



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

IGOR VINICIUS PEREIRA DA SILVA

**COMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS BIOLÓGICOS UTILIZADOS NO
CONTROLE DE DOENÇAS RADICULARES NO MELOEIRO**

MOSSORÓ

2024

IGOR VINICIUS PEREIRA DA SILVA

**COMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS BIOLÓGICOS UTILIZADOS NO
CONTROLE DE DOENÇAS RADICULARES NO MELOEIRO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

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

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.

P
586c Pereira , Igor Vinicius da Silva.
 COMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS BIOLÓGICOS
 UTILIZADOS NO CONTROLE DE DOENÇAS RADICULARES NO
 MELOEIRO / Igor Vinicius da Silva Pereira . -
 2024.
 37 f. : il.

 Orientadora: Márcia Michelle de Queiroz
 Ambrósio.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2024.

 1. controle biológico. 2. microrganismos
 antagonistas. 3. mistura em tanque. I. Ambrósio,
 Márcia Michelle de Queiroz, orient. II. 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.

IGOR VINICIUS PEREIRA DA SILVA

**COMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS BIOLÓGICOS UTILIZADOS NO
CONTROLE DE DOENÇAS RADICULARES NO MELOEIRO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Defendida em: 17 / 10 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcia Michelle de Queiroz Ambrósio (UFERSA)
Presidente

Msc. Ana Paula de Moura (UFERSA)
Membro Examinador

Elisandra Alves Bento. (UNESP)
Membro Examinador

Don't carry the word upon your shouders
HEY JUDE – THE BEATLES

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção e bençãos em minha vida, por ser o meu sustento e amparo, me fortalecendo em todos os momentos.

A minha família, em especial aos meus pais, Francisco Fábio, Simone Pereira e Francisco Quirino (Criação), pelo amor incondicional, cada gesto de carinho e ensinamentos. Vocês são exemplos para mim. A minha irmã Silvia Naama por todas as conversas e apoio.

A minha orientadora Marcia Michelle, pela dedicação incansável, pelas lições de vida e toda orientação. Agradeço por ser chave que abriu tantas portas em minha vida. Serei eternamente grato. Obrigado por acreditar em mim, quando nem eu acreditava.

Agradeço a banca examinadora, Ana Paula de Moura e Elisandra Alves Bento, por aceitarem o convite. É uma honra ter vocês na minha banca.

Agradeço a Professora Jailma Suerda, por ter ajudado com a estatística do trabalho e por todas as conversas.

Agradeço aos meus amigos de graduação, por dividirem o fardo comigo e tornar tudo mais leve. Pablo Ferreira, Liliana Misa, Sara Hellen, Elias Gomes, Fábio Filho, Maria Fernanda e Geovanna Alicia. Vocês sempre estarão em meu coração.

Um agradecimento especial a Viviane Fernandes e Elisandra Alves. Vocês foram muito mais que um grupinho de amigos de graduação, foram essenciais em cada passo dessa jornada. A amizade e apoio de vocês fizeram toda diferença.

Agradeço ao Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia da UFERSA por ser minha segunda casa. Muito obrigado Louise, Tatiane, Ana Paula, Fernando, Elisandra, Breno, Maria Helena, Juliano, Vanuza, Jemerson, Janderson, Maicon, Atarisses, Jarlan, Matheus, Rai, Daniel, Silvan, Rebeca, Vitória, Michael, Afonso, Romário e Karol.

Agradeço imensamente a Jarlan Lucas, Juliano Fernandes e Janderson por todo apoio no laboratório. A parceria com vocês foi muito importante para o meu crescimento pessoal e acadêmico. Tenho muito orgulho de vocês. Obrigado Juliano por toda ajuda no meu TCC e nos diversos trabalhos que fizemos juntos (máquinas). Obrigado Jarlan por ter embarcado comigo na maior aventura de nossas vidas, foi incrível. Obrigado Janderson pela amizade e parceria durante todo o curso. Vocês são pra vida.

