanda de nitrogênio necessária para o desenvolvimento da cultura, pode ser totalmente disponibilizada pela bactéria *Bradyrhizobium japonicum*. Alguns outros benefícios, como maior enraizamento, maior produção de biomassa e incremento na produtividade é observado com o uso de *Azospirillum brasilense*, dessa forma, a associação desses microrganismos no processo de produção da soja já se configura um sucesso (HUNGRIAL et al., 2013).

Na cultura do milho e do trigo a utilização de microrganismos também pode ser benéfica. O uso de *Azospirillum brasilense* nas duas culturas pode contribuir com parte da demanda de nitrogênio, aumento da matéria seca e produtividade final, e maior rentabilidade para o produtor (MUNBACH et al., 2017).

O feijoeiro também é uma cultura que tem se beneficiado com uso de microrganismos promotores de crescimento. O uso da bactéria *Rhizobium tropici* na cultura pode suprir toda demanda de nitrogênio por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN), proporcionando maior peso de mil grãos, maior teor de nitrogênio na folha e números de vagens, e maior produtividade (Oliveira et al., 2017).

Na cultura do arroz o uso de microrganismos promotores de crescimento pode ser muito benéfico, contribuindo com aumento de massa seca de parte aérea, massa seca de raiz e massa seca total, como constatado em ensaios com *Trichoderma asperellum*, isolado UFT 201, na Universidade Federal do Tocantins (Chagas et al., 2017).

O Brasil é o 4º maior produtor de grãos no ranking mundial, sendo superado apenas por China, Estados Unidos e Índia, tendo muita importância no fornecimento de alimento para população mundial (EMBRAPA, 2021).

Com base no cenário produtivo de grãos no Brasil, e a demanda crescente de tecnologias regenerativas e sustentáveis, o presente trabalho objetivou discutir os principais microrganismos promotores de crescimento, com foco na fitossanidade, enfatizando os desafios em sua utilização, vantagens e desvantagens, além da implicação desta tecnologia para o setor agrícola brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados do presente trabalho foram coletados através de revisão bibliográfica de periódicos disponíveis on-line, nas bases do Google Scholar e SciELO - Scientific Electronic Library Online, e nos livros impressos Microbiologia do Solo e Trichoderma USO NA AGRICULTURA. Foram agrupados e comparados os diferentes microrganismos usados na produção de grãos com foco em fitossanidade e seus desafios de utilização. Os termos de busca utilizados nas bases foram Controle Biológico em Soja, Biológicos em Feijão, Uso de Biológicos no Milho, Controle Biológico Em Arroz, Uso De Biológico Na Agricultura, *Trichoderma sp.*, na Agricultura, Controle Biológico Com *Bacillus sp*, Uso de Biológicos no Trigo, Controle Biológico Em Trigo. As pesquisas não foram limitadas por idioma, a data de publicação foi limitada aos 15 últimos anos. A seleção foi feita por meio de títulos, e posteriormente resumos, quando foram selecionados, foi feita a leitura integral dos artigos e publicações.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PRODUÇÃO DE GRÃOS NO BRASIL

O Brasil é um dos maiores produtores de grãos, tendo grande destaque mundial, possui extensa área agrícola, clima favorável e tecnologias que favorecem a agricultura.

Segundo a CONAB (2023) a estimativa do volume de produção de grãos é de 308,2 milhões de toneladas e a área a ser cultivado no país é de 75,6 milhões de hectares (ha). O país se destaca pela produção de grãos como soja, milho, arroz, feijão e trigo.

A cultura da soja é muito importante para o agronegócio brasileiro. Essa cultura é plantada de norte a sul do Brasil, os seus grãos são usados na agroindústria e como fonte de biocombustível (Costa Neto e Rossi, 2000). Na safra 2022/2023 a previsão é de aumento de 3,5% na área cultivada, com aumento de 17% na produção, alcançando 150.363,8 mil toneladas do grão. Esse aumento ocorre devido ao cenário dos preços estarem muito atrativos para os produtores, fazendo com que áreas de pecuária sejam transformadas em agricultura. O Brasil se destaca como maior produtor da cultura, seu principal estado produtor é o Mato Grosso com aproximadamente 50% da área total de produção (CONAB, 2023).

O milho (*Zea mays*) é uma cultura plantada durante todo ano, possui grande expressão em produção em nível mundial, alcançando o patamar de 1 bilhão de toneladas, com cerca de 3500 utilidades, é uma cultura que sofre com grande volatilidade na comercialização do grão, dificuldades de financiamentos, baixa produção em algumas regiões (MIRANDA, 2018). A projeção para safra de milho 2022/2023 é de aumento na área de cultivo de 2,5%, a produtividade estimada é de 125.498,9 mil toneladas, tendo acréscimo de 9,4% na safra de 2021/2022, que foi castigada principalmente na segunda safra por seca nas regiões sul e parte do centro-oeste (CONAB, 2022).

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma cultura que pode ser plantada em 3 épocas do ano, o que favorece a oferta do grão no país durante todo o ano. Para safra 2022/2023, a projeção é que ocorra uma redução de 1,08% na área cultivada, contabilizando 2.823 mil hectares, devido expansão do cultivo de milho, redução de 0,2% na produtividade por hectare e uma produção 1,32% menor em relação a

2021/2022 com 3.006 mil toneladas contabilizando as três safras, o estado com maior produção é o Paraná com quase 30% da produção nacional (CONAB, 2022).

