



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

ELISANDRA ALVES BENTO

**COMPATIBILIDADE ENTRE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS E AGENTES
DE BIOCONTROLE (*Trichoderma* E *Bacillus*).**

MOSSORÓ
2024

ELISANDRA ALVES BENTO

**COMPATIBILIDADE ENTRE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS E AGENTES
DE BIOCONTROLE (*Trichoderma* E *Bacillus*).**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio.

Coorientador: Me. Breno de Holanda Almeida

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

ABent Alves Bento, Elisandra .
oc Compatibilidade entre fertilizantes
 organominerais e agentes de biocontrole
 (Trichoderma e Bacillus). / Elisandra Alves
 Bento. - 2024.
 40 f. : il.

 Orientador: Márcia Michelle de Queiroz
 Ambrósio.
 Coorientador: Breno de Holanda Almeida .
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2024.

 1. Meloeiro. 2. Inativação. 3. Insumos
 agrícolas. 4. Controle biológico. I. de Queiroz
 Ambrósio, Márcia Michelle , orient. II. de Holanda
 Almeida , Breno, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ELISANDRA ALVES BENTO

**COMPATIBILIDADE ENTRE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS E AGENTES
DE BIOCONTROLE (*Trichoderma* E *Bacillus*).**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como parte dos
requisitos para obtenção do título de Bacharel
em Agronomia.

Defendida em: 25/07/2024

BANCA EXAMINADORA

Márcia Michelle de Queiroz
Ambrósio

Assinado de forma digital por Márcia Michelle
de Queiroz Ambrósio
Dados: 2024.07.30 09:09:33 -03'00'

Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, Profa. Dra. (UFERSA)

Documento assinado digitalmente



BRENO DE HOLANDA ALMEIDA
Data: 30/07/2024 11:29:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Presidente

Breno de Holanda Almeida, Me. (UFERSA)

Membro Examinador

**LUIZ FERNANDO
BEZERRA EVANGELISTA**

Digitally signed by LUIZ FERNANDO
BEZERRA EVANGELISTA
Date: 2024.07.30 09:51:27 -03'00'

Luiz Fernando Bezerra Evangelista, Me. (UFERSA)

Membro Examinador

Ana Paula de Moura, Me. (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, minha fonte de força e inspiração durante toda essa jornada. Sua presença em minha vida me ajudou a superar as dificuldades e a encontrar o caminho certo para alcançar meus objetivos. Se eu não sentisse sua presença junto a mim, sei que jamais teria alcançado esta grande vitória. Obrigado pela fé, pela força, pelos sinais de superação.

Agradeço em especial aos meus pais Cícera e Reginaldo que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória, e por ser minha inspiração e motivação para buscar sempre o melhor. Aos meus avós Rita e José, por todo amor e carinho e que em nenhum momento deixaram de rogar a Deus por mim. A minha irmã Maria Sofia. Vocês foram essenciais em toda minha trajetória.

Agradeço ao meu irmão Elinaldo, que sempre me apoiou e me deu forças para que este momento fosse possível. Cada palavra de encorajamento e por acreditar em mim quando eu mesma duvidava. A ele a minha eterna gratidão.

Agradeço à minha orientadora Márcia Michelle, por toda paciência e dedicação durante o período de orientação. Quero expressar minha eterna gratidão por todos os ensinamentos, oportunidades e conselhos, que foram muito construtivos. Sua competência e disponibilidade foram essenciais para minha formação.

Ao meu coorientador Breno Holanda, por toda paciência e dedicação durante toda a condução do trabalho.

Agradeço a técnica do Laboratório Louise, por toda disponibilidade e ajuda na condução do trabalho.

Agradeço às minhas amigas Bárbara e Viviane, por sempre estar ao meu lado nos momentos difíceis, por cada conselho e palavras de conforto nos momentos de aflição. Sempre serei grata pela amizade de vocês.

As minhas amigas de quarto Fernanda e Eduarda, agradeço por cada momento de alegria e diversão que compartilhamos juntas.

Aos meus amigos, Breno e Fernando, que sempre estiveram ao meu lado em todas as horas, compartilhando alegrias e tristezas e me proporcionando momentos de descontração.

Sem vocês essa trajetória não seria tão especial. Vocês foram essenciais para minha formação, sempre serei grata por toda ajuda.

Aos meus amigos de laboratório Daniel, Jarlan, Vitória, Ana Paula, Tattiane, Igor, Janderson, Juliano, Rai e Atarisses, por toda ajuda e momentos bons compartilhados.

Agradeço a todos que contribuíram diretamente e indiretamente para minha formação.

Mesmo desacreditado e ignorado por todos, não posso desistir, pois para mim, vencer é nunca desistir.

Albert Einstein

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de frutas e hortaliças do mundo. Porém, para produzir em larga escala sem comprometer a qualidade dos produtos, os custos são bastante elevados. Dessa forma, na tentativa de reduzir os custos de produção, são realizadas algumas práticas como a mistura de diversos produtos em tanques de aplicação de defensivos ou até mesmo no sistema de fertirrigação. Esta prática resulta em economia em números de aplicação, mão-de-obra e tempo necessários para a realização das tarefas diárias para os mais diversos setores agrícolas. No entanto, há potencial de interferência negativa nas respostas dos agentes de biocontrole, sob efeitos antagônicos aos produtos químicos/sintéticos. O trabalho teve como objetivo avaliar a compatibilidade entre fertilizantes e agentes de controle biológico, a fim de se evitar eficiência reduzida e/ou inativação dos ingredientes ativos e possíveis prejuízos à cultura e ao produtor. Foram realizados 2 ensaios independentes, um com *Trichoderma asperellum* URM 5911, e outro com *Bacillus subtilis* QST 713. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 5 repetições. Os ensaios foram repetidos. No experimento 1, os tratamentos foram T1 = *T. asperellum* URM 5911 (200g/L); T2 = *T. asperellum* URM 5911 (200g/L) + monofosfato diamônico (30g/L); T3 = *T. asperellum* URM 5911(200g/L) + ureia (30g/L); T4 = *T. asperellum* URM 5911 (200g/L) + superfosfato simples (30g/L). No Experimento 2, foram T1 = *B. subtilis* QST 713 (30mL/L); T2 = *B. subtilis* QST 713 (30mL/L) + monofosfato diamônico (30g/L); T3 = *B. subtilis* QST 713 (30mL/L) + ureia (30g/L); T4 = *B. subtilis* QST 713 (30mL/L) + superfosfato simples (30g/L). Ambos com ajustes para calda de 100 mL. Cada produto permaneceu em contato com o fertilizante durante 6 horas de acordo simulando com as condições de campo, em seguida, foi realizada a diluição seriada, inoculação e incubação específica para cada gênero de microrganismo trabalhado. A análise de variância (ANOVA, $p > 0,05$) mostraram que o T3 (*T. asperellum* URM 5911 + ureia) não apresentou diferença estatística do T1 (controle). O T2 (*T. asperellum* + monofosfato diamônico) não diferiu estatisticamente do T4 (*T. asperellum* + superfosfato simples), no entanto diferiram estatisticamente do T3 (*T. asperellum* + ureia) e do T1 (controle). No experimento 2, os tratamentos T2 (*B. subtilis* QST 713 + monofosfato diamônico), T3 (*B. subtilis* QST 713 + uréia) e T4 (*B. subtilis* QST 713 + superfosfato simples) não apresentaram diferença estatística entre si. O T3 mostrou-se compatível. No entanto, o T2 e T4 apresentaram redução no número de UFCs de *Trichoderma*. sendo assim, não se recomenda realizar a mistura do produto com os fertilizantes na mesma calda. A bactéria *B. subtilis* foi compatível com todos os fertilizantes testados, sendo recomendado realizar a mistura do produto com os fertilizantes na mesma calda.

Palavras-chave: Meloeiro, inativação, insumos agrícolas, controle biológico.

ABSTRACT

Brazil is one of the largest producers and exporters of fruit and vegetables in the world. However, in order to produce on a large scale without compromising product quality, costs are quite high. Therefore, in an attempt to reduce production costs, some practices are carried out, such as mixing different products in pesticide application tanks or even in the fertigation system. This practice results in savings in application numbers, labor and time needed to carry out daily tasks for a wide variety of agricultural sectors. However, there is potential for negative interference in the responses of biocontrol agents, under antagonistic effects to chemical/synthetic products. The aim of this work was to assess the compatibility between fertilizers and biological control agents in order to avoid reduced efficiency and/or inactivation of the active ingredients and possible damage to the crop and the producer. Two independent trials were carried out, one with *Trichoderma asperellum* URM 5911, and the other with *Bacillus subtilis* QST 713, in a completely randomized experimental design, with 8 treatments and 5 replications. The trials were repeated. In experiment 1, the treatments were T1 = *T. asperellum* URM 5911 (200g/L); T2 = *T. asperellum* URM 5911 (200g/L) + diammonium monophosphate (30g/L); T3 = *T. asperellum* URM 5911 (200g/L) + urea (30g/L); T4 = *T. asperellum* URM 5911 (200g/L) + simple superphosphate (30g/L). In Experiment 2, T1 = *B. subtilis* QST 713 (30mL/L); T2 = *B. subtilis* QST 713 (30mL/L) + diammonium monophosphate (30g/L); T3 = *B. subtilis* QST 713 (30mL/L) + urea (30g/L); T4 = *B. subtilis* QST 713 (30mL/L) + simple superphosphate (30g/L). Both adjusted to 100 mL. Each product remained in contact with the fertilizer for 6 hours, simulating field conditions, followed by serial dilution, inoculation, and specific incubation for each genus of microorganism worked on. The analysis of variance (ANOVA, $p > 0.05$) of the tests for *T. asperellum* URM 5911 showed that T3 (*T. asperellum* URM 5911 + urea) had an average number of Colony Forming Units (CFUs) of the fungus close to T1 (control), with no statistical difference between them. T2 (*T. asperellum* + diammonium monophosphate) did not differ statistically from T4 (*T. asperellum* + simple superphosphate), but they did differ statistically from T3 (*T. asperellum* + urea) and T1 (control). In experiment 2, treatments T2 (*B. subtilis* QST 713 + diammonium monophosphate), T3 (*B. subtilis* QST 713 + urea) and T4 (*B. subtilis* QST 713 + simple superphosphate) showed no statistical difference between them. T3 proved to be compatible. However, T2 and T4 showed a reduction in the number of *Trichoderma* CFUs, so it is not recommended to mix the product with fertilizers in the same mixture. The bacterium *B. subtilis* was compatible with all the fertilizers tested, and it is recommended to mix the product with the fertilizers in the same mixture.