A todos aqueles que contribuíram de forma direta e indireta para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a compatibilidade entre produtos biológicos, amplamente utilizados em campos de melão. Foram realizados 2 experimentos independentes, um com *Trichoderma asperellum* (experimento 1), e outro com *Bacillus* spp., *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium* (experimento 2). Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 6 tratamentos no experimento 1, e 10 tratamentos no experimento 2, com 5 repetições em ambos os experimentos. No experimento 1, os tratamentos foram T1-*T. asperellum* URM 5911, T2-*T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium*, T3- *T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis* e *B. licheniformis*, T4- *T. asperellum* URM 5911 + *B. pumilus* CCTB05, *B. subtilis* CCTB04 e *B. amyloliquefaciens* CCTB09, T5- *T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis* QST 713, T6- *T. asperellum* URM 5911 + *Bacillus subtilis* UFPEDA 764. No experimento 2, os tratamentos foram T1-*B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium*, T2- *B. subtilis* e *B. licheniformis*, T3-*B. pumilus* CCTB05, *B. subtilis* CCTB04 e *B. amyloliquefaciens* CCTB09, T4- *B. subtilis* QST 713, T5- *Bacillus subtilis* UFPEDA 764, T6- *B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium* + *T. asperellum* URM 5911, T7- *B. subtilis* e *B. licheniformis* + *T. asperellum* URM 5911, T8- *B. pumilus* CCTB05, *B. subtilis* CCTB04 e *B. amyloliquefaciens* CCTB09 + *T. asperellum* URM 5911, T9- *B. subtilis* QST 713 + *T. asperellum* URM 5911, T10- *B. subtilis* UFPEDA 764 + *T. asperellum* URM 5911. No trabalho, foram utilizadas as dosagens de bula de cada produto, e as caldas foram ajustadas para 100 mL. Os produtos foram misturados e permaneceram em contato por 6 horas, simulando as condições de campo, conforme relatado pelos produtores. Em seguida, foi realizado diluições seriadas e posteriormente as placas foram incubadas para o desenvolvimento dos microrganismos. A avaliação e a contagem das unidades formadoras de colônias (UFCs) dos microrganismos aconteceram após 5 dias de incubação no experimento 1, e no experimento 2, após 24 horas. A análise de variância (ANOVA, $p > 0,05$), no experimento 1, mostrou que os tratamentos T3, T5 e T6 apresentaram quantidades de UFCs de *Trichoderma* inferiores ao controle T1, demonstrando uma porcentagem de inibição de 40, 21 e 45 %, respectivamente. Já no tratamento T2, foi observado um estímulo significativo no crescimento do fungo. Este tratamento resultou em aumento de 18,18% no número de colônias do *Trichoderma*, indicando compatibilidade, e sinergismo entre os produtos. O tratamento T4 não apresentou diferença estatística do controle. No exp. 2, os tratamentos T6, T7, e T8 apresentaram quantidades de colônias de bactérias inferiores quando comparados com seus respectivos controles. Já os tratamentos T9 e T10 não apresentaram diferença estatística em relação aos controles. Sendo assim, não se recomenda realizar a mistura entre os produtos que reduziram as unidades formadoras de colônias dos produtos.

Palavras-chave: Controle biológico; microrganismos antagonistas; mistura em tanque.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the compatibility between biological products widely used in melon fields. Two independent experiments were carried out, one with *Trichoderma asperellum* (experiment 1), and the other with *Bacillus* spp., *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium* (experiment 2). A completely randomized experimental design was used, with 6 treatments in experiment 1, and 10 treatments in experiment 2, with 5 replicates in both experiments. In experiment 1, the treatments were T1-*T. asperellum* URM 5911, T2-*T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium*, T3- *T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis* and *B. licheniformis*, T4- *T. asperellum* URM 5911 + *B. pumilus* CCTB05, *B. subtilis* CCTB04 and *B. amyloliquefaciens* CCTB09, T5- *T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis* QST 713, T6- *T. asperellum* URM 5911 + *Bacillus subtilis* UFPEDA 764. In experiment 2, the treatments were T1-*B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium*, T2- *B. subtilis* and *B. licheniformis*, T3-*B. pumilus* CCTB05, *B. subtilis* CCTB04 and *B. amyloliquefaciens* CCTB09, T4- *B. subtilis* QST 713, T5- *Bacillus subtilis* UFPEDA 764, T6- *B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium* + *T. asperellum* URM 5911, T7- *B. subtilis* and *B. licheniformis* + *T. asperellum* URM 5911, T8- *B. pumilus* CCTB05, *B. subtilis* CCTB04 and *B. amyloliquefaciens* CCTB09 + *T. asperellum* URM 5911, T9- *B. subtilis* QST 713 + *T. asperellum* URM 5911, T10- *B. subtilis* UFPEDA 764 + *T. asperellum* URM 5911. In this study, the dosages indicated on the package insert for each product were used, and the solutions were adjusted to 100 mL. The products were mixed and remained in contact for 6 hours, simulating field conditions, as reported by the producers. Then, serial dilutions were performed and the plates were subsequently incubated for the development of microorganisms. The evaluation and counting of the colony forming units (CFUs) of the microorganisms occurred after 5 days of incubation in experiment 1, and in experiment 2, after 24 hours. The analysis of variance (ANOVA, $p > 0.05$) in experiment 1 showed that treatments T3, T5 and T6 presented lower amounts of CFUs of *Trichoderma* than the control T1, demonstrating an inhibition percentage of 40, 21 and 45%, respectively. In treatment T2, a significant stimulus in the growth of the fungus was observed. This treatment resulted in an 18.18% increase in the number of *Trichoderma* colonies, indicating compatibility and synergism between the products. Treatment T4 did not show any statistical difference from the control. In experiment 2, treatments T6, T7, and T8 showed lower amounts of bacterial colonies when compared to their respective controls. Treatments T9 and T10 did not show any statistical difference in relation to the controls. Therefore, mixing products that reduced the colony-forming units of the products is not recommended.