Outro grão de grande importância para o Brasil é o arroz (*Oryza sativa*). Na safra 2022/2023 a perspectiva não é otimista, estudos calculam uma redução de 1 % na área a ser semeada em relação ao ano de 2021/2022, devido à baixa rentabilidade que está afugentando os produtores. O predomínio da forma de produção do arroz é o sistema irrigado com 1.329,5 mil hectares, enquanto o de sequeiro é 373,7 mil hectares. O estado com a maior produção é o Rio Grande do Sul (RS), contribuindo com cerca de 70% da produção do país da cultura (CONAB, 2022).

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é uma importante cultura de inverno cultivada mundialmente, apresenta destaque na produção de alimentos como o pão e produção de cerveja (TRENTIM, 2021). A projeção para safra 2023 é de uma área de 3.302 mil hectares e uma colheita de 9.559 mil toneladas, tendo uma produtividade média de 2.894 kg por hectare, os estados com maiores produções são Rio Grande do Sul e Paraná (CONAB, 2023).

3.2 MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA AGRICULTURA

Os microrganismos compreendem seres unicelulares ou pluricelulares, microscópicos, que estão no ambiente como biofilmes ou células dispersas. Neste grupo estão inclusos os fungos, bactérias, protozoários, arqueas e vírus (NOGUEIRA E FILHO, 2015). O uso de microrganismos é uma prática que precisa ser utilizada como uma ferramenta racional e segura na agricultura (LOPES et al., 2020). As bactérias e fungos correspondem a maior porcentagem de produtos biológicos usados na agricultura (SANTOS et al., 2020).

Os fungos são muito importantes na agricultura, são exímios promotores de crescimento. O desenvolvimento dos fungos é favorecido com umidade por volta de 70% da capacidade de retenção de água de um solo. Os fungos produzem as hifas, que são filamentos tubulares ramificados, e o conjunto de hifas ramificadas é chamado de micélio, estão no solo em populações que variam de 10^4 a 10^6 unidades formadoras de colônia (UFC) por grama de solo (CARDOSO et al., 1992).

Os fungos podem atuar no controle biológico e na promoção de crescimento, como o gênero *Trichoderma* (REIS et al., 2013). Já os fungos micorrízicos

apresentam a característica de estarem externamente e internamente associados as raízes (ATLAS e BARTHA, 1998), possuem hifas que atuam como prolongamento das raízes das plantas, que se ramificam, exploram o perfil do solo, aumentam a superfície de contato no solo, favorecendo assim a absorção de nutrientes e água, que em seguida são disponibilizados para as plantas (HOFFMANN e LUCENA, 2006).

As bactérias também são ferramentas importantíssimas na agricultura. De acordo com Brandão (1992), as bactérias são os microrganismos com maior diversidade e abundância entre as espécies do solo. A população microbiana no solo é prevista em cerca de 10^8 a 10^9 por gramas de solo. Possuem tamanho reduzido, algumas bactérias são imóveis, enquanto outras possuem flagelo que possibilita a movimentação. As bactérias do gênero *Bacillus* sp., produzem endósporo, que são estruturas de resistência que se formam quando as condições do meio não são favoráveis (CARDOSO et al., 1992).

Entre os grupos de bactérias mais estudados e que possuem grande potencial de utilização na agricultura estão as Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (RPCPs) que são microrganismos que colonizam a rizosfera e as raízes, promovendo crescimento, por meio da produção de fitohormônios, solubilização de nutrientes e controlando doenças (ZAGO et al., 2000).

O uso de microrganismos é fundamental na agricultura, visto a necessidade de redução da utilização de adubos químicos e agroquímicos, além da busca por uma produção de alimentos sustentável, por meio de tecnologias “limpas”. São vários os gêneros que podem atuar beneficiando as plantas cultivadas, podemos citar o *Bacillus* sp., *Trichoderma* sp., *Pseudomonas* sp., *Azospirillum* sp., *Bradyrhizobium* sp., *Paecilomyces* sp. (LAZARETTI e BETTIOL, 1997).

Os agricultores têm tido benefícios e investido nas ferramentas biológicas, no Brasil o aumento foi exponencial nos últimos anos, de 2019 a 2020 o crescimento foi de 40%, e até 2030 a previsão é de faturamento de 3,7 bilhões de reais, crescendo mais de 100% em relação ao ano de 2021 (FRAGA, 2021).

3.3 BENEFÍCIOS DE MICRORGANISMOS NA CULTURA DO MILHO

A cultura do milho possui grande importância mundial, e apresenta a necessidade de estudos constantes para potencializar a eficiência de manejo, devido aos aumentos nos preços dos adubos e pesticidas que tem ocorrido de forma constante. Os microrganismos são ferramentas importantíssimas para contribuir com a biodisponibilização de nutrientes e redução da pressão de patógenos, reduzindo os impactos ambientais do uso dos adubos sintéticos e pesticidas no ecossistema (OLIVEIRA et al., 2020).

A utilização de *Bacillus sp* em milho tem mostrado excelentes resultados no Brasil e no mundo. *Bacillus spp.*, aplicados via tratamento de sementes de milho ou no solo, propiciaram maior aproveitamento de nutrientes do solo e aumentaram a biomassa das plantas, por meio da produção de substâncias que inibem a ação de patógenos da cultura (HUSSAIN et al., 2020).

Trabalhos realizados com *Bacillus Amyloliquefaciens* na cultura do milho demonstraram grandes oportunidades agronômicas, ocorrendo maior produção de enzimas de defesa sobre o patógeno de espiga *Rhizomucor variabilis*, causando mortalidade do patógeno em torno de cinquenta por cento, diminuindo infecção foliar do patógeno e promovendo redução da severidade da doença (KULIMUSHI et al., 2017).