Keywords: Meloeiro, inactivation, agricultural inputs, sensitivity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Aspectos Gerais do Melão	18
2.2 Manejo agrícola	20
2.2.1 Genero <i>Bacillus</i>	21
2.2.2 Gênero <i>Trichoderma</i>	21
2.2.3 Serenade	23
2.2.4 Quality WG	23
2.3 Insumos agrícolas	24
2.4 Associação de Insumos Agrícolas com produtos biológicos em tanques	25
2.5 Compatibilidade de Insumos Agrícolas	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Compatibilidade dos fertilizantes com <i>Trichoderma asperellum</i> URM 5911	29
3.2 Compatibilidade dos fertilizantes com <i>Bacillus subtilis</i> QST 713	31
3.3 Avaliações e análises estatísticas	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Compatibilidade dos fertilizantes com <i>Trichoderma asperellum</i> URM 5911	34
4.2 Compatibilidade de fertilizantes com <i>Bacillus subtilis</i> QST 713	37
5.CONCLUSÃO	40

1. INTRODUÇÃO

Devido à grande importância dos insumos para as plantas e à grande expressão econômica da cultura do melão no setor agrícola, torna-se importante a busca de métodos alternativos que possam viabilizar ao máximo a produção.

O uso constante de fertilizantes no cultivo do meloeiro tem permitido o manejo da nutrição através dos fertilizantes organominerais, melhorando as condições físico-químico e biológico do solo, elevando a produtividade e reduzindo riscos ambientais (SANTOS et al. 2020). Devido ao ciclo curto e rápido desenvolvimento, a cultura é altamente exigente em nutrientes, sendo fundamental à prática de adubação que disponibiliza quantidades exatas de nutrientes em todo seu ciclo (SOUSA et al., 2017).

No entanto, o cultivo dessa cucurbitaceae se caracteriza pelo monocultivo intensivo e contínuo, além de que a utilização de sementes híbridas, uso do “*mulching*” e falta de rotatividade de culturas tem contribuído severamente para o aumento da incidência e desenvolvimento de doenças (ARAÚJO et al., 2021).

Devido a isso, o manejo realizado atualmente inclui a associação de diferentes práticas agrícolas, principalmente com a utilização de agentes de controle biológico, como por exemplo, a associação de fungos antagonistas com fungicidas químicos/sintéticos, a fim de promover melhor eficiência no controle de fitopatógenos (PANDOLFO, 2007).

Dentro desse contexto, devido ao crescimento exponencial da agricultura, juntamente com a necessidade de produção em larga escala, pressiona para que o setor desenvolva e adote novos métodos e tecnologias eficientes no controle de agentes danosos ao cultivo agrícola, principalmente quando se fala em redução e otimização de custos, oriundos da aplicação de produtos fitossanitários (GANDOLFO, 2018).

Atualmente, os produtores realizam o processo de acrescentar diferentes insumos agrícolas em uma única calda para posterior aplicação, mostrando que essa prática pode apresentar diversas vantagens, como: elevar a eficiência do produto, otimizar/reduzir as quantidades aplicadas e os custos (LEITE, 2021).

Entretanto, a utilização de insumos agrícolas como: fertilizantes, reguladores de crescimento, hormônios sintéticos, inseticidas, acaricidas, fungicidas e herbicidas, podem gerar interação negativa entre os produtos, baseado na aplicação e organismo alvo, podendo haver interferência negativa nas respostas dos agentes de biocontrole (ROSSI-ZALAF et al., 2008),

além de que a mistura em tanque pode trazer resultados inesperados, como: efeitos sinérgicos, aditivos ou antagônicos, e consequentemente interferir na eficiência do produto (GAZZIERO, 2021). Sendo assim, é importante entender sobre a ferramenta que se trabalha, as prováveis combinações a serem realizadas, evitando-se problemas na cultura, solo, e no ser humano, evitando a incompatibilidade dos ingredientes ativos e formulações (PETTER et al., 2012).

No Brasil há poucos relatos na literatura a respeito de trabalhos relacionados à compatibilidade de agentes de controle biológico com insumos químicos. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a compatibilidade entre fertilizantes e agentes de controle biológico, a fim de se evitar eficiência reduzida e/ou inativação dos ingredientes ativos e possíveis prejuízos à cultura e ao produtor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 Manejo agrícola

A necessidade de adoção de técnicas alternativas associada a demanda do mercado internacional pela redução de resíduos químicos nas frutas exportadas (EUROPEAN COMMISSION, 2024) tem tornado o controle biológico uma opção favorável, e de menor custo, quando comparado os impactos ambientais, e os custos de remediação das consequências dos produtos sintéticos (PARRA, 2016). O controle biológico é caracterizado como um fenômeno natural, no qual atua em um processo de regulação de populações de organismos vivos (pragas, transmissores de doenças, vírus, bactérias e fungos) através do processo de inimigos naturais (FILHO & MACEDO, 2010), buscando o equilíbrio do meio através de especificidade de alvos, efeito biótico e degradativo (BELLE & FONTANA, 2018).

A adoção de tal manejo tem apresentado grande relevância e impacto tanto para o produtor, como para o meio ambiente e o consumidor, com isso o mercado de tais produtos formulados têm aumentado de forma exponencial nos últimos anos (MEYER et al., 2019).

Atualmente vários produtos à base de microrganismos estão no mercado, destacando produtos à base de fungos, bactérias, metabólitos de microrganismos, além de misturas de microrganismos. Sendo bastante utilizados tanto no manejo de patógenos habitantes do solo, quanto de parte aérea.

Em 2022, o país registrou 504 ingredientes ativos de agrotóxicos, sendo que 107 (21,2%) foram registros de origem biológica (microrganismos, semiquímicos, 22 feromônios, entre outros) (ANVISA, 2023). Dos ingredientes ativos à base de microrganismos, os dos gêneros *Bacillus* e *Trichoderma* estão presentes em diferentes formulações. Estes agentes de controle biológico são amplamente utilizados nas áreas produtoras de melão da região e têm apresentado elevada eficácia contra a maioria dos patógenos habitantes do solo.

2.2.1 Gênero *Bacillus*

O gênero compreende mais de 60 espécies que abrangem microrganismos com forma celular de bastonetes gram positivos, capazes de produzir estrutura de resistência comumente conhecidos como os endósporos, no qual são dotados de resistência a fatores físicos nocivos,

como temperatura elevada, radiação e desidratação (BERGEY & HOLT, 2000; TEJERA-HERNÁNDEZ et al., 2011).

Dentro da variedade que existe no gênero, espécies como *B. subtilis* caracterizam-se por produzir enzimas hidrofílicas extracelulares capazes de degradar polissacarídeos, além de produzirem metabólitos, sendo considerado como um agente de controle biológico, assim como promotora de crescimento de plantas (RAGAZZO-SÁNCHEZ et al., 2011). A promoção de crescimento originada pela bactéria é resultante do aumento da fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes, síntese de fitormônios e melhoria das condições do solo, assim como, os efeitos indiretos resultantes da modificação do ambiente, que consequentemente interferem no desenvolvimento dos fitopatógenos (RAGAZZO-SÁNCHEZ et al., 2011).

Classificada como rizobactéria, a espécie habita naturalmente o solo, possuindo alto desenvolvimento e colonização na região rizosférica da planta que está associada, atuando, consequentemente, no crescimento das plantas, além de produzirem antibióticos, enzimas e fitohormônios, beneficiando a cultura e promovendo o controle biológico de diversos fitopatógenos (KLOEPPER et al., 1999), por meio da ação antifúngica, através da produção e secreção de metabólitos promotores de alterações nas estruturas das células fúngicas (NASCIMENTO et al., 2016).

Estudos mostram que o gênero *Bacillus* possui atividade antagonista contra fitopatógenos, apresentando três principais mecanismos de controle: competição por substrato, produção de metabólitos inibitórios e indução de resistência sistêmica na planta (DORIGHELLO et al., 2020).

Além disso, a produção de antibióticos baseados em lipopeptídeos também faz parte dos mecanismos de ação, atuando como inibidores de alguns gêneros fitopatógenos, como: *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Septoria* e *Verticillium* (ONGENA & JACQUES, 2008). Atualmente, várias espécies de *Bacillus* vem sendo utilizadas tanto no controle de patógenos foliares como também habitantes do solo (BRAGA, 2021).

O controle biológico de fitopatógenos viabilizado pelas espécies de *Bacillus* é uma tecnologia dinâmica e inteligente, devido a variabilidade de aspectos biológicos para favorecimento das plantas e solo, quando comparados a outros agentes de biocontrole e o controle tradicional (PACIFICO, 2021), além das próprias características biológicas e fisiológicas inerentes do gênero para sobrevivência e sucesso de desenvolvimento no alvo de atuação, fator esse intrinsecamente ligado à capacidade de esporulação, permitindo a obtenção

de formulações comerciais com maior período de vida útil, destacando sua resistência à condições adversas (CAWOY et al., 2015).

Tal tecnologia vem sendo eficiente, atrativa e menos danosa ao meio ambiente, quando se fala na adoção de produtos químicos/sintéticos, se expressando de maneira sustentável com relação aos aspectos econômicos e ambientais (SHAFI et al., 2017).