Keywords: Biological control; antagonistic microorganisms; tank mixed.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Misturas do produto Quality[®] associado a diferentes produtos à base de bactérias, após 6 horas de contato antes do plaqueamento em meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA). A= Quality[®]; B= Quality[®] + Compost Aid[®]; C= Quality[®] + Nem Out[®]; D= Quality[®] + Biotrio[®]; E= Quality[®] + Serenade[®]; F= Quality[®]+Rizos[®]..... 23
- Figura 2 – Misturas de produtos à base de bactérias associados ao produto Quality[®] após 6 horas de contato antes do plaqueamento em meio de cultura Nutriente Ágar (NA). A= Compost Aid; B= Nem Out; C= Biotrio[®]; D= Serenade[®]; E= Rizos[®]; F= Compost Aid[®] + Quality[®]; G= Nem Out[®] + Quality[®]; H= Biotrio[®] + Quality[®]; I= Serenade[®] + Quality[®]; J= Rizos[®] + Quality[®]. 24
- Figura 3 – Placas representativas dos plaqueamentos das caldas do experimento 1. A= Quality[®]; B= Quality[®] + Compost Aid[®]; C= Quality[®] + Nem Out[®]; D= Quality[®] + Biotrio[®]; E= Quality[®] + Serenade[®]; F= Quality[®] + Rizos[®]. 25
- Figura 4 – Placas representativas dos plaqueamentos das caldas do experimento 2. A= Compost Aid[®]; B= Nem Out[®]; C= Biotrio[®]; D= Serenade[®]; E= Rizos[®]; F= Compost Aid[®] + Quality[®]; G= Nem Out[®] + Quality[®]; H= Biotrio[®] + Quality[®]; I= Serenade[®] + Quality[®]; J= Rizos[®] + Quality[®]. 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Tratamentos utilizados no experimento I durante o teste de compatibilidade.	21
Tabela 2	–	Tratamentos utilizados no experimento II durante o teste de compatibilidade	22
Tabela 3	–	Médias de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) de <i>Trichoderma asperellum</i> por mililitro (mL) de diferentes produtos à base de bactérias.	26
Tabela 4	–	Contrastes das médias dos produtos à base de bactérias com <i>T. asperellum</i> URM 5911	29

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Aspectos Gerais do Melão	15
2.2 Controle Biológico	16
2.2.1 Gênero <i>Bacillus</i>	17
2.2.2 Gênero <i>Trichoderma</i>	17
2.2.3 Quality WG®	18
2.2.4 Compost Aid®	18
2.2.5 Nem Out®	18
2.2.6 Biotrio®	19
2.2.7 Serenade®	19
2.2.8 Rizos	19
2.3 Compatibilidade de produtos biológicos	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Localização e condução dos experimentos	21
3.2 Teste de compatibilidade entre os produtos	23
3.3 Quantificação de microrganismos	24
3.4 Análises estatísticas	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÃO	31

1 INTRODUÇÃO

A cultura do meloeiro é de grande importância econômica e social para o Estado do Rio Grande do Norte. Em 2023 foram produzidas 604.025 toneladas, consolidando o Estado como o maior produtor de melão do Brasil (IBGE, 2024). A região do semiárido nordestino apresenta características de clima quente, seco e com baixos índices pluviométricos, proporcionando a condição ideal para o cultivo do meloeiro (PINHEIRO, 2015). Com estas boas condições para o desenvolvimento do melão, os produtores vêm adotando o monocultivo, normalmente com três ciclos de melão por ano, sem rotação de culturas. Esta prática favorece os Patógenos Habitantes do Solo (PHS) (NASCIMENTO et al., 2018; SALES JÚNIOR et al., 2019) que são de difícil controle devido apresentarem ampla gama de hospedeiros, e estruturas de resistência, que garantem a sua sobrevivência no solo por longos períodos, mesmo em condições adversas (ANDRADE et al., 2014).

O método de controle químico embora seja o mais amplamente utilizado para o controle de doenças de plantas, devido a sua praticidade (SANTOS, 2013), simplicidade de aplicação, e a necessidade de pouco conhecimento dos processos básicos de agroecossistema (BETTIOL & MORANDI, 2009), não é o mais utilizado para o controle de PHS no meloeiro, devido a escassez de produtos químicos registrados no Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para este fim (AGROFIT, 2024). Além disso, os países importadores dos melões brasileiros, exigem cada vez mais produtos livres de resíduos químicos (EUROPEAN COMMISSION, 2024).

Uma das alternativas que mais vem sendo utilizadas para mitigar os impactos negativos que esses patógenos provocam na cultura do meloeiro, é o controle biológico, com uso de microrganismos antagonistas, como fungos, bactérias, misturas de microrganismos e metabólitos (PASCHOLATI, 2018).

Existe uma diversidade de produtos comercializados utilizando microrganismos e outros componentes de origem biológica. Estes agentes de controle biológico podem induzir resistência das plantas, agir competindo por alimento e, além disso, podem alimentar-se dos fitopatógenos (ALVES, 2021). No ano de 2021 foram registrados no Brasil cerca de 92 produtos biológicos (MAPA, 2022). No ano seguinte, o aumento foi de aproximadamente 70% (ANVISA, 2023). Dentre os microrganismos registrados para controle de doença de plantas, dois grupos lideram como princípios ativos dos produtos: as bactérias do gênero *Bacillus*, e fungos do gênero *Trichoderma* (AGROFIT, 2024).

Os produtores, na busca de potencializar seus resultados, e diminuir seus custos operacionais, utilizam vários produtos biológicos em uma mesma aplicação no campo, geralmente, sem o conhecimento sobre a natureza da interação entre os microrganismos, onde muitas vezes, podem apresentar incompatibilidade. As consequências da não compatibilidade desses produtos são perda da sua eficiência, e prejuízos econômicos, levando a descredibilidade dos produtos biológicos (BRAGA et al, 2021).

Pesquisas envolvendo a utilização de microrganismos antagonistas no controle de doenças de plantas ocasionadas por PHS no meloeiro são escassas, e a maioria envolve a interação de um agente de controle biológico e o patógeno/alvo, mas não abrange a interação de microrganismos benéficos inseridos simultaneamente em um mesmo patossistema (KÖHL et al., 2011). Vale ressaltar que combinações de produtos contendo microrganismos antagonistas diferentes, podem provocar resultados melhores, ou piores, quando comparado ao seu uso individualizado (SRIVASTAVA et al., 2010).