Um agente estudado *Bacillus vallismortis* isolado BV23, também pode contribuir para melhor sanidade na cultura do milho, podendo ser utilizado como um bioproduto, reduzindo a expansão do micélio, e o desenvolvimento de conídios de *Fusarium graminearum* e a germinação em 66%, 86% e 90%, respectivamente (LI et al., 2019)

Trabalhos realizados em 2021 na Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna-SP com diferentes isolados de *Bacillus sp.*, na cultura do milho, demonstraram grande potencial de redução de germinação e crescimento micelial de *Fusarium verticillioides*, tendo maior redução da doença do que o controle químico utilizado, foi constatado a produção de fitohormônios pelos isolados, como ácido indolacético e, ácido cianídrico, além da solubilização de fosfato por algumas cepas (FERREIRA et al., 2021).

O gênero *Trichoderma sp.*, possui grande potencial para contribuir no controle de doenças na cultura do milho, atuando por meio da síntese de enzimas

como glucanases e quitinase que degradam a parede celular de diversos fitopatógenos (LANUBILE et al., 2017). Trabalho realizado em Palmas-TO, no campos de ciências agrárias e ambientais da UniCatólica com quatro espécies de *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. spp.*) avaliando biocontrole de *F. moniliforme*, constatou que a utilização do gênero pode proporcionar controles próximos a 90%, tanto na aplicação in vitro como in vivo, sendo que aplicações de solo e foliar os índices de controle foram os mais elevados em relação ao tratamento de semente com o fungo benéfico (MEDEIROS et al., 2020)

3.4 BENEFÍCIOS DE MICRORGANISMOS NA CULTURA DO FEIJÃO

O feijão é uma cultura muito relevante para o brasileiro, está diariamente em vários pratos na mesa da população, é um alimento que gera grande quantidade de empregos e de fácil acesso, possui grande importância nutricional. A produção na safra 2022/2023 está estimada 3.006 mil toneladas, e o cenário para o agricultor é de boa rentabilidade (CONAB, 2022/2023).

Produzido no Brasil em grande parte por pequenos produtores, a utilização de microrganismos benéficos no feijoeiro pode proporcionar um ambiente produtivo mais equilibrado, aumentando a rentabilidade do produtor por meio da redução do uso de adubos e pesticidas, diminuindo também os impactos ao meio ambiente (ARAÚJO et al., 2007).

Trabalho realizado no Instituto Federal do Sertão Pernambucano em 2018 com isolados de *Bacillus sp.*, e *Trichoderma sp.*, avaliando o crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii* que causa podridão de esclerócio, trouxeram resultados interessantes sobre esse patógeno. Todos os gêneros demonstram potencial de controle, entretanto o melhor resultado foi com um isolado de *Bacillus subtilis* que inibiu o desenvolvimento do patógeno em 53%. O *Bacillus sp.*, pode atuar por meio da antibiose e competição, produzindo diversos compostos antifúngicos como surfactina, iturina, fengicina (FERREIRA DE SÁ et al., 2019).

Na cultura do feijoeiro existem vários trabalhos mostrando benefícios de determinadas espécies de *Bacillus sp.* (tabela 1). No feijoeiro é relatado o controle

de patógenos, solubilização de nutrientes, produção de fitohormônios, e pode ser um grande aliado no manejo dessa importante cultura (ARAUJO et al., 2007).

Tabela 1. Diferentes espécies de *Bacillus* spp. com potencial de utilização na cultura do feijoeiro.

Espécie de feijão	Espécie bactéria	da	Benefícios/ou incremento em produtividade	Mecanismos de ação	Referências
<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Bacillus subtilis</i>		+ 10 sc/ha	Promove crescimento, Antibiose, solubilização de nutrientes, indução de resistência.	(MARTINS, 2013), (MARIANO et al., 2000), (ARAUJO et al., 2009), (OLIVEIRA et al., 2017)
<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>B. licheniformis</i>		Redução do desenvolvimento de <i>Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens</i>	Solubilização de nutrientes, antibiose, promove crescimento.	(VAZQUEZ et al., 2000), (JEONG et al., 2017), (JAMIL et al., 2014)
<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>B. thuringiensis</i>		+ 3 sc/ha	Promove crescimento, antibiose, indução de resistência.	(SANTANA, 2014), (HARMS, 2016), (CIA, 2005), (BATISTA JUNIOR et al., 2002)

O uso do *Trichoderma* spp., na cultura do feijoeiro proporciona excelentes resultados para o manejo de doenças radiculares como *Fusarium* spp., *Pythium*

spp., *Rhizoctonia spp.*, *Macrophomina spp.*, mas também para o Mofo Branco causado por *S. sclerotiorum.*, que provoca grande redução de produtividade na cultura. O *Trichoderma spp.*, pode atuar parasitando hifas e estruturas de resistência dos patógenos, produzindo compostos que inibem o crescimento, induzindo resistência na planta, competindo por espaço e nutrientes, potencializando o desenvolvimento do feijoeiro (MEYER, 2019).

3.5 BENEFÍCIOS DE MICRORGANISMOS NA CULTURA DO SOJA

Certamente, a soja é um dos maiores exemplos de sucesso de uma cultura com uso de ferramenta biológica, a simbiose com o *Bradyrhizobium sp.* A soja necessita de aproximadamente 80 kg de nitrogênio para produzir 1000 kg de grãos, e com a utilização adequada desse importante microrganismo o produtor não necessita utilizar adubação nitrogenada, pois é totalmente suprida pela bactéria (HUNGRIA et al., 2015).