2.2.2 Gênero *Trichoderma*

Fungo filamentosos pertencente ao filo Ascomycota, ordem Hypocreales e família Hypocreaceae, com forma sexual (teleomórfica) caracterizada pelo gênero *Hypocrea* e *Trichoderma* na fase assexual (anamórfica) (MYCOBANK, 2023). Reconhecido por sua atividade saprofítica (nutrição a partir da matéria orgânica presente no solo) e vida livre (habitantes de solo), normalmente localizados na região rizosférica das plantas (MEYER et al., 2019)

O gênero apresenta diferentes mecanismos de ação com relação aos fitopatógenos, incluindo a antibiose, competição, indução de resistência contra diferentes tipos de patógenos e micoparasitismo (ZHANG et al., 2018), além de apresentar estruturas de resistência, como: microescleródios e clamidósporos, classificadas pela difícil eliminação (MELO, 1998).

Devido a essas características o gênero *Trichoderma* têm expressado efeitos significativos nos rendimentos das culturas, contribuindo para o aumento de formulações comerciais com os microrganismos, tanto como bioinoculante, agente fitofortificante ou condicionador das plantas (WOO; PEPE, 2018).

Atualmente, devido à crescente demanda de produtos biológicos no manejo das culturas, muitos produtores utilizam produtos comerciais à base de *Trichoderma*, associado com insumos químicos (DALACOSTA, 2019). Essa associação pode resultar em um controle mais eficiente, quando comparado ao uso separadamente, podendo ocasionar efeitos aditivos ou sinérgicos (SRINIVAS; RAMAKRISHNAN, 2002). No entanto, essa junção pode se manifestar de maneira negativa, resultando na redução ou interferindo na eficiência do produto (DIAS NETO, 2014).

De acordo com (Kruschewsky (2019), ao estudar a compatibilidade de *Trichoderma asperellum* com insumos agrícolas, verificou que o fosfite de magnésio, fosfite de zinco, e o

óleo mineral reduziram significativamente o crescimento micelial de *T. asperellum* Tri-81, inibindo o desenvolvimento do microrganismo.

Alguns insumos químicos podem agir de forma compatível, sem interferir no crescimento, desenvolvimento, esporulação, e na produção de metabólitos do gênero *Trichoderma* (LOBO JUNIOR et al., 2009).

Embora alguns insumos agrícolas não apresentem efeitos sobre o desenvolvimento do microrganismo, é importante ressaltar que os estudos sobre compatibilidade, normalmente são utilizadas metodologias *in vitro* para realização dos testes, no entanto, em campo esse resultado pode se comportar de forma diferente, um dos fatores que podem contribuir são dispersão dos ingredientes ativos no solo e a estabilidade do agente biológico, como também fatores externos, como: pH, temperatura, salinidade e entre outros (DALACOSTA, 2019).

Entre os produtos à base de microrganismos do gênero *Bacillus* e *Trichoderma* mais utilizados na produção de melão, podemos citar, os seguintes: Quality® e Serenade®.

2.2.4 Serenade®

Produto comercial formulado em suspensão concentrada, no qual contém como ingrediente ativo a bactéria *Bacillus subtilis* QST713 (SERENADE®, 1,37% g/L i.a. [1×10^9 UFC/mL], contato, Bayer – Health for all, Hunger for none), caracterizado como bactericida e fungicida microbiológico por vias terrestres e aéreas (AGROFIT, 2024).

Biologicamente a espécie da linhagem QST713 possui múltiplos modos de ação, no qual os lipopeptídeos produzidos, derivados do metabolismo da bactéria, estão presentes naturalmente na formulação, atuando de forma direta, na membrana celular das estruturas reprodutivas do fungo (hifas e conidióforos), ocasionando deformações e rupturas, inviabilizando o fitopatógeno de causar futuros danos ao sistema radicular e/ou aéreo da planta. Além de atuar por meio da competição por espaço e nutrientes na superfície vegetal da planta, e no solo junto ao sistema radicular (rizosfera) (AGROFIT, 2024).

2.2.3 Quality WG®

Produto comercial formulado em granulado dispersível (WG - "*Water Dispersible Granules*"), no qual contém como ingrediente ativo o fungo filamentoso *Trichoderma*

asperellum isolado URM 5911 (QUALITY WG®, 28% g/L i.a. [1×10^{10} conídios viáveis/g], contato, LALLEMAND – Soluções Biológicas Ltda), caracterizado como fungicida microbiológico por via terrestre (AGROFIT, 2024).

Biologicamente a espécie URM 5911 atua no processo de micoparasitismo e liberação de metabólitos sobre as hifas do alvo biológico, de ocorrência natural no solo, eficaz no controle de fungos fitopatogênicos, incluindo *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Rhizoctonia solani*, em todas as culturas de ocorrência (AGROFIT, 2024).

2.3 Insumos agrícolas

Durante o cultivo agrícola, o processo de fornecimento de nutrientes ao sistema vegetal se dá através das matérias-primas (fertilizantes), no qual são produtos resultantes da mistura física e/ou conciliabilidade de fertilizantes orgânicos e minerais, modificando-se em suas formas químicas simples através de processos exógenos a raiz da planta, quer seja de cunho biótico ou abiótico, a fim de serem translocados pelo sistema xilemático exercendo o papel de elemento-chave na produção da seiva elaborada durante o processo metabólico (PORTUGAL et al., 2016).

O Decreto nº 4.954, de janeiro de 2004, descreve os fertilizantes como substâncias minerais ou orgânicas de origem natural, ou sintética, utilizado para fornecer um ou mais nutrientes ao solo, suprimindo as necessidades do mesmo, a fim de se aumentar a capacidade de produção de culturas agrícolas. Durante todas as fases de desenvolvimento da cultura, a mesma precisa de elementos que sejam essenciais ao crescimento e desenvolvimento, os quais são chamados de nutrientes (RODRIGUES, 2012).

Fosfato monoamônio (MAP), quimicamente nomeado como Dihidrogenofosfato de amônio, classificado como fertilizante mineral, é uma rica fonte de nitrogênio e fósforo com liberação rápida, no qual sua composição possui 9 % de nitrogênio na forma amoniacal e 48% de fósforo, com pH inicial que varia de 3,5 a 4,2. Já o Superfosfato Simples (SPS), é classificado como um fertilizante cujas fontes são: fósforo, cálcio e enxofre, contendo 16 % de fósforo na forma de P_2O_5 solúvel em água, 16 % de cálcio e 10 % de enxofre. A Ureia é considerada um dos fertilizantes mais utilizados nas mais diversas culturas no mundo pois possui rápida absorção, translocação e alto custo-benefício, com 45 % de nitrogênio na composição (AGROLINK, 2024).

2.4 Associação em tanques de Insumos Agrícolas com produtos biológicos

O processo de associação de insumos agrícolas em tanques de aplicação é realizado a muitas décadas, com a finalidade de reduzir custos de mãos de obra, tempo de maquinário e combustível, no qual está relacionado a recomendação de muitos fabricantes de produtos químicos/sintéticos, sendo altamente aceito por parte dos produtores, em que reduz o número de aplicações, e aumenta o espectro de ação (GAZZIERO, 2021).

A associação de insumos agrícolas em tanques de aplicação como a combinação de diferentes produtos químicos/sintéticos, biológicos, minerais e orgânicos em tanques previamente a aplicação, resumindo-se em reunir diferentes produtos fitossanitários e/ou adubos no tanque, e posteriormente diluí-los em água para aplicação, normalmente fundamentado na necessidade de adubação rotineira associado a um controle fitossanitário, segundo o cronograma agrônomo do plantio (GAZZIERO, 2021).

Devido às exigências nutricionais da cultura associada à necessidade de controle de doenças durante todo o ciclo, faz com que os produtores realizem algumas práticas como associação de produtos, através da mistura em tanques, com o objetivo de aumentar o espectro de ação, e reduzir o número e custos de aplicação e otimizar tempo.

Entretanto, a interação entre insumos agrícolas, pode resultar em efeitos aditivos e sinérgicos, no qual apresentam eficiência semelhante, ou melhor, quando comparados ao produto individual (QUEIROZ et al., 2008), porém, pode ocorrer em efeitos negativos e antagônicos, resultante da interferência de algum dos ingredientes ativos presentes na calda sobre os demais, alterando a eficiência, e consequentemente prejudicando a lavoura (NOGUEIRA & FIGUEIREDO, 2021).

Em teoria, ao se realizar o preparo de calda com insumos agrícolas juntamente aos biológicos, deve-se priorizar os que apresentam compatibilidade com os demais ingredientes ativos (MEYER et al., 2022). Evitando a incompatibilidade entre os produtos, culminando em prejuízos ao produtor.

De modo geral, os produtos de origem biológica estão cada vez mais estabelecidos, sendo necessário o conhecimento acerca da ferramenta que se trabalha, as prováveis combinações a serem realizadas, evitando-se problemas na cultura, solo, e no ser humano, quando relacionado a incompatibilidade dos ingredientes ativos e formulações (PETTER et al., 2012).

2.5 Compatibilidade de Insumos Agrícolas

O conhecimento relacionado a possíveis misturas de produtos fitossanitários, com diferentes classes e formulações, embora escasso, é indispensável, pois possibilita ao agricultor evitar baixa eficiência do ingrediente ativo e futuros danos à cultura (PETTER et al., 2012).

Ensaio de compatibilidade de insumos químicos/sintéticos com microrganismos, quando realizados *in vitro*, submetem os agentes de controle aos efeitos que podem sofrer quando consorciados com outros produtos na mesma calda (VEIGA, 2014), submetendo os microrganismos à ação máxima dos produtos, no entanto, esses testes podem diferir em relação às condições adversas de campo (KNAAC et al., 2009).

Kumar et al., (2017), ao estudar a compatibilidade de *Trichoderma asperellum* com fungicidas, inseticidas, fertilizantes inorgânicos e biopesticidas, relatou que *Trichoderma* foi compatível com os fertilizantes testados (muriato de potássio, uréia e fosfato), e concluiu que de todos os insumos avaliados, os fertilizantes são os que menos inibem os microrganismos.