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a compatibilidade entre produtos biológicos amplamente utilizados em campos de melão, a fim de evitar ineficiência ou inativação dos ingredientes ativos e possíveis prejuízos à cultura e ao produtor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos Gerais do Meloeiro

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma planta hortícola da família Cucurbitaceae (CAVALCANTE NETO et al., 2020). É amplamente cultivada em regiões temperadas, tropicais e subtropicais ao redor do mundo (KESH E KAUSHIK, 2021).

Os melões cultivados se classificam e se dividem em dois grupos botânicos: inodoros ou não climatéricos (*C. melo* var. *inodorus*), e aromáticos ou climatéricos (*C. melo* var. *cantalupensis*) (ROBINSON E DECKER WALTERS, 1997). Os tipos comerciais Amarelo, Pele de sapo e Honeydew pertencem ao grupo dos inodoros, já os aromáticos são representados pelos tipos comerciais Cantaloupe, Gália e Charentais (COSTA, 2017).

Esta cultura adapta-se bem às condições edafoclimáticas do Brasil, especialmente na região Nordeste (ALVES et al., 2018). Deve-se dar preferência a solos de textura média (franco-arenoso ou areno-argiloso), com boa porosidade, que possibilitem maior desenvolvimento do sistema radicular, melhor infiltração da água e drenagem. O meloeiro é bastante exigente quanto ao pH do solo, sendo recomendado para o cultivo a faixa entre 6 e 7,5 (COSTA et al., 2007).

A região Nordeste é a principal produtora de melão do Brasil, sendo o estado do Rio grande do Norte o líder na produção nacional dessa cucurbitácea. Na safra 2021/2022 a área plantada no estado ultrapassou os 18 mil hectares, com uma colheita em torno de 300 mil toneladas, sendo cerca de 2/3 dessa produção destinada ao mercado externo (ABRAFRUTAS, 2022). O Ceará, Bahia, Pernambuco e Piauí seguem com 73.838, 65.675, 43.649 e 32.181 toneladas, respectivamente (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2022).

As condições climáticas específicas da região, como a baixa umidade e as altas temperaturas, favorecem o desenvolvimento adequado do meloeiro, justificando a posição de destaque do Nordeste como maior produtor nacional dessa hortaliça (ARAÚJO, 2016). Além das condições climáticas favoráveis ao cultivo do melão, o Estado do Rio Grande do Norte também se destaca em produtividade devido as tecnologias empregadas pelas grandes empresas produtoras (CUNHA FILHO, 2022; RICARTE, 2019).

Além de sua importância econômica no mercado brasileiro, sendo uma cultura de destaque nas exportações (DALASTRA et al., 2016), o meloeiro desempenha papel social significativo para o país. A atividade gera cerca de 60 mil empregos diretos e indiretos (SANTOS et al., 2021).

O manejo de doenças do solo em áreas de melão, é atualmente realizado por meio de um conjunto de práticas agrícolas. Entre essas práticas destacam-se a nutrição balanceada das plantas, boa irrigação e o uso de fungos e bactérias antagonistas, que são eficazes no controle de fitopatógenos e promovem o crescimento das plantas (PANDOLFO, 2007). Em condições de campo, não há produtos químicos registrados no MAPA para o controle de patógenos radiculares, o que torna seu manejo ineficiente e desafiador para os produtores (AGROFIT, 2024).

Além disso, a crescente demanda e exigência dos mercados internacionais, assim como do mercado interno, por uma redução de resíduos químicos presente nas frutas, torna-se indispensável a adoção de técnicas alternativas (EUROPEAN COMMISSION, 2024). Sendo assim, a utilização de controle biológico nas áreas tem gerado um impacto positivo tanto para os produtores quanto para o meio ambiente. Consequentemente, as empresas estão investindo cada vez mais em tecnologias e nas formulações de produtos, um setor que tem crescido significativamente (MEYER et al., 2019).

2.2 Controle Biológico

O uso de produtos de origem microbiológica vem ganhando cada vez mais espaço na produção agrícola mundial, e são indicados para diversas culturas, devido a ampla gama de produtos disponíveis no mercado agrícola e suas qualidades (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

A utilização de microrganismo em áreas de cultivos oferece uma série de benefícios para as plantas. Estes desempenham um papel fundamental na redução de estresses abióticos e bióticos agindo como biofertilizantes e bioestimulantes, além de serem eficazes no controle de doenças radiculares e da parte aérea (POVEDA; EUGUI, 2022).

Em comparação com o manejo que utiliza produtos químicos, o uso de produtos alternativos garante a rentabilidade da atividade do produtor e reduz os riscos associados ao uso inadequado de produtos químicos (BONETT et al., 2013).

Em 2022, o Brasil registrou 504 ingredientes ativos de agrotóxicos, dos quais 107 (21,2%) eram de origem biológica, incluindo microrganismo, semioquímicos, feromônios e outros (ANVISA, 2023). Entre os registros realizados, predominam os produtos que utilizam como princípio ativo os gêneros *Bacillus* e *Trichoderma*.

2.2.1 Gênero *Bacillus*

As bactérias do gênero *Bacillus* são microrganismos de vida livre no solo, conhecidos por serem promotores de crescimento em diversas culturas agrícolas. São bactérias gram-positivas aeróbias, as quais conseguem formar endósporos, o que as permite sobreviver por um longo período em condições adversas (FAN et al., 2012; TORRES et al., 2016).