Segundo a circular técnica da EMBRAPA 163, diversos gêneros de microrganismos são relatados atuando no controle de doenças na cultura da soja, como o *Trichoderma spp.*, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas spp.*, podendo ser uma alternativa sustentável para o produtor.

No Brasil o microrganismo mais usado para controle de patógenos comercialmente é o *Trichoderma sp.* Espécies desse microrganismo pode atuar na promoção de crescimento, potencializar a germinação de sementes, e favorecer o aumento em produtividade (SAMUELS, 2006).

Trabalho realizado em Chapadão do Sul na Fundação Chapadão, visando controle de nematoide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja, proporcionou incremento em produtividade com utilização de agentes biológicos (*P. lilacinum* e *T. harzianum*) entregando 2,8 sc/ha de incremento em relação a testemunha na safra 2012/2013 (LOUREIRO et al., 2020).

Ensaio realizado na soja em 2012, agora no controle de nematoides de galha comparando *Bacillus subtilis* (PRBS1) e controle químico (Carbofurano), demonstrou um grande potencial da ferramenta biológica no controle de formas ativas e ovos, diferindo da testemunha e apresentando um controle similar ao químico. Além disso, o controle biológico proporcionou maior desenvolvimento de parte área, sendo

assim, o uso desse isolado pode ser uma grande ferramenta no manejo integrado de controle de *Meloidogyne spp.* (ARAÚJO et al., 2012).

Em um estudo realizado pela Unesp no campos de Botucatu-SP, com a cultura da soja para verificar o potencial de microrganismos promotores de crescimento (*Bacillus amyloliquefaciens*, *Trichoderma harzianum*), em controlar *Macrophomina phaseolina* inoculadas nas sementes, foi possível constatar que a porcentagem de germinação da semente tratada com os microrganismos teve excelente resultado, acima de oitenta por cento, não diferindo do tratamento químico (Carboxanilida e Dimetilditiocarbamato), e bem acima da testemunha que teve uma baixa germinação, mostrando potencial de utilização do manejo biológico para essa doença. Em relação ao desenvolvimento de raízes e parte aérea, os tratamentos biológicos tiveram destaque em relação ao tratamento químico, promovendo crescimento e diferindo estatisticamente (TRIBONI, 2021).

3.6 BENEFÍCIOS DE MICRORGANISMOS NA CULTURA DO ARROZ

O arroz é uma cultura muito importante para o povo brasileiro, pois está diariamente presente em sua mesa, para muitos povos é uma fonte de carboidrato imprescindível (KATSURAYAMA e TANIWAKI, 2017). A utilização de ferramentas biológicas pode proporcionar excelentes resultados para o arroz, como a redução do uso de fertilizantes e da severidade de doenças.

O uso de microrganismos promotores de crescimento como *Azospirillum brasilense* visando fixação de nitrogênio e produção de fitohormônios na cultura é relatado com excelentes resultados. Seu uso possibilita redução da adubação nitrogenada, aumento do número de panículas por m², e incremento em produtividade na cultura (MATTOS et al., 2017).

Pensando em manejo de doenças na cultura do arroz, trabalhos conduzidos na china em 2021 com *Bacillus cereus* (YN917), constataram resultados importantes contra uma importante doença da cultura, a Brusone do arroz. Os dados obtidos demonstram que o isolado de *B. cereus* pode produzir diversos compostos antifúngicos como triptofano, fenazina, β -1,3-glucanase, quitinase e protease, reduzindo de forma significativa o desenvolvimento do patógeno, além disso foi

observado promoção de crescimento nas plantas inoculadas com o microrganismo benéfico (ZHOU et al., 2021).

Outro microrganismo que foi relatado com excelente resultado no manejo de doença é o *Trichoderma sp.* Trabalho visando avaliar ação de supressão de isolados de *Trichoderma sp.*, em aplicação simultânea do *Magnaporthe oryzae* e aplicação curativa, trouxeram resultados fantásticos. A aplicação simultânea dos isolados de *Trichoderma sp.*, com o patógeno tiveram controle próximo de 93%, enquanto aplicação curativa apresentou bom controle, porém menor em relação aplicação simultânea, mostrando a importância de um manejo preventivo quando utilizamos ferramentas biológicas (MEYER., et al 2019).

Outro trabalho na cultura do arroz com importantes patógenos foi realizado em Pelotas-RS em 2009. Foram utilizadas várias espécies de microrganismos promotores de crescimento de plantas (*Pseudomonas synxantha*, *P. fluorescens*, *Bacillus sp*, DFs306 em código) em consorcio e isoladas para avaliar controle de nematoide-das-galhas (*M. graminicola*) e queima-das-bainhas (*R. solani*). O uso do consorcio de microrganismos mostrou ter um efeito superior à sua utilização isolada, esse sinergismo foi constatado no controle de queima-das-bainhas, tendo o tratamento com *Pseudomonas synxantha* e *Bacillus sp.*, controle próximo de 50%.

Em relação ao controle de nematoides na cultura, o trabalho conduzido em Pelotas em 2009 demonstrou que a utilização dos microrganismos foi muito positiva, com vários tratamentos atingindo controle acima de 50%. O tratamento com *Pseudomonas synxantha* e o microrganismo codificado DFs306 atingiu o melhor resultado, com 61% de controle e menor fator de reprodução e número de ovos em relação aos demais tratamentos, podendo ser uma grande opção para o desenvolvimento de um bioproduto para o controle dessa praga na cultura do arroz (JÚNIOR et al., 2010).