Um resultado semelhante foi relatado por (KUMHAR et al., 2017), os fertilizantes muriato de potássio e ureia se mostraram compatíveis com *Trichoderma harzianum*.

No entanto, a associação de *Trichoderma* com insumos químicos, pode resultar na incompatibilidade, influenciando na eficiência dos produtos, além de acarretar riscos ambientais (VALE et al., 2019). Podendo mesclar ingredientes ativos resultando em propriedades químicas ou físicas insatisfatórias, comprometendo a aplicação e a eficácia dos mesmos (GAZZIERO, 2021).

Vijayakumar e Karthika (2019), ao adicionar Ureia na dose 30 (g/L) ao meio de cultura na presença de *T. harzianum*, perceberam que o fertilizante inibiu 53,3% do crescimento micelial do fungo.

De modo geral, é inviável estimar a eficácia de cada componente, em virtude das diferentes interações entre os diferentes ingredientes ativos e inertes que pode influenciar tanto no aumento quanto no efeito antagônico do produto, podendo resultar na não recomendação da mistura dos produtos em calda, para aplicação conjunta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia localizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Mossoró/RN, onde foram realizados testes *in vitro* de compatibilidade da mistura entre fertilizantes e produtos biológicos à base de bactérias e fungos, de acordo com a metodologia descrita por Vijayakumar e Karthika (2019), com modificações.

Foram realizados 2 ensaios independentes, um com *Trichoderma asperellum* URM 5911, e outro com *Bacillus subtilis* QST 713, em delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído de dois experimentos, cada experimento com 4 tratamentos e 5 repetições. Os ensaios foram repetidos. Os tratamentos estão descritos nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Tratamentos com produto à base de *Trichoderma asperellum* URM 5911 utilizados no teste de compatibilidade.

TRATAMENTOS	PRODUTOS	INGREDIENTES ATIVOS	DOSES
T1	Quality®	<i>T. asperellum</i> URM 5911	200 g/L
T2	Quality® + Monofosfato Diamônico	<i>T. asperellum</i> URM 5911 + Monofosfato Diamônico	200 g/L + 30g
T3	Quality® + Ureia	<i>T. asperellum</i> URM 5911 + Ureia	200 g/L + 30g
T4	Quality® + Superfosfato Simples	<i>T. asperellum</i> URM 5911 + Superfosfato Simples	200 g/L + 30g

Tabela 2. Tratamentos com produto à base de *Bacillus subtilis* QST 713 Serenade® utilizados no teste de compatibilidade.

TRATAMENTOS	PRODUTOS	INGREDIENTES ATIVOS	DOSES
T1	Serenade®	<i>B. subtilis</i> QST 713	30 mL//L
T2	Serenade® + Monofosfato Diamônico	<i>B. subtilis</i> QST 713 + Monofosfato Diamônico	30 mL/L + 30g
T3	Serenade® + Ureia	<i>B. subtilis</i> QST 713 + Ureia	30 mL/L + 30g
T4	Serenade® + Superfosfato Simples	<i>B. subtilis</i> QST 713 + Superfosfato Simples	30 mL/L + 30g

3.1 Compatibilidade dos fertilizantes com *Trichoderma asperellum* URM 5911

A compatibilidade foi realizada com o produto biológico Quality® [(*T. asperellum* URM 5911, 28% g/L, Lallemand Plant Care) confrontado com três fertilizantes organominerais: Monofosfato Diamônico (MAP, [9% N₂ g/L, 9% N – NH₄⁺, 48% P₂O₅ i.a.], EuroChen – South América), Ureia (Ureia Granulada, [45% N, 45% NH₂-N i.a.], EuroChen – South América) e Superfosfato Simples (Superfosfato Simples, [18% P₂O₅, 10% SO₄⁴⁻, 16% Ca²⁺ i.a.], EuroChen – South América) (Tabela 1), em dose única para todos os fertilizantes, baseado no trabalho de Vijayakamur e Karthika (2019), a dosagem utilizada para os produtos biológicos, foi estabelecida de acordo com a recomendação de bula, com ajustes para calda de 100 mL.

Inicialmente foi realizada a pesagem dos fertilizantes em balança de precisão, e submetidos à luz ultravioleta durante um período de 24 horas, para evitar possíveis contaminações. Os fertilizantes foram adicionados aos Erlenmeyer contendo 100 ml de água esterilizada e autoclavada, seguido do produto biológico para preparação da calda (Figura 1). O produto permaneceu em contato com o fertilizante durante 6 horas, tempo relatado pelos produtores da região, no qual, normalmente, os produtos podem permanecer em contato previamente à aplicação, caso haja algum problema no momento da aplicação (Figura 1).

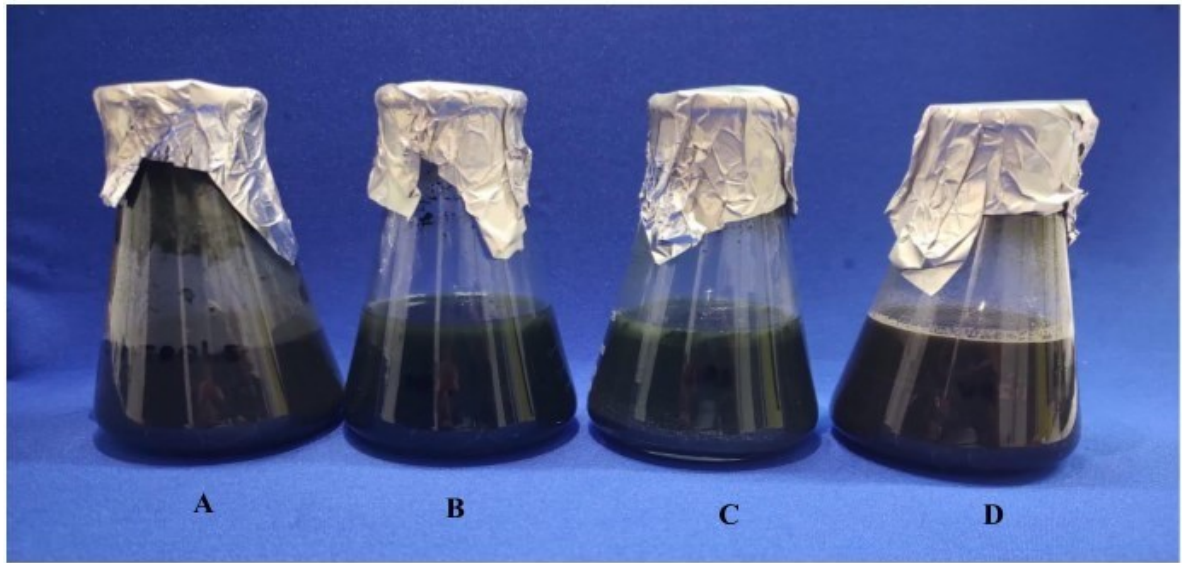


Figura 1. Misturas de fertilizantes associados com produto Quality® após 6 horas de contato antes do plaqueamento em meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA). A = *T. asperellum* URM 5911 (T1); B = *T. asperellum* URM 5911 + monofosfato diamônico (T2); C = *T. asperellum* URM 5911 + ureia (T3); D = *T. asperellum* URM 5911 + superfosfato simples (T4). Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

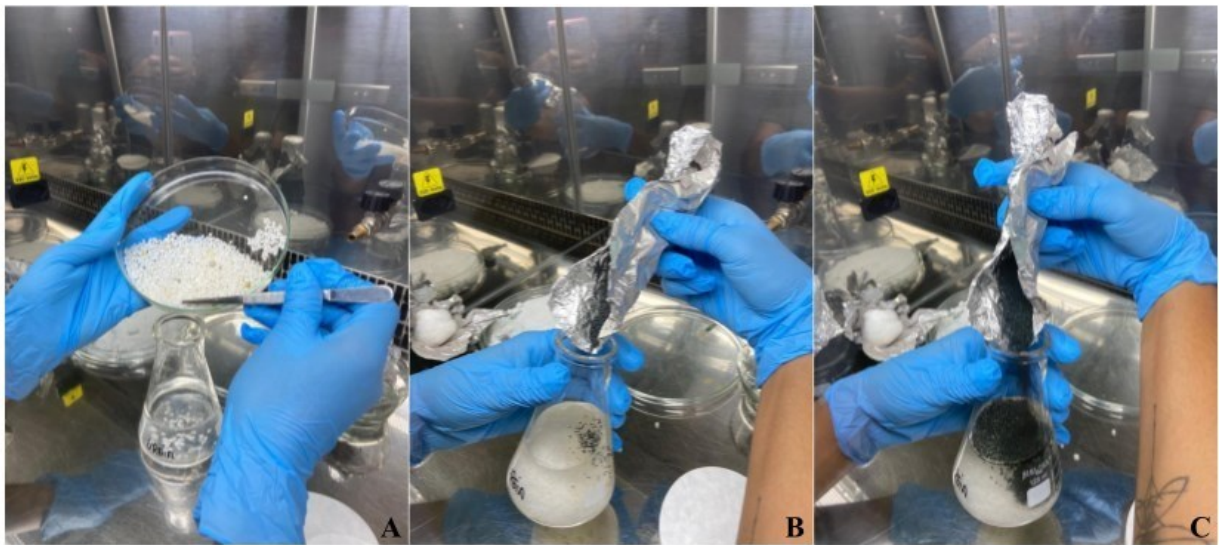


Figura 2. Sequência da preparação de caldas agrícolas com fertilizantes e produtos biológicos. A = Adição do fertilizante monofosfato diamônico; B = Adição do produto biológico Quality®; C = Homogeneização do produto biológico na calda juntamente com o fertilizante. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após o período de contato entre os fertilizantes e o microrganismo (6 horas), com auxílio de um Phmetro digital realizou-se a medição do pH das caldas de todos os tratamentos.

Para a realização do teste de compatibilidade, foi preparado meio BDA, adicionados de Triton (0,25 mL/L) + Tetraciclina (0,05 g/L), e vertidos em placas de Petri. Após o período de contato (Figura 1) e preparo de materiais, iniciou-se o teste.