Algumas espécies do gênero *Bacillus*, como *B. subtilis*, tem a capacidade de produzir enzimas hidrofílicas extracelulares capazes de degradar polissacarídeos. Além disso, elas sintetizam compostos com ação antibiótica, sendo eficazes no controle biológico (RAGAZZO-SÁNCHEZ et al., 2011).

Outra capacidade do gênero, é a de sintetizar hormônios que estimulam o crescimento do sistema radicular das plantas. Esse efeito é resultado de uma série de mecanismos ativado pelas bactérias quando em contato com a planta (HASSAN, 2017).

As formulações de produtos contendo cepas de *Bacillus* sp. oferecem uma vantagem em comparação com a utilização de outros microrganismos. Isso ocorre porque essas bactérias possuem a capacidade de formar estruturas de resistência (endósporos). O que promove maior tolerância a condições estressantes do meio, tais como variações de temperatura, e pH (BAHADIR; LIAQAT; ELTEM, 2018).

2.2.2 Gênero *Trichoderma*

O *Trichoderma* é um fungo filamentoso do filo Ascomycota, pertencente a ordem Hypocreales e família Hypocreaceae. Na sua forma sexual (teleomórfica), é caracterizado pelo gênero *Hypocrea*, enquanto a fase assexual (anamórfica) é representada pelo gênero *Trichoderma* (MYCOBANK, 2023). Este fungo é amplamente reconhecido por sua atividade saprofítica, nutrindo-se de matéria orgânica presente no solo, e por ser um organismo de vida livre, geralmente encontrado na região rizosférica das plantas (MEYER et al., 2019).

Trichoderma atua por meio de vários mecanismos, como a antibiose, micoparasitismo, produção de enzimas que degradam a parede celular dos patógenos e a competição por nutrientes e substratos. Além disso, o gênero tem a capacidade de promover o crescimento das plantas e induzir resistência contra uma gama de patógenos, proporcionando benefícios a saúde das plantas (AZEVEDO et al., 2020).

O gênero *Trichoderma* transformou completamente o cenário do controle biológico de doenças de plantas no Brasil. Diversos produtos biológicos à base desse fungo estão

disponíveis no mercado e são registrados para o controle de uma ampla gama de doenças em várias culturas agrícolas (BETTIOL, 2019).

2.2.3 Quality WG®

O produto Quality WG (WG - "Water Dispersible Granules") comercializado pela empresa LALLEMAND – Soluções Biológicas LTDA é um biofungicida baseado na utilização do fungo filamentoso *Trichoderma asperellum* isolado URM 5911, no controle de doenças radiculares (AGROFIT, 2024).

O isolado URM 5911 atua produzindo moléculas com efeito tóxico contra o patógeno. Além disso, possui a capacidade de parasitar as estruturas dos patógenos, colonizando suas hifas, e competindo por espaço e nutriente. O produto é eficaz no controle dos fungos fitopatógenos *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia sclerotiorum*, sendo indicado para todas as culturas de ocorrência (AGROFIT, 2024).

Além dos produtos que utilizam fungos como princípio ativo, há também uma ampla variedade de produtos que utilizam bactérias em sua composição. Essas bactérias promovem benefícios as plantas por meios de mecanismos diretos (fixação biológica de nitrogênio, produção de hormônios e solubilização de fosforo) e indiretos (produção de sideróforos e biofilme) (SINGH et al., 2017).

2.2.4 Compost Aid®

O produto Compost Aid®, comercializado pela empresa AllTech Crop Science, baseia-se na utilização de microrganismos (*B. subtilis*, *L. plantarum* e *E. faecium*), e enzimas selecionadas para promover a decomposição de restos vegetais, criando um ambiente favorável para a proliferação de microrganismo benéficos, enquanto inibe o desenvolvimento de patógenos (COMPOST AID, 2024).

2.2.5 Nem Out®

O produto Nem Out®, comercializado pela empresa Alltech Crop Science, é um produto biológico que tem como ingrediente ativo as bactérias (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*) e enzimas selecionadas que auxiliam na decomposição, promovendo a mineralização da matéria orgânica. Dessa forma, o produto tem efeito no controle de nematoides, organismos que causam significativo nas culturas agrícolas (NEM OUT, 2024).

2.2.6 Biotrio®

O produto comercializado pela empresa BIOTROP – Soluções em Tecnologias Biológica é um inoculante promotor de crescimento compostos pelas cepas bacterianas *Bacillus pumilus* CCTB05, *Bacillus subtilis* CCTB04 e *Bacillus amyloliquefaciens* CCTB09. Estas bactérias promovem o aumento do sistema radicular, acelerando o desenvolvimento inicial das culturas. Além disso, restabelecem o equilíbrio biológico do solo, prevenindo doenças radiculares (BIOTRIO, 2024).

2.2.7 Serenade®

O produto Serenade® formulado em suspensão concentrada (SC) comercializado e desenvolvido pela empresa BAYER – Health for all, hunger for none, é utilizado na agricultura como fungicida, bactericida e nematicida microbiológico, em diversas culturas. O produto tem como princípio ativo a bactéria *Bacillus subtilis* QST 713 (mínimo de 1×10^9 UFC/g de ativo) (AGROFIT, 2024).

O isolado atua na membrana celular das estruturas reprodutivas dos fungos, causando deformação e rupturas. Além disso, compete por espaço e nutrientes no solo, próximo ao sistema radicular. O produto é eficaz no controle de *Fusarium f. sp. lycopersici*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, e vários outros patógenos (AGROFIT, 2024).