3.7 BENEFÍCIOS DE MICRORGANISMOS NA CULTURA DO TRIGO

O trigo é um cereal de grande importância econômica e possui origem asiática é cultivado mundialmente, e apresenta importância econômica, por constituir ingrediente fundamental na alimentação básica da população (MANFRON et al., 1993). O uso de ferramentas biológicas nessa importante cultura pode contribuir com menor dependência de adubos sintéticos e controle de patógenos importantes que afetam sua produtividade.

Trabalho conduzido na Universidade Estadual de Maringá no estado do Paraná, constatou que o uso de *Azospirillum brasilense* via sulco, tratamento de semente (TS) ou via barra, com redução de metade da dose de nitrogênio pode contribuir para aumentar o rendimento agrônomo, com grãos de elevado peso por hectolitro e com maior produtividade. A utilização da dose total de nitrogênio em consórcio com *Azospirillum brasilense* no TS pode contribuir com elevada produtividade (PEREIRA et al., 2016).

O uso de microrganismos na cultura do trigo pode contribuir no manejo de doenças. Ensaio realizado em Guarani da Missões com utilização do isolado LABMID UFFS RD 34 de *Bacillus sp.*, proporcionou excelentes resultados na dose de 0,5 nm no controle da ferrugem do trigo, reduzindo em 23,5 % a severidade da doença em comparação a testemunha, já em relação a mancha amarela o melhor resultado foi obtido com a maior concentração utilizada de 0,75 nm, reduzindo 26 % de severidade da doença, podendo ser uma excelente alternativa no manejo integrado de doenças na cultura (ANDERZEVSKI, 2021).

Um trabalho com uso de microrganismos promotores de crescimento foi realizado no Chile, visando o controle de uma doença importante na cultura do trigo, o mal-do-pé, causado pelo fungo *Gaeumannomyces graminis var. tritici*. O uso de isolados de *Bacillus sp.* proporcionaram redução de aproximadamente 50 % de crescimento do patógeno in vitro, e a promoção de crescimento da cultura (LOPETEGUI, 2021). Tais dados demonstram potencial do uso desses isolados de *Bacillus sp.* para aumentar a rentabilidade do trigo e manejo desse importante patógeno.

Na cultura do trigo o *Trichoderma sp.* também pode contribuir no controle de patógenos, sendo uma excelente ferramenta biológica para utilizar no manejo integrado de doenças. Ensaio realizado pela Universidade Estadual de Maringá na cidade de Umuarama no PR, constatou que o uso de *Trichoderma harzianum* na semente de trigo, inibiu o crescimento do patógeno *Penicillium spp.*, não sendo constatado sua presença, enquanto na testemunha o fungo se desenvolveu, além disso, o uso do microrganismo proporcionou maior desenvolvimento do sistema radicular, podendo ser uma excelente ferramenta para contribuir no aumento da rentabilidade do trigo (FONTANELA et al., 2019).

3.8 PRINCIPAIS DESAFIOS NO USO DE MICRORGANISMOS PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS

A utilização de microrganismos promotores de crescimento acredito que pode trazer excelentes resultados agronômicos e contribuir para maior sustentabilidade de todo sistema de produção, reduzindo a dependência de agroquímicos e adubos sintéticos (SANTOS et al., 2019).

Apesar de todos os benefícios que os microrganismos podem proporcionar na produção de grãos, sua utilização requer cuidados, pois muitas práticas de manejo ou condições ambientais pode afetar o resultado (SANTOS et al., 2020).

Práticas de manejo agrícola quando não realizadas de forma correta podem transformar o solo em um ambiente não favorável aos microrganismos, afetando a população existente e prejudicando o uso de ferramentas biológicas. É importante que seja dada atenção as práticas conservacionistas como: rotação de cultura, adubação equilibrada, correção da acidez do solo, não revolvimento do solo, visando tornar o ambiente apropriado a vida microbiana (SANTOS, 2020).

Um desafio importante no uso de microrganismos na agricultura é entender a especificidade de determinado microrganismo a diferentes espécies de plantas. Um exemplo é a cultura da soja, onde a seleção de genótipos com maiores “afinidades” pelo *Bradyrhizobium sp.*, foi extremamente importante para o sucesso da fixação biológica de nitrogênio na cultura e a economia de bilhões de dólares anuais (LOPES, 2013).

Para as empresas que desenvolvem tecnologias biológicas, o grande desafio é encontrar microrganismos que consigam ter efetividade tanto em ambiente controlado a nível de pesquisa, como a nível de campo, enfrentando diferentes variáveis. É preciso entender a interação com diferentes espécies de plantas e a interação com outros microrganismos. Na produção em larga escala, é preciso encontrar estabilidade de produção do isolado e ausência de contaminantes (MALUSÀ et al., 2016).

Após o desenvolvimento de um produto biológico e sua disponibilização no mercado, um fator importante e crucial deve ser dada atenção para que se tenha eficiência no campo, o uso das boas práticas de inoculação.

As boas práticas de inoculação são fundamentais para o sucesso da ferramenta biológica, podemos citar: aplicar dose recomendada pela empresa, não plantar ou aplicar em condição de baixa umidade, não aplicar inoculante turfoso direto na caixa de sementes, sendo necessário fazer diluição em solução açucarada e em seguida misturar as sementes para homogeneizar e aderir, não tratar o inoculante na mesma calda que o agroquímico, não deixar as sementes tratadas expostas ao sol e alta temperatura, evitar tratar a semente com produtos com alta salinidade, pois pode prejudicar os microrganismos, reinocular as sementes se não plantar em 24 horas (NOGUEIRA et al., 2018)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de ferramentas biológicas está crescendo ano após ano, e seus benefícios têm feito a agricultura se tornar cada vez mais regenerativa e equilibrada, promovendo o desenvolvimento das culturas, atuando no controle de pragas e doenças e diminuindo a dependência dos produtores a insumos químicos.