Para os tratamentos com o produto à base de *Trichoderma asperellum* URM 5911 foram realizadas diluições até 10^{10} , devido a concentração de conídios viáveis/g do produto comercial. Retirou-se alíquotas de 1000 µL de cada mistura, seguido de diluição seriada em tubos de ensaio contendo água destilada e autoclavada. Em seguida, alíquotas de 100 µL das amostras foram adicionadas em placas de Petri contendo meio de cultura BDA e espalhadas na superfície do meio, com auxílio de alça de Drigalski. As placas foram mantidas em estufa do tipo Demanda Bioquímica de oxigênio (B.O.D.), a 28 ± 2 °C, por 7 dias, em fotoperíodo 12:12 (escuro:luz).

3.2 Compatibilidade dos fertilizantes com *Bacillus subtilis* QST 713

O teste foi executado com o produto biológico Serenade® [(*Bacillus subtilis* QST 713, 13,7% g/L, Bayer – Health for all, Hunger for none)] (Tabela 2), confrontados com três fertilizantes organominerais: monofosfato diamônico (MAP, [9% N₂ g/L, 9% N – NH₄⁺, 48% P₂O₅ i.a.], EuroChen – South América), ureia (Ureia Granulada, [45% N, 45% NH₂-N i.a.], EuroChen – South América) e superfosfato simples (Superfosfato Simples, [18% P₂O₅, 10% SO₄⁴⁻, 16% Ca²⁺ i.a.], EuroChen – South América) (Tabela 2), em dose única dos fertilizantes e produto biológico, segundo recomendação de bula, com ajustes para calda de 100 mL.

Realizou-se a pesagem dos fertilizantes em balança de precisão, em seguida foram submetidos à luz ultravioleta durante um período de 24 horas. Os fertilizantes foram adicionados aos frascos contendo água, seguido do produto biológico para preparação da calda (Figura 4). O produto permaneceu em contato com o fertilizante durante 6 horas, tempo relatado pelos produtores da região, no qual, normalmente podem permanecer em contato previamente a aplicação caso haja algum problema no momento da aplicação (Figura 3).

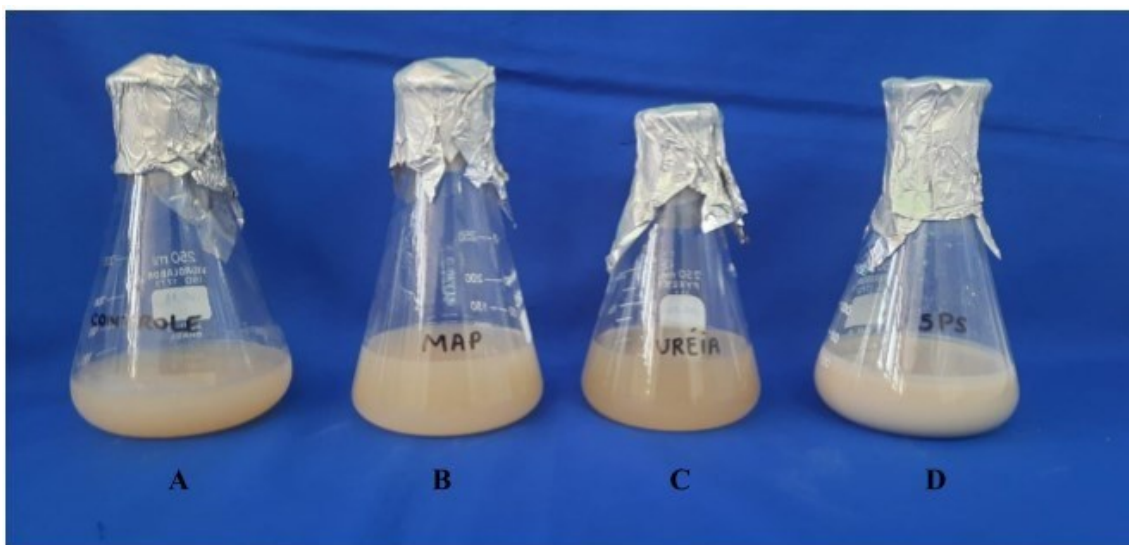


Figura 3. Misturas de fertilizantes associados à bactéria *Bacillus subtilis* QST 713 após 6 horas de contato antes do plaqueamento em meio de cultura Nutriente Ágar (NA). A = *B. subtilis* QST 713 (T1); B = *B. subtilis* QST 713 + monofosfato diamônico (T2); C = *B. subtilis* QST 713 + ureia (T3); D = *B. subtilis* QST 713 + superfosfato simples (T4). Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para os tratamentos com a bactéria *B. subtilis* QST 713 foram realizadas diluições até 10^9 , justificando o número de UFC/mL do ativo do produto comercial. Retirou-se alíquotas de 1000 μL de cada mistura, seguido de diluição seriada em tubos de ensaio contendo água destilada e autoclavada. Em seguida, alíquotas de 100 μL das amostras foram adicionadas em placas de Petri contendo NA e espalhadas em superfície com auxílio de alça de Drigalski, e incubadas em estufa do tipo B.O.D. a $28 \pm 2^\circ\text{C}$, por 2 dias em fotoperíodo 12:12 (escuro:luz).

3.3 Avaliações e análises estatísticas

Após período de incubação dos microrganismos (*Trichoderma* e *Bacillus*) foi realizado a contagem das Unidades Formadoras de Colônias por mililitro (UFC/mL) (Figura 5), baseado no cálculo previamente estabelecido:

$$\text{Média de colônias na diluição} \times \text{Fator de diluição} \times \text{Volume do inóculo}$$

Uma análise preliminar de variância (ANOVA) foi realizada para determinar se havia diferenças significativas entre os ensaios do mesmo microrganismo e se eles seriam compatíveis. Em seguida, foi realizado o teste de comparação de médias de Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$) utilizando o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

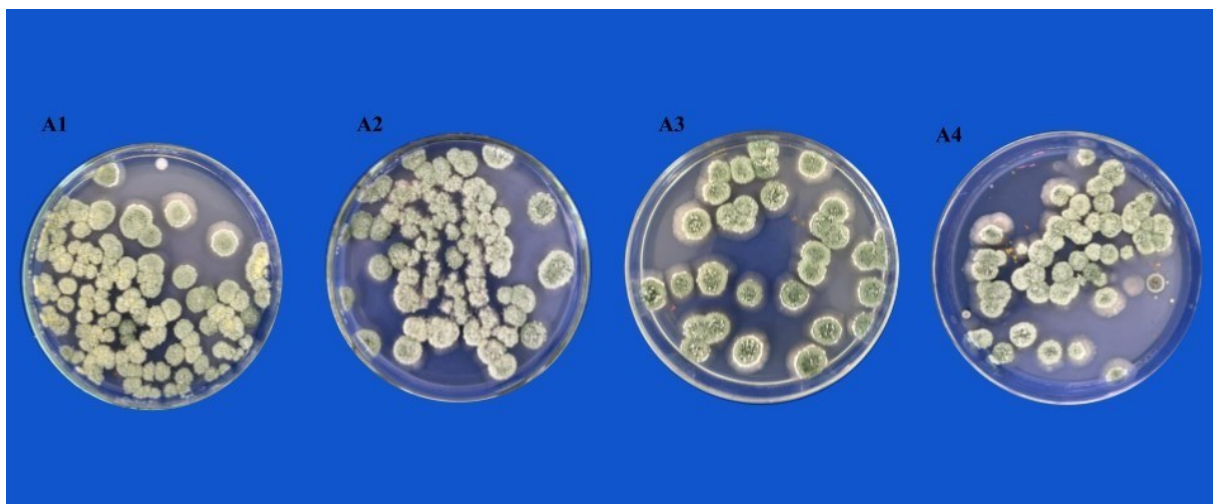


Figura 4. Placas representativas dos plaqueamentos das caldas de fertilizantes associadas a *T. asperellum*. A1 = *T. asperellum* URM 5911 (T1); A2 = *T. asperellum* URM 5911 + monofosfato diamônico (T2); A3 = *T. asperellum* URM 5911 + ureia (T3); A4 = *T. asperellum* URM 5911 + superfosfato simples (T4); Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

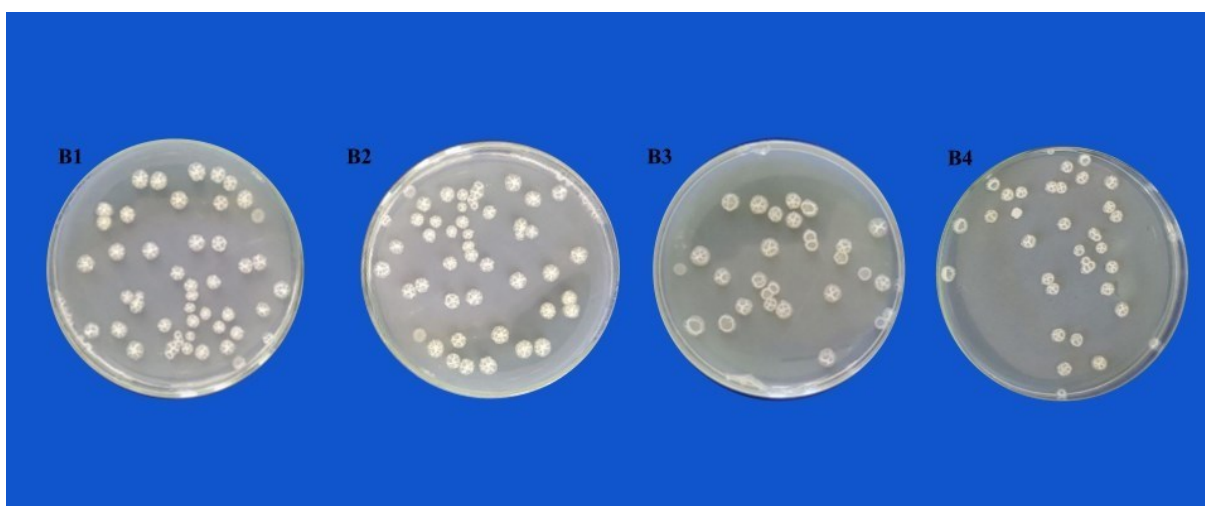


Figura 5. Placas representativas dos plaqueamentos das caldas de fertilizantes associadas a *B. subtilis*. B1 = *B. subtilis* QST 713 (T1); B2 = *B. subtilis* QST 713 + monofosfato diamônico (T2); B3 = *B. subtilis* QST 713 + ureia (T3); B4 = *B. subtilis* QST 713 + superfosfato simples (T4). Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Compatibilidade dos fertilizantes com *Trichoderma asperellum* URM 5911