2.2.8 Rizos

O produto Rizos OG® comercializado pela empresa LALLEMAND – Soluções Biológicas LTDA é um bionematicida microbiológico que utiliza *Bacillus subtilis* UFPEDA 764 (mínimo de 3×10^9 UFC/mL) como princípio ativo.

O isolado coloniza o sistema radicular e forma um biofilme, interfere no reconhecimento nematoide-hospedeiro, reduzindo a penetração dos juvenis e favorecendo o desenvolvimento das raízes saudáveis. O produto mostra eficiência contra o nematoide das lesões (*Pratylenchus brachyurus* Godfrey, 1929), e o nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica* Chitwood, 1949) (AGROFIT, 2024).

2.3 Compatibilidade de produtos biológicos

Com o crescimento da agricultura e a crescente demanda por produção em larga escala, é fundamental que o setor desenvolva métodos mais eficientes para a utilização desses

produtos, incluindo a redução de custos e a otimização das aplicações. Um dos métodos comuns para alcançar essa eficiência é a mistura de produtos no tanque de aplicação (GANDOLFO, 2018). No entanto, o conhecimento sobre possíveis misturas de produtos biológicos ainda é limitado, o que pode representar um risco para os produtores (PETTER et al., 2012).

Segundo Gazziero (2015), a mistura de tanque consiste na combinação de produtos e substâncias dentro do tanque do equipamento aplicador. Essa prática oferece diversas vantagens, como a redução de custos, a diminuição do número de entradas na área, menor consumo de combustível e água, além de outros benefícios (GUIMARÃES, 2014). Além disso, a mistura de diferentes produtos e doses em tanque, podem contribuir no manejo de pragas e doenças em áreas problemáticas (KHUN et al., 2023).

Essas combinações podem levar a diferentes resultados: os produtos podem se complementar, gerando efeitos sinérgicos ou aditivos. Entretanto, essa combinação também pode provocar efeitos antagônicos entre si, podendo causar prejuízos aos produtores que adotam essa prática (GAZZIERO, 2015). Isso pode ocorrer devido a constante interação dos microrganismos presente em cada produto (GOUDA et al., 2018).

A incompatibilidade entre os produtos pode levar a uma redução na eficiência dos produtos misturados, uma vez que reduz a viabilidade do ingrediente ativo disponível. Além disso, essa incompatibilidade pode causar a formação de aglomerados e precipitados no tanque, resultando em entupimentos nos sistemas de aplicação (PETTER et al., 2012).

Diante dessas diversas possibilidades, é fundamental realizar estudos sobre o uso combinado de produtos, considerando que eles raramente são aplicados isoladamente nas áreas cultivadas (MATTOS et al., 2002). Este conhecimento pode fazer com que os produtores melhorem a eficiência de aplicação dos produtos biológicos. Por outro lado, pode auxiliar também as empresas para um direcionamento mais assertivo dos produtos, contribuindo para o fortalecimento e consolidação do controle biológico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Microbiologia e Fitopatologia na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró, RN. Foram realizados testes *in vitro* de compatibilidade entre produtos de origem biológica utilizados no manejo de doenças radiculares da cultura do meloeiro. Dois ensaios independentes foram realizados para observar a influência mútua dos microrganismos contidos nos produtos avaliados.

No experimento 1, o produto Quality[®], que tem como ingrediente ativo o fungo *Trichoderma asperellum* URM 5911, foi misturado com diferentes produtos à base de bactérias e o crescimento *in vitro* dessas misturas de produtos foi comparado com o crescimento do produto plaqueado isoladamente. Assim, foi possível observar se os produtos à base de bactérias tinham alguma influência sobre o crescimento do *Trichoderma* (UFCs). Neste ensaio, utilizou-se 6 tratamentos e 5 repetições (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento 1 durante o teste de compatibilidade.

TRATAMENTOS	PRODUTOS	INGREDIENTES ATIVOS	DOSES
T1 (controle)	Quality [®]	<i>T. asperellum</i> URM 5911	200g/L
T2	Quality [®] + Compost Aid	<i>T. asperellum</i> URM 5911 + <i>B. subtilis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> e <i>Enterococcus faecium</i>	200g/L + 5g/L
T3	Quality [®] + Nem Out	<i>T. asperellum</i> URM 5911 + <i>B. subtilis</i> e <i>B. licheniformis</i>	200g/L + 5g/L
T4	Quality [®] + Biotrio [®]	<i>T. asperellum</i> URM 5911 + <i>B. pumilus</i> CCTB05, <i>B. subtilis</i> CCTB04 e <i>B. amyloliquefaciens</i> CCTB09	200g/L + 9mL/L
T5	Quality [®] + Serenade [®]	<i>T. asperellum</i> URM 5911 + <i>B. subtilis</i> QST 713	200g/L + 30g/L
T6	Quality [®] + Rizos [®]	<i>T. asperellum</i> URM 5911 + <i>Bacillus subtilis</i> UFPEDA 764	200g/L + 1,5mL/L

No segundo experimento, 5 produtos à base de bactérias foram plaqueados individualmente, e cada um também foi plaqueado em conjunto com o produto Quality[®]. Dessa forma, foi possível observar se o *Trichoderma asperellum* URM 5911 tem alguma

interferência no crescimento das bactérias dos produtos analisados. Neste caso, utilizou-se 10 tratamentos e 5 repetições (Tabela 2).

Em ambos os ensaios, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado. Cada ensaio foi repetido para confirmação dos resultados.

Tabela 2. Tratamentos utilizados no experimento 2 durante o teste de compatibilidade.