O uso de microrganismos na produção agrícola é uma realidade, as pesquisas e a utilização no campo mostram esse crescimento. Certamente a inoculação de um microrganismo apresenta vantagens nos diferentes cultivos, mas, também, o uso conjunto de mais de um microrganismo com múltiplos mecanismos de ações, podem ser ainda mais vantajosos, agregando em resultados de eficiência de controle e produtividade final.

É fundamental que o produtor entenda que o uso da ferramenta biológica requer cuidados específicos em sua utilização, pois são seres vivos, e isso tem que ser levado em conta para que o sucesso aconteça, aliado também a práticas de manejos conservacionistas do sistema agrícola, favorecendo a vida microbiana.

4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

De acordo com o presente trabalho o uso de diversos microrganismos promotores de crescimento na produção de grãos já uma realidade, e a tendência é o aumento a cada ano. Nesse contexto, as empresas públicas e privadas que desenvolvem tecnologias biológicas, devem estar atentas no desenvolvimento de novas pesquisas e trabalhos que visem detectar como os diferente microrganismo agem em consorcio para controle de determinado patógeno em uma cultura, suas rotas metabólicas, forma de colonização na planta, relação com seus hospedeiros, aumento do tempo de prateleira do produto final, efeito de diferentes doses e modos de aplicação, visando garantir a segurança ambiental e alimentar.

REFERÊNCIAS

- ANDERZEVSKI, L. B. 2021. USO DA MICROBIOLIZAÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO COM ISOLADO DE *Bacillus sp.* NO CRESCIMENTO DE PLANTAS E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS. Universidade Federal da Fronteira Sul. Cerro Largo, Brasil. Disponível em: < <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/4318>>. Acesso em: 20 de maio de 2023.
- Araújo, F. F.; Carmona, F. G.; Tiritan, C. S.; Creste, J. E. 2007. Fixação biológica de N₂ no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.29, p.535-540.
- Araújo, F. F.; Bragante, R. J.; Bragante, C. E. 2012. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. *Revista Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.42, p.220-224.
- Atlas, R. M.; Bartha, R. 1998. *Microbial ecology: fundamentals and applications*. 4^a ed. Benjamin Cummings, Califórnia, 694p.
- Batista, J. C. B.; Albino, U. B.; Martines, A. M.; Saridakis, D. P.; Matsumoto, L. S.; Avanzi, M. A.; Andrade, G. 2002. Efeito fungistático de *Bacillus thuringiensis* e de outras bactérias sobre fungos fitopatogênicos. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, v.37, p.1189-1194.
- Cardoso, E. J. B. N.; Neves, M. C. P. 1992. *Microbiologia do Solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas. 360p.
- Chagas, L. F. B.; Junior, A. F. C.; Soares, L. P.; Fidelis, R. R. 2017. *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 4, p.97-102.
- Cia, P. 2005. Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle pós-colheita da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-03042006-165955/pt-br.php>>. Acesso em: 09 de novembro de 2021.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2021. Perspectivas para a Agropecuária: SAFRA 2021/2022 -Disponível em:

<https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>>. Acesso em: 12 de março de 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2022. Perspectivas para a Agropecuária: SAFRA 2022/2023 - Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>>. Acesso em: 14 de março de 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2023 Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 14 de março de 2023.

EMBRAPA. 2021. Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>>. Acesso em: 09 de março de 2023.

Fraga, A. 2021. Mercado de defensivos biológicos deve crescer mais de 50% no Brasil em 2021. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Sustentabilidade/noticia/2021/05/mercado-de-defensivos-biologicos-deve-crescer-mais-de-50-no-brasil-em-2021.html>>. Acesso em: 18 de março de 2023.

Ferreira, T.C.; Lago, L.; Silva, L.G.; Pacifico, M.G.; Faria, M.R.; Bettiol, W. 2021. Potencial de *Bacillus* spp. em promover o crescimento e controlar *Fusarium verticillioides* em milho. *Summa Phytopathologica*, v.47, p.195-203.

Fontanela, M. L. C.; Silva, A. P.; Pereira, A. E.; Neto, D. A. R.; Abati, J.; Krohn, G. Incidência de *Penicillium* spp. e potencial fisiológico de sementes de trigo tratadas com *Trichoderma harzianum*. Congresso Brasileiro de Fitossanidade, 5., 2019, Curitiba Anais. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, 2019. P. 1.

Harms, M. G. 2016. Controle da antracnose em feijão com produtos alternativos. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Disponível em: <<https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2302>>. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

Hoffmann, L. V.; Lucena, V. S. 2006. Para Entender Micorrizas Arbusculares. 1º ed. Embrapa Algodão, Campina Grande, 19p.