A análise de variância (ANOVA, $p > 0,05$, mostrou que o T3 (*T. asperellum* + ureia) apresentou média de Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) do fungo, próxima ao T1 (controle), não havendo diferença estatística entre si (Tabela 3). Os tratamentos T2 (*T. asperellum* + monofosfato diamônico) e T4 (*T. asperellum* + superfosfato simples) não apresentaram diferenças estatísticas entre si, no entanto, diferiram estatisticamente dos tratamentos T1 (controle) e T3 (*T. asperellum* + ureia) (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de Unidades Formadoras de Colônias por mililitro (UFC/mL) de *T. asperellum* URM 5911 e respectivos valores de pHs das caldas nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Ensaio 01	Ensaio 02	pHs
T1- <i>T. asperellum</i> URM 5911	6,86 x 10 ⁸ a	6,52 x 10 ⁸ a	5,70
T2- <i>T. asperellum</i> URM 5911 + Monofosfato Diamônico	4,92 x 10 ⁸ b	4,92 x 10 ⁸ b	3,86
T3- <i>T. asperellum</i> URM 5911 + Ureia	6,20 x 10 ⁸ a	5,96 x 10 ⁸ a	8,38
T4- <i>T. asperellum</i> URM 5911 + Superfosfato Simples	4,16 x 10 ⁸ b	4,46 x 10 ⁸ b	2,98

Valores seguidos de letras diferentes nas colunas apresentam diferença estatística entre si. Os dados são valores médios de cinco repetições por tratamento. Valores significativos a 5% pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

O pH das misturas apresentou-se diferente em todos os tratamentos em relação ao controle, podendo ser justificado devido ao alto índice de acidez dos fertilizantes (monofosfato diamônico e superfosfato simples), influenciando no desenvolvimento das colônias, havendo relação entre a diminuição do pH com a respectiva quantificação de colônias em UFC/mL (Tabela 3). Dois dos fertilizantes (monofosfato diamônico e superfosfato simples) testados

reduziram o pH da calda, enquanto um, a ureia, aumentou o pH em relação ao tratamento controle.

Segundo Lucon et al. (2014), as linhagens de *Trichoderma* presentes em produtos comerciais utilizados no Brasil, apresentam crescimento ideal em pH que varia de (4,5-5,5). Os tratamentos T2 (*T. asperellum* URM 5911 + monofosfato diamônico) e T4 (*T. asperellum* + superfosfato simples), apresentaram valores de pH menores que 4,0 (Tabela 3), estando associado aos menores números de UFCs, uma hipótese para isso é que, devido a presença de fosfato nos fertilizantes utilizados ocorreu acidificação extrema do meio, influenciando diretamente no crescimento do fungo.

Um resultado semelhante foi obtido por Kruschewsky (2019), onde mostrou que o aumento das doses de alguns produtos utilizados em manejos agrícolas, como o fosfito de magnésio e fosfito de zinco, proporcionou redução no crescimento micelial *in vitro* de *T. asperellum* Tri-81, quando comparado ao controle. O que se pode observar é a semelhança de ambos os trabalhos, onde os tratamentos que apresentavam fosfato na formulação, foram os que apresentaram maior efeito negativo no crescimento do fungo, representado pela diminuição no número de UFCs do fungo, como observado nos tratamentos T2 (*T. asperellum* URM 5911 + monofosfato diamônico), e T4 (*T. asperellum* + superfosfato simples), que apresentaram as menores médias quando comparados aos demais tratamentos.

Shylaja e Rao (2012) ao estudarem a afinidade do *T. harzianum* com o fertilizante SPS (Superfosfato Simples), verificaram incompatibilidade do microrganismo com todas as concentrações testadas do fertilizante, onde na menor concentração (100 ppm) houve inibição de cerca de 8,83 % do desenvolvimento micelial do fungo, e a maior dose 2000 ppm, provocou uma inibição de 13 % em comparação ao controle.

Vijayakumar e Karthika (2019), ao estudarem a tolerância de *T. harzianum* a fosfato diamônico, verificaram que a maior dose (30 g/L) testada, do fertilizante, apresentou inibição de 53,3% do crescimento da *Trichoderma* sp., reduzindo significativamente o peso seco do micélio ao adicionar os fertilizantes ao meio de cultura. Embora os parâmetros de avaliação do trabalho citado tenham sido diferentes, em ambas as pesquisas, o fertilizante influenciou negativamente, tanto inibindo o crescimento micelial do fungo como diminuindo o número de UFCs.

Em estudo, Shylaja e Rao (2012), avaliaram a compatibilidade *in vitro* de *Trichoderma harzianum* com fertilizantes inorgânicos, e observaram que na presença de ureia não houve impacto negativo no crescimento das colônias fúngicas, além disso, à medida que se aumentava

a concentração do fertilizante no meio, aumentava o diâmetro das colônias, e quando comparado a testemunha (90 mm de diâmetro) o tratamento onde foi utilizado a maior dose (2000 ppm) apresentou 100 mm de crescimento, ultrapassando o desenvolvimento da testemunha (100 mm), com aumento de 11,1%. No presente estudo, observou-se que no tratamento T3 (*T. asperellum* + ureia) a ureia aumentou o pH da calda, e isso favoreceu o aumento do número das UFCs de *T. asperellum*.

Embora essa faixa de pH (8,38) apresente uma condição abiótica alcalina desfavorável ao desenvolvimento do fungo. Segundo Bettiol et al. (2019), os fungos filamentosos possuem melhor desenvolvimento em pH levemente ácido, variando de 5,0 a 6,0. O presente estudo mostrou que na presença de pH alcalino (8,38), o *T. asperellum* apresentou maior média de UFCs, ou seja, essa faixa de pH não teve influência negativa sobre o microrganismo.

Dentro do gênero, a espécie *T. asperellum* é constantemente reportada por possuir um alto grau de adaptabilidade biológica em frente a adversidades, bióticas e abióticas, desenvolvendo-se bem em uma ampla gama de solos (arenosos e argilosos), além de faixas diversas de temperatura (10° a 35°C) e pH (5,0 a 9,0) (BETTIOL et al., 2019) no qual devido a tais variações e disponibilidade de fontes de nitrogênio, o ambiente se torna favorável ao abundante desenvolvimento vegetativo do gênero, estando diretamente ligado a taxa de crescimento, esporulação e dominância (espécie e genética (cepa)) do fungo utilizado (MARCÍAS-RODRÍGUEZ et al., 2020). O que justifica o resultado do T3 (*T. asperellum* + ureia), ao adicionar ureia ao meio, ocorreu aumento na faixa de pH (8,38), tornando o meio alcalino, e conseqüentemente, favorecendo o crescimento das colônias, quando comparado aos tratamentos T2 (*T. asperellum* + monofosfato diamônico) e T4 (*T. asperellum* + superfosfato simples), que apresentaram valores menores que 4,0.

Embora o pH da calda esteja alcalino (8,38), de acordo com os autores ele se encontra entre a faixa de pH ideal (5,0 a 9,0) para crescimento do microrganismo.

Cabral-Miramontes et al. (2022), relataram um trabalho com resultado similar, estes autores observaram que as cepas de *T. harzianum* T35 e T9_UANL demonstraram capacidade de alterar o pH do meio, deixando-o próximo a neutralidade, ou seja, os efeitos da alcalinidade podem não influenciar negativamente sobre o desenvolvimento micelial, sendo que a cepa T9_UANL apresentou maior produção de biomassa sob condições alcalinas. No mesmo estudo, os autores justificam que o crescimento em pH alcalino é uma adaptação endógena do fungo, sendo inerente a sua fisiologia.

No entanto, é necessário que sejam realizados testes em campo, que possam ratificar a confiabilidade dessa interação. Em condição de campo diversos fatores, bióticos e abióticos, podem influenciar, tanto negativa como positivamente, na compatibilidade entre *T. asperellum* URM 5911 e fertilizantes organominerais.

4.2 Compatibilidade de fertilizantes com *Bacillus subtilis* QST 713

A análise de variância (ANOVA, $p > 0,05$) mostrou que não houve diferença estatística entre *B. subtilis* QST 713 e as doses de fertilizantes utilizadas. Após a quantificação das UFCs, pôde-se observar que, em ambos os experimentos, as médias obtidas dos tratamentos T2 (*B. subtilis* QST 713 + Monofosfato Diamônico), T3 (*B. subtilis* QST 713 + Uréia) e T4 (*B. subtilis* QST 713 + Superfosfato simples) foram próximas às do T1 (Controle), não havendo diferença entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Médias de Unidades Formadoras de Colônias por mililitro (UFC/mL) de *B. subtilis* QST 713 e respectivos valores de pHs das caldas nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Ensaio 01	Ensaio 02	pHs
T1- <i>B. subtilis</i> QST 713	4,50 x 10 ⁷ a	5,46 x 10 ⁷ a	5,77
T2- <i>B. subtilis</i> QST 713 + Monofosfato Diamônico	5,30 x 10 ⁷ a	3,68 x 10 ⁷ a	4,04
T3- <i>B. subtilis</i> QST 713 + Uréia	4,18 x 10 ⁷ a	4,56 x 10 ⁷ a	5,82
T4- <i>B. subtilis</i> QST 713 + Superfosfato simples	4,24 x 10 ⁷ a	3,52 x 10 ⁷ a	2,60

* Valores seguidos da mesma letra nas colunas não apresentam diferença estatística entre si. Os dados são valores médios com cinco repetições por tratamento. Valores significativos a 5% pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

Em relação ao pH (Tabela 4), foi evidenciado que foi alterado em todos os tratamentos. Os tratamentos T1 (*B. subtilis* QST 713) (5,77) e T3 (*B. subtilis* QST 713 + Ureia) (5,82) apresentaram valores de pHs maiores quando comparado ao T4 (*B. subtilis* QST 713 + Superfosfato simples) (2,60).