TRATAMENTOS	PRODUTOS	INGREDIENTES ATIVOS	DOSES
T1	Compost Aid [®] (controle)	<i>B. subtilis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> e <i>Enterococcus faecium</i>	5g/L
T2	Nem Out [®] (controle)	<i>B. subtilis</i> e <i>B. licheniformis</i>	5g/L
T3	Biotrio [®] (controle)	<i>B. pumilus</i> CCTB05, <i>B. subtilis</i> CCTB04 e <i>B. amyloliquefaciens</i> CCTB09	9mL/L
T4	Serenade [®] (controle)	<i>B. subtilis</i> QST 713	30 g/L
T5	Rizos [®] (controle)	<i>Bacillus subtilis</i> UFPEDA 764	1,5mL/L + 200g/L
T6	Compost Aid + Quality [®]	<i>B. subtilis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> e <i>Enterococcus faecium</i> + <i>T. asperellum</i> URM 5911	5g/L + 200g/L
T7	Nem Out + Quality [®]	<i>B. subtilis</i> e <i>B. licheniformis</i> + <i>T. asperellum</i> URM 5911	5g/L + 200g/L
T8	Biotrio [®] + Quality [®]	<i>B. pumilus</i> CCTB05, <i>B. subtilis</i> CCTB04 e <i>B. amyloliquefaciens</i> CCTB09 + <i>T. asperellum</i> URM 5911	9mL/L + 200g/L
T9	Serenade [®] + Quality [®]	<i>B. subtilis</i> QST 713 + <i>T. asperellum</i> URM 5911	30 g/L + 200g/L
T10	Rizos [®] + Quality [®]	<i>Bacillus subtilis</i> UFPEDA 764 + <i>T. asperellum</i> URM 5911	1,5mL/L + 200g/L

3.2 Teste de compatibilidade entre os produtos

Inicialmente, foi estabelecido uma calda padrão de 100 mL para cada tratamento (Tabela 1 e 2). Nos experimentos, os produtos foram pesados em balança de precisão e misturados em Erlenmeyer de vidro contendo água previamente autoclavada, já em temperatura ambiente. Para cada produto foi utilizado a dosagem de bula de cada fabricante.

Após as misturas, os produtos permaneceram em contato durante 6 horas, sendo agitado a cada 1 hora, simulando uma mistura em tanque (Figuras 1 e 2). Esse período foi estabelecido com base em relatos de produtores da região produtora de melão. Durante o processo foi observado se houve alterações físicas (mudança de cor e formação de precipitados).

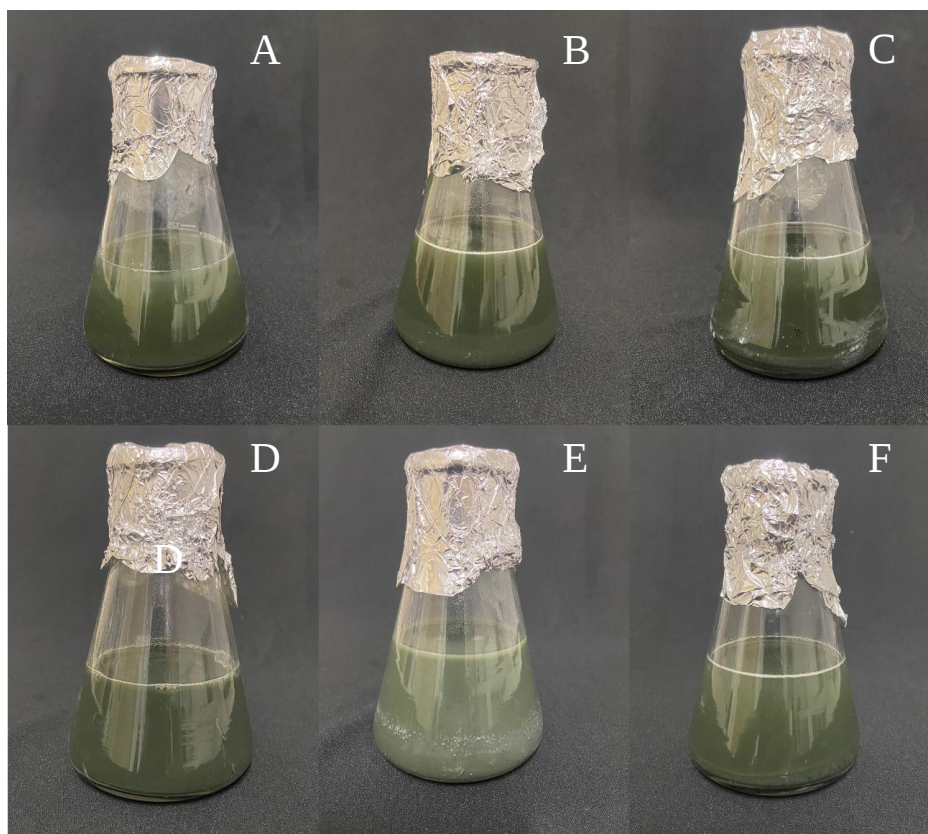


Figura 1. Misturas do produto Quality[®] associado a produtos à base de bactérias, após 6 horas de contato antes do plaqueamento em meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA). A= Quality[®]; B= Quality[®] + Compost Aid[®]; C= Quality[®] + Nem Out[®]; D= Quality[®] + Biotrio[®]; E= Quality[®] + Serenade[®]; F= Quality[®] + Rizos[®]. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