- Hungria, M.; Nogueira, M. A.; Araujo, R. S. 2013. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and *azospirilla*: strategies to improve sustainability. *Biology and Fertility of Soils*, v.49, p.791–801.
- Hungria, M.; Nogueira, M. A.; Araujo, R. S. 2015. Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium spp.* and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. *American Journal of Plant Sciences*, v.6, p.811-817.
- Hussain, A.; Zahir, Z.A.; Asghar, H.N.; Imran, M.; Ahmad, M.; Hussain, S. 2020. Integrating the potential of bacillus sp. az6 and organic waste for zinc oxide bio-activation to improve growth, yield and zinc content of maize grains. *Pakistan Journal Of Agricultural Sciences*, v.57, p.123-130.
- Jamil, M.; Zeb, S.; Anees, M.; Roohi, A.; Ahmed, I.; Ur Rehman, S.; Rha, E. S. 2014. Role of *Bacillus licheniformis* in phytoremediation of nickel contaminated soil cultivated with rice. *International Journal of Phytoremediation*, v.16, p.554-571.
- Jeong, M. H.; Lee, Y. S.; Cho, J. Y.; Ahn, Y. S.; Moon, J. H.; Hyun, H. N.; Cha, G. S.; Kim, K. Y. 2017. Isolation and characterization of metabolites from *Bacillus licheniformis* MH48 with antifungal activity against plant pathogens. *Microbial Pathogenesis*, v.110, p.645-653.
- Junior, I. T. S.; Moura, A. B.; Schafer, J. T.; Corrêa, B. O.; Gomes, C. B. 2010. Biocontrole da queima-das-bainhas e do nematoide-das-galhas e promoção de crescimento de plantas de arroz por rizobactérias. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, p.1259-1267.
- Katsurayama, B. M.; Taniwaki, M. H. 2017. Fungos e aflatoxinas no arroz: ocorrência e significado na saúde do consumidor. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.20, p.1-13.
- Kulimushi, Z.; Arias, A.; Franzil, L.; Steels, S.; Ongena, M. 2017. Stimulation of fengycin-type antifungal lipopeptides in *Bacillus amyloliquefaciens* in the presence of the maize fungal pathogen *Rhizomucor variabilis*. *Frontiers in Microbiology*, Lausanne, v.15, article 850.
- Lazzareti, E.; Bettiol, W. 1997. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado a base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. *Scientia Agricola*, v.54, p.89-96.

- Li, Y.; Wang, R.; Liu, J.; Xu, L.; Ji, P.; Sun, L.; Li, L. 2019. Identification of a biocontrol agent *Bacillus vallismortis* BV23 and assessment of effects of its metabolites on *Fusarium graminearum* causing corn stalk rot. *Biocontrol Science and Technology*, Abington, v.29, p.263-275.
- Loureiro, E.S.; Neto, J.A.D.; Pessoa, L.G.A.; Adão, D.V.; Dias, P.M.;Filho, A. A. P.; Mateus, J.A.F. 2020. Management of *Pratylenchus brachyurus* with *Trichoderma harzianum* and *Purpureocillium lilacinum* in soybean. *Research, Society and Development*, N° 9, p. 1-17.
- Lopes, V. R. 2013. MELHORAMENTO GENÉTICO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM ASSOCIAÇÃO COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. Disponível em: < <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/33579/R%20-%20T%20-%20VALERIA%20ROSA%20LOPES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 de março de 2023.
- Lopes, R.; Tsui, S.; Gonçalves, P. J. R. O.; Queiroz, M. 2020. A look into a multifunctional toolbox: endophytic *Bacillus* species provide broad and underexploited benefits for plants. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, N° 34, p. 94-102. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29900507>>. Acesso em: 15 de março de 2023.
- Lopetegui, R. A. P. 2018. Efectividad del biocontrolador *Bacillus* sp. sobre *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. en trigo. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/340446821_Efectividad_del_biocontrolador_Bacillus_sp_sobre_Gaeumannomyces_graminis_var_tritici_en_trigo>. Acesso em: 20 de maio de 2023.
- Malusà, E.; Pinzari, F.; Canfora L. 2016. Efficacy of biofertilizers: challenges to improve crop production. In: Singh, D. P.; Singh, H. B.; Prabha, R. *Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity*. New York: Springer, v.2, p.17-40.
- Manfron, P. A.; Lazzarotto, C.; Medeiros, S. I. P. 1993. Trigo – Aspectos agrometereológicos. *Ciência Rural*, v 23, p. 233-239.
- Martins, S. A. 2013. DESENVOLVIMENTO DO FEIJÃO-COMUM TRATADO COM *Bacillus subtilis*. Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais, Brasil.

- Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/handle/1/1058>>. Acesso em: 17 de novembro de 2021.
- Mariano, R.L.R.; Kloepper, J.W. 2000. Método alternativo de biocontrole: resistência sistêmica induzida por rizobactérias. Revisão Anual de Patologia de Plantas, v.8, p.121-137.
- Mattos, M. L. T.; Petrini, J. A.; Valgas, R.A.; Galarz, L.A. 2017. Efeito de inoculante contendo *Azospirillum brasilense* na produtividade de cultivares de arroz irrigado por inundação. Congresso Brasileiro de Arroz irrigado, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163566/1/Maria-Laura-Resumo-CBAI-2017-Incluido.pdf>>. Acesso em: 26 de março de 2023.
- Medeiros, J. C. D.; Martins, W. S.; Miranda, F. F. R. 2020. Antagonismo de *Trichoderma spp.* no biocontrole de *Fusarium moniliforme* na cultura do milho. Revista sítio novo. N° 4, p. 169-178.
- Mumbach, G. L.; Kotowski, I. E.; Schneider, F. J. A.; Mallmann, M. S.; Bonfada, E. B.; Portela, V. O.; Bonfada, E. B.; Kaiser, D. R. 2017. RESPOSTA DA INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* NAS CULTURAS DE TRIGO E DE MILHO SAFRINHA. REVISTA SCIENTIA AGRARIA, v.18, p.97-103.
- Meyer, M. C.; Mazaro, S. M.; Silva, J. C. 2019. Trichoderma USO NA AGRICULTURA. 1° ed. Embrapa Soja. Londrina-PR, 27p.
- Nogueira, A. V.; Filho, G. N. S. 2015. Microbiologia. 1° ed. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 538p.
- Nogueira, M. A.; Prando, A. M.; Oliveira, A. B.; Lima, D.; Conte, O.; Harger, N.; Oliveira, F. T.; Hungria, M. 2018. Ações de transferência de tecnologia em inoculação/coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná. Embrapa. Londrina, Paraná, Brasil. N° 143, 15 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1095314/acoes-de-transferencia-de-tecnologia-em-inoculacaocoinoculacao-com-bradyrhizobium-e-azospirillum-na-cultura-da-soja-na-safra-201718-no-estado-do-parana>>. Acesso em: 17 de março de 2023.
- Oliveira, A. C.; Cota, C. L.; Marriel, E. I.; Gomes, A. E.; Souza, M. S.; Lana, P. G. U.; Santos, C. F.; Junior, P. S. A.; Alves, C. M. V. 2020. Viabilidade Técnica e econômica do Biomaphos (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus*