Segundo Tortora (2007), cada microrganismo possui uma faixa de pH ótimo para seu crescimento e desenvolvimento, a maior parte das bactérias não conseguem se desenvolver em

pH inferiores a 4,5 a 5,0. No entanto, o pH da calda não interferiu no crescimento da bactéria, mesmo sobre condição de pHs inferiores, menores que 4,0 (tabela 4). A bactéria *B. subtilis* associada aos fertilizantes (monofosfato diamônico, ureia e superfosfato simples) apresentou crescimento de UFCs próximas ao controle (*B. subtilis* QST 713), não havendo diferença estatística entre os tratamentos.

Sanchez Esparza (2016), em sua pesquisa, mostrou que, em pH inferior a 5,0 (4,5, 4,0 e 3,0) a cepa de *Bacillus* sp. BUZ-14 apresentou sobrevivência e viabilidade celular, no entanto o efeito inibitório foi significativo sobre a sobrevivência, com diminuição de aproximadamente 3 unidades logarítmicas (1×10^3 UFC/mL). No presente trabalho, não foi observado efeito negativo quanto ao desenvolvimento das colônias bacterianas decorrentes da variação de pH. De acordo com um guia técnico emitido pela Bayer®, fabricante do produto Serenade®, o *B. subtilis* se mantém estável e eficiente em variação de pH (4,5-8,5), ou seja, mesmo em faixa de pH ácida, a bactéria conseguiu se desenvolver, justificando os resultados dos tratamentos.

Um estudo realizado por Kabir et al. (2017), ao avaliaram o efeito do pH no crescimento de colônias de *Bacillus* spp., no qual nas quatro condições de pH testadas (8,2; 7,2; 6,2 e 5,2), mostraram que os isolados não apresentaram diferença estatística entre si. Havendo semelhança com o presente estudo, mostrando que não houve diferença significativa entre os tratamentos, mesmo o T4 (*B. subtilis* QST 713 + superfosfato simples) com menor pH (2,60), sendo considerado por alguns autores desfavorável para o desenvolvimento de bactérias, a acidificação não influenciou no número de UFCs, portanto, não havendo diferença estatística dos demais tratamentos.

Uma hipótese baseada na alteração do pH no presente estudo, é que devido ao gênero *Bacillus* ser altamente eficiente no processo de solubilização e ionização dos nutrientes, a bactéria alterou o pH do meio, facilitando a solubilização do nutriente. Ou seja, através da fosfatase ácida, a bactéria produz ácidos orgânicos e inorgânicos, reduzindo o pH para que o fosfato esteja disponível para as plantas (NAUTIYAL, 1999; VASQUEZ et al., 2000; VASSILEV & VASSILEVA, 2003; SOBRAL, 2003). O que justifica o comportamento da cepa de *B. subtilis* na presença dos fertilizantes, mostrando que a alteração do pH não teve influência sobre o desenvolvimento da bactéria.

Grauvy et al. (2021), em estudo, avaliaram as alterações do ambiente impostas ao *B. subtilis*, no qual apresentou um perfil dinâmico e cinético de desenvolvimento relacionado ao pH do meio em que *B. subtilis* está contido (25°C, pH 7,0), no qual em meio a alterações ambientais (37°C, pH 5,0), as células em seu estado vegetativo são induzidas a entrar em

processo de preservação, conhecido como esporulação, a fim de se adaptarem e manterem-se em um novo ambiente favorável.

De acordo com Dalacosta et al. (2019), o tipo de formulação pode influenciar na compatibilidade, de acordo com os autores, os bioinsumos são classificados como Concentrado Emulsionável (CE), e mantém os esporos estáveis na solução, e consequentemente ocorre maior hidratação, permitindo a entrada do ingrediente ativo rapidamente. O produto comercial Serenade® possui uma formulação baseada em Suspensão Concentrada (SC), influenciando diretamente, de maneira positiva, na manutenção do ingrediente ativo (células vegetativas e endósporos de *B. subtilis*) conferindo estabilidade e viabilidade a nível celular para o manejo agrícola.

Baseado nisso, os resultados alcançados nos ensaios de compatibilidade de *B. subtilis* QST 713, com fertilizantes foram positivos, apresentando compatibilidade. Com isso, o produto cujo ingrediente ativo é a bactéria *B. subtilis* linhagem QST 713, pode ser adicionado à mistura de tanque juntamente com os fertilizantes testados.

No entanto, é importante que sejam realizados testes em campo que possam ratificar a compatibilidade visualizada em condição *in vitro*. Nas condições de campo existem fatores, bióticos e abióticos, que podem influenciar, tanto negativa, como positivamente a compatibilidade.

5. CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho mostraram que o *Trichoderma asperellum* foi compatível com o fertilizante ureia (T3). O T2 (*T. asperellum* + monofosfato diamônico) e T4 (*T. asperellum* + superfosfato simples) apresentaram redução no número de UFCs de *Trichoderma*. Devido à maior sensibilidade que o *T. asperellum* apresentou, quando em associação com os fertilizantes (monofosfato diamônico e superfosfato simples), não se recomenda realizar a mistura do produto com os fertilizantes na mesma calda.

A bactéria *B. subtilis* QST 713 mostrou-se compatível com todos os fertilizantes testados (monofosfato diamônico, uréia e superfosfato simples), sendo recomendado realizar a mistura do produto com os fertilizantes na mesma calda.

REFERÊNCIAS

AGROFIT: **Sistema de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 29 fev. 2024.

AGROLINK. **Adubo - Fosfato monoamônio (MAP) e fosfato diamônico (DAP).** Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/adubo---monoamonio-fosfato--map-_464782.html>. Acesso em: 19 jan. 2024.

AGROFIT: **Sistema de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 29 fev. 2024.

AGROLINK. **Adubo - Fosfato monoamônio (MAP) e fosfato diamônico (DAP).** Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/adubo---monoamonio-fosfato--map-_464782.html>. Acesso em: 19 jan. 2024.

ARAÚJO, M. B. M.; MOREIRA, G. M.; NASCIMENTO, L. V.; NOGUEIRA, G. A.; NASCIMENTO, S. R. C.; PFENNING, L. H.; AMBRÓSIO, M. M. Q. *Fusarium* rot of melon is caused by several *Fusarium* species. **Plant Pathology**, v. 70, n. 3, p. 712–721, 2021.

BAYER. **Serenade-guia técnico.** Disponível em: <<http://pontualagronegocios.com.br/media/pdf/Serenade-Guia-Tecnico.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2024.

BELLE, R. B.; FONTANA, D. C. **Patógenos de solo: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 15, n. 28, p. 779, 2018.

BERGEY, D. H.; JOHN G. H. **Bergey's manual of determinative bacteriology.** 9. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

BETTIOL, W.; PINTO, Z. V.; SILVA, J. C.; FORNER, C.; FARIA, M. R.; PACÍFICO, M. G.; COSTA, L. S. A. S. Produtos comerciais à base de *Trichoderma*. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da (Ed.). ***Trichoderma: uso na agricultura***. Brasília, DF: Embrapa. pt. 1. cap. 2., p. 45 – 160, 2019.

BRAGA, A. F. **Interação de *Trichoderma asperellum* e *Bacillus* spp. utilizados no controle biológico de doenças na soja**. 2021. 36 f. (Dissertação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2021.

BRASIL. **Decreto N° 4.954, De 14 de Janeiro de 2004**. Institui a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 14 jan. 2004.

CABRAL-MIRAMONTES, J. P.; OLMEDO-MONFIL, V.; LARA-BANDA, M.; ZÚNIGA-ROMO, E. R.; ARÉCHIGA-CARVAJAL, E. T. Promotion of Plant Growth in Arid Zones by Selected *Trichoderma* spp. Strains with Adaptation Plasticity to Alkaline pH. **Biology**, v. 11, n. 1206, 2022.

CAWOY, H.; DEBOIS, D.; FRANZIL, L.; PAUW, E.; THONART, P.; ONGENA, M. Lipopeptides as main ingredients for inhibition of fungal phytopathogens by *Bacillus subtilis amyloliquefaciens*. **Microbial Biotechnology**, v. 8, n. 2, p. 281–295, 2015.

DALACOSTA, N. L.; FURLAN, S. H.; MAZARO, S. M. **Compatibilidade de produtos à base de *Trichoderma* com fungicidas utilizados no tratamento de sementes**. In: MEYER, M.C. MAZARO, S.M., SILVA, J.C. da. (Eds). *Trichoderma: uso na agricultura*. Brasília, DF: Embrapa, p. 323-338, 2019.

DIAS NETO, J. A. **Associação e compatibilidade de produtos químicos e os fungos *Trichoderma harzianum* e *Paecilomyces lilacinus* no manejo de fitonematoides na cultura da soja**. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2014.

DORIGHELLO, D. V.; FORNER, C.; CAMPOS, R. M. V. B.; BETTIOL, W. Management of Asian soybean rust with *Bacillus subtilis* in sequential and alternating fungicide applications. **Australasian Plant Pathology**, v. 49, p. 79-86, 2020.

EUROPEAN COMMISSION. **EU Pesticides Database**. 2024. Acesso em:<https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en> em jun.de 2024.

FILHO, E. B.; MACEDO, L. P. M. **Fundamentos de Controle Biológico de Insetos-Praga**. Natal, IFRN Editora, 108p., 2010.