- megaterium* CNPS B119) nas culturas de milho e soja. Embrapa. Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. Nº 210, p.1-20. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1120362/recomendacao-agronomica-de-cepas-de-bacillus-subtilis-cnps-b2084-e-bacillus-megaterium-cnps-b119-na-cultura-do-milho>>. Acesso em: 10 de março de 2023.
- Oliveira, C. A. B.; Pelá, G. M.; Pelá, A. 2017. Inoculação com *Rhizobium tropici* e adubação foliar com molibdênio na cultura do feijão comum. Revista de Agricultura Neotropical, v. 4, p.43-50.
- Oliveira, G. R. F.; Silva, M. S.; Proença, S. L.; Bossolani, J. W.; Camargo, J. A.; Frango, F. S.; Sá, M. E. 2017. Influência do *Bacillus subtilis* no controle biológico de nematoides e aspectos produtivos do feijoeiro. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, v. 11, p.47-58. Disponível em: <<https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/495/323>>. Acesso em: 17 de março de 2023.
- Pereira, L. C.; Piana, S. C.; Braccini, A. L.; Garcia, M. M.; Ferri, G. C.; Felber, P. H.; Marteli, D. C. V.; Bianchessi, P. A.; Dametto, I. B. 2016. Rendimento do trigo (*Triticum aestivum*) em resposta a diferentes modos de inoculação com *Azospirillum brasilense*. Revista de Ciências Agrárias, v. 40, p.105-113.
- Reis, M. R.; Leão, E. U.; Santos, G.R.; Sarmiento-Brum, R. B. C.; Gonçalves, C. G.; Cardon, C. H.; Silva, D. B. 2013. Impacto de herbicidas em isolados de *Trichoderma* spp. Planta Daninha, v.31, p.419-426.
- Samuels, G. J. 2006. Trichoderma: Systematics, the sexual state, and ecology. Phytopathology, v. 96, p.195-206.
- Santana, F. S. C. 2014. *Bacillus thuringiensis* como endofíticos em algodão: avaliação na promoção de crescimento e controle de *Spodoptera frugiperda*. Universidade de Brasília. Brasília, Brasil. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/16821>>. Acesso em: 17 de março de 2023.
- Santos, M. S.; Nogueira, M. A.; Hungria, M. 2019. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. AMB Express, v.1, p.1-22.

- Santos, A. F. J.; Dinnas, S. S. E.; Feitoza, A. F. A. 2020. Qualidade Microbiológica De Bioprodutos Comerciais Multiplicados On Farm No Vale Do São Francisco: Dados Preliminares. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, v.17, p.429-443.
- Sá, F.; Nádja, M. 2019. Efeito de *Bacillus sp.* e *Trichoderma sp.* no crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii*. Acta Brasiliensis, v. 3, p. 79-81. Disponível em: <<http://www.revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/158>>. Acesso em: 20 de março de 2023.
- Trentin, L. S.; Raniero, G. Z.; Vasques, C. T.; Berwig, K. P.; Alves, E. S.; Monteiro, A, R, G. 2021. Produção de maltes especiais de trigo em escala piloto, produção e caracterização de cerveja. Research, Society and Development, v. 10, p. 1-11.
- Triboni, Y. B.; 2021. CONTROLE BIOLÓGICO COM *Trichoderma spp.* E *Bacillus spp.* PARA O TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA [*Glycine max (L.) Merrill.*] Unesp. Botucatu, Brasil.
- Vazquez, P.; Holguin, P.; Puente, M.; Cortes, A.; Bashan, Y. 2000. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere. Biol Fertil Soils, v.30, p.460–468.
- Zago, V. C. C.; De-Polli, H.; Rumjanek, N. G. 2000. *Pseudomonas spp.* Fluorescentes – Bactérias promotoras de crescimento de plantas e biocontroladoras de fitopatógenos em sistemas de produção agrícola. 127° ed. Embrapa Agrobiologica, Seropédica-RJ, 32p.
- Zhou, H.; Ren, Z. H.; Zu, X.; Yu, X. Y.; Zhu, H. J.; Li, X. J.; Zhong, J.; Liu, E.M. 2021. Efficacy of Plant Growth-Promoting Bacteria *Bacillus cereus* YN917 for Biocontrol of Rice Blast. Frontiers in Microbiology, v.12, p.1-9.