GANDOLFO, M. A.; GANDOLFO, U. D. Limpeza e Sofisticação. **Revista Cultivar Máquinas**, s./v., n.188, p.37-39, 2018.

GAZZIERO, D. L. P.; OLIVEIRA, R. B.; OVEJERO, R. F. L.; BARBOSA, H. N.; PRECIPITO, L. M. B. **Manual técnico para subsidiar a mistura em tanque de agrotóxicos e afins**; Londrina: [s. n.], p. 1-24, 2021.

GRAUVY, E.; MATHOT, A-G.; COUVERT, O.; LEGUERINEL, I.; CAROLLER, L. Effects of temperature, pH and water activity on the growth and the sporulation abilities of *Bacillus subtilis* BSB1. **International Journal of Food Microbiology**, v. 337, p. 4-8, 2021.

KABIR, M. S.; HSIEH, Y.; SIMPSON, S.; KERDAHI, K.; SULAIMAN, I. M. Evaluation of Two Standard and Two Chromogenic Selective Media for Optimal Growth and Enumeration of Isolates of 16 Unique *Bacillus* Species. **Journal of Food Protection**, v. 80, n. 6, p. 952-962, 2017.

KNAAC, N.; AZAMBUJA, A. O.; LUCHO, A. P. R.; BERLITZ, D. L.; FIUZA, L. M. Interações de *Bacillus thuringiensis* e o controle de fitopatógenos. **Biotecnologia Ciências e Desenvolvimento**, Uberlândia, v. 11, n, 38, p. 1-6, 2009.

KRUSCHEWSKY, L. S. **Compatibilidade de *Trichoderma asperellum* com produtos agrícolas aplicados na cultura da bananeira**. 2019. 91 f. Dissertação (Mestrado) –

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, 91 f., 2019.

KUMAR, TV; VEENA, S.; SREEKUMAR, J. Compatibilidade de *Trichoderma asperellum* com fungicidas, inseticidas, fertilizantes inorgânicos e biopesticidas. **JOURNAL OF ROOT CROPS**, [S. l.], v. 43, n. 2, p. 68–75, 2017. Disponível em: <http://journal.isrc.in/index.php/jrc/article/view/501>. Acesso em: 7 jul. 2024.

KUMHAR, Kishor Chand et al. Compatibility of *Trichoderma harzianum* (KBN-29) with Selected inorganic Fertilizers: An *In vitro* Study. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, v. 6, n. 9, p. 2572-2578, 2017.

LEITE, J. A. B. P. **Metodologias de avaliação e compatibilidade de produtos químicos e biológicos, visando o controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja**. 2021. 137 f. (Dissertação de mestrado) - Instituto Biológico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Campinas, 2021.

LOBO JUNIOR, M.; GERALDINE, A.; DE CARVALHO, D. D. Controle biológico de patógenos habitantes do solo com *Trichoderma* spp., na cultura do feijoeiro comum. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2009. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 85)

LUCON, C. M. M.; CHAVES, A. L. R.; BACILIERI, S. **TRICHODERMA: O que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura**. São Paulo, Instituto Biológico, ed.1, p.28. 2014.

MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; ADAME-GARNICA, S. G.; DEL-VAL, E.; LARSEN, J. The interactions of *Trichoderma* at multiple trophic levels: inter-kingdom communication. **Microbiological Research**, v. 240, 2020.

MELO, I. S. **Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos**. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. eds. Controle Biológico. São Paulo: EMBRAPA, p. 17- 67, 1998.

MEYER, M. C.; BUENO, A. F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. **Bioinsumos na Cultura da Soja**, cap. 6, Embrapa, 2022.

MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. **Trichoderma: uso na agricultura**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Soja. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 538 p., Brasília, DF: Embrapa, 2019.

MYCOBANK. Search on: Mycobank names. Disponível em: <<https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/39566>>. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

NASCIMENTO, S. R. C.; SILVA, F. H. A.; CRUZ, B. L. S.; DANTAS, A. M. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SENHOR, R. F. Sobrevivência de estrutura de resistência de *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em solo tratado biologicamente. **Revista Agro Ambiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 50-56, 2016.

NAUTIYAL, C.S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. **FEMS Microbiology Letters**, v.170, p.265-270, 1999

NOGUEIRA, D. C.; FIGUEIREDO, M. M. **Orientações básicas à mistura de herbicidas em tanques**. 2021. 27 f. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Pará, 2021.

ONGENA, M.; JACQUES, P. *Bacillus* lipopeptides: Versatile Weapons for Plant Disease Biocontrol. **Trends in Microbiology**, v. 16, p. 115-125, 2008.

PACIFICO, M. G. ***Bacillus* spp. no controle biológico do complexo de doenças causadas por *Fusarium-Meloidogyne* em algodoeiro**. 2021. 129 f. (Tese doutorado) - Universidade Estadual paulista Júlio de Mesquita, Botucatu, 2021.

PANDOLFO, J. D. **Associação de *Trichoderma* sp. e fungicidas no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. phaseoli**. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de

Concentração em Fitossanidade) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PARRA, J. R. **Situação do Controle Biológico no Brasil**. Workshop Desafios da Pesquisa em Controle Biológico na Agricultura no Estado de São Paulo. Dept. de Entomologia e Acarologia, ESALQ/USP – FAPESP – Biblioteca Virtual, 2016.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 30, p. 449-457, 2012.

PORTUGAL, J. R.; TARSITANO, M. A.; PERES A. R.; ARF, O.; GITTI, D. C. Organic and mineral fertilizer application in upland rice irrigated by sprinkler irrigation: economic analysis. **Cientifica**, Jaboticabal, v. 44, n.2, p. 146-155, 2016.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; CUNHA, J. P. A. R. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

RAGAZZO-SÁNCHEZ, J. A.; ROBLES-CABRERA, A.; LOMELÍ-GONZÁLEZ, L.; LUNASOLANO, G.; CALDERÓN-SANTOYO, M. Selección de cepas de *Bacillus* spp. productoras de antiobióticos aisladas de frutos tropicales. **Revista Chapingo**. Serie horticultura, v. 17, n. SPE1, p. 5–11, 2011.

RODRIGUES, F. R. **Influência das condições de processo na granulação de super simples em tambor rotativo**. 2012. 225f. (Tese de doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

ROSSI-ZALAF, L. S.; ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; SILVEIRA NETO, S.; TANZINI, M. R. **Interação de micro-organismo com outros agentes de controle de pragas e doenças**. In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. (Ed.). Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios. Piracicaba: FEALQ, p. 279–302, 2008.

SANCHEZ ESPARZA, J. ***Bacillus amyloliquefaciens* BUZ14 como agente de biocontrol de mohos fitopatógenos: Caracterización del crecimiento a distintas temperaturas, pHs y en medios de cultivo de bajo coste y sensibilidad a los fungicidas.** Dissertação (Mestrado em Seguridad y Tecnología de los Alimentos) - Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2016.

SANTOS, E. N.; MESQUITA, A. C.; YURI, J. E.; SIMOES, W. L.; SOUZA, M. A.; SOUZA, A. R. E. Fertilizante organomineral no cultivo do meloeiro no Submédio Vale do São Francisco. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 4, p. 1233-1250, 2020.

SHAFI, J.; TIAN, H.; HI, M. *Bacillus* species as versatile weapons for plant pathogens: a review. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, Abingdon, v. 1, n. 1, p. 446-459, 2017.

SHYLAJA, M.; RAO, S. *In vitro* compatibility studies of *Trichoderma harzianum* with inorganic fertilizers. **Nematologia subterrânea**, 2012.

SOBRAL, J.K. A comunidade bacteriana endofítica e epifítica de soja (*Glycine max*) e estudo da interação endófitos-planta. 2003. 108p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

SOUZA, V. F. L.; GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORTEZ, J. W. M.; ARAGAO, F. A. S. **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica.** Brasília, DF: Embrapa, 2017.

SRINIVAS, P.; RAMAKRISHNAN, G. Use of native microorganisms and commonly recommended fungicides in integrated management of rice seed borne pathogens. *Annual Plants Protect Science*, v. 10, n. 2, p. 260-264, 2002.

TEJERA-HERNÁNDEZ, B.; ROJAS-BADÍA, M. M.; HEYDRICH-PÉREZ, M. Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. **Revista CENIC. Ciências Biológicas**, v. 42, n. 3, p. 131–138, 2011.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiology, an introduction. IX edición**, pp. 931, 2007.

VALE, R. L.; NETTO, A. M.; TORIBIO, B. X. L.; LÂVOR, M. P. B.; SIQUEIRA, J. P. S. Assessment of the gray water footprint of the pesticide mixture in a soil cultivated with sugarcane in the northern area of the State of Pernambuco, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 234, p. 925–93, 2019.

VASQUEZ, P.; HOLGUIN, G.; PUENTE, M.E.; LOPEZ-CORTEZ, A.; BASHAN, Y. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of mangroves in a semiarid coastal lagoon. **Biology and Fertility of Soils**, v.30, p.460-468, 2000.

VASSILEV, N.; VASSILEVA, M. Biotechnological solubilization of rock phosphate on media containing agro-industrial wastes. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.61, p.435-440, 2003.

VEIGA, A. C. P. **Compatibilidade de produtos químicos e biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepdoptera: Gelechiidae)**. 2014. 88 f. (Tese de doutorado) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2014.

VIJAYAKUMAR, R.; KARTHIKA, K. Foldscope: a simplified tool for the assessment of the soil fungal diversity and synthetic fertilizers tolerance. **Scientific Transactions in Environment and Technovation**, 2019.

WOO, S. L.; PEPE, O. Microbial consortia: promising probiotics as plant biostimulants for sustainable agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1801, 2018.

ZHANG, S.; XU, B.; ZHANG, J.; GAN, Y. Identification of the antifungal activity of *Trichoderma longibrachiatum* T6 and assessment of bioactive substances in controlling phytopathogens. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 147, p. 59-66, 2018.