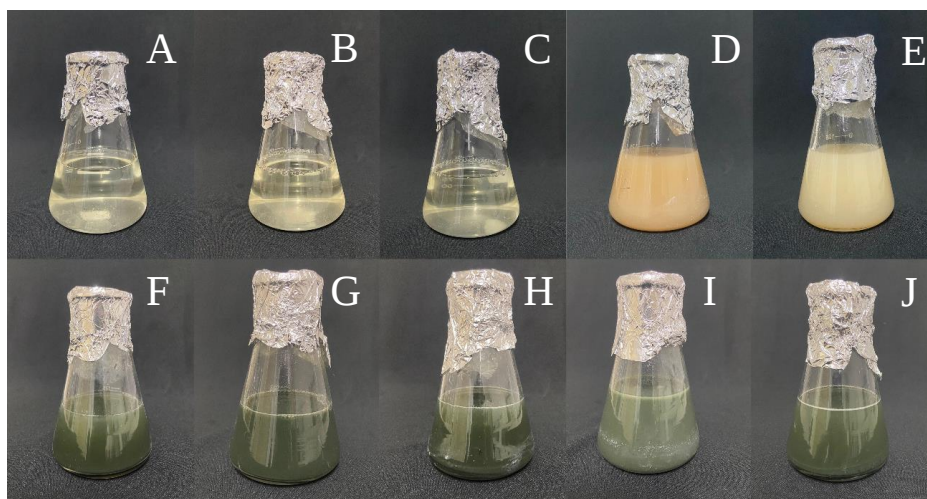


Figura 2. Misturas de produtos à base de bactérias associados ao produto Quality[®] após 6 horas de contato antes do plaqueamento em meio de cultura Nutriente Ágar (NA). A= Compost Aid; B= Nem Out; C= Biotrio[®]; D= Serenade[®]; E= Rizos[®]; F= Compost Aid[®] + Quality[®]; G= Nem Out[®] + Quality[®]; H= Biotrio[®] + Quality[®]; I= Serenade[®] + Quality[®]; J= Rizos[®] + Quality[®]. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

3.3 Quantificação de microrganismos

Foi retirado uma amostra de 10 mL de calda de cada Erlenmeyer, e esta foi considerada como diluição 0 (Concentrado). A partir da diluição 0, foi realizado diluições seriadas até alcançar uma diluição que possibilitasse a contagem das colônias. De cada diluição foi plaqueado 100 µL em cada placa de Petri (em triplicata) contendo meio de cultura. Para a quantificação no ensaio 1, foi utilizado o meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA), suplementado com Triton X (0,25 mL/L). Para o ensaio 2, foi utilizado o meio de cultura Nutriente Ágar (NA). Para cada diluição, a mistura foi espalhada nas placas com o auxílio de uma alça de Drigalski (TORTORA, 2006).

As placas foram mantidas em estufa com demanda bioquímica de oxigênio (BOD) a $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, por um período de 5 dias para o ensaio 1, e 1 dia para o ensaio 2, devido no experimento 2 ter sido avaliado bactérias, que tem um crescimento mais rápido. Foi realizado a contagem das Unidades Formadoras de Colônias (UFC/mL) com características de cada microrganismo contido em cada produto (Figuras 3 e 4) e aplicada a fórmula abaixo.

Média de colônias na diluição x Fator de diluição x Volume do inóculo

Nos resultados, considerou-se como incompatibilidade parcial o tratamento que apresentou redução de UFCs em comparação com seus respectivos controles.

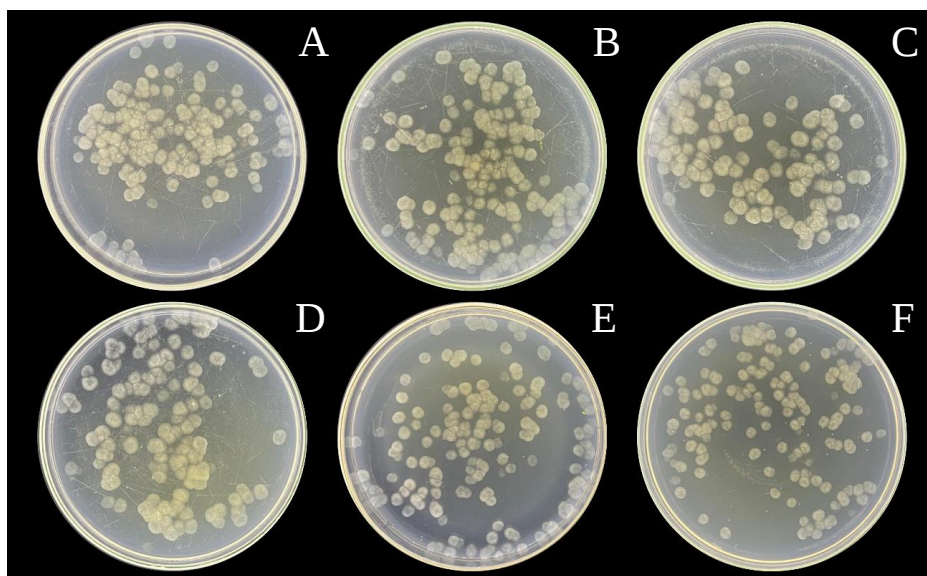


Figura 3. Placas representativas dos plaqueamentos das caldas do experimento 1. A= Quality®; B= Quality® + Compost Aid®; C= Quality® + Nem Out®; D= Quality® + Biotrio®; E= Quality® + Serenade®; F= Quality® + Rizos®. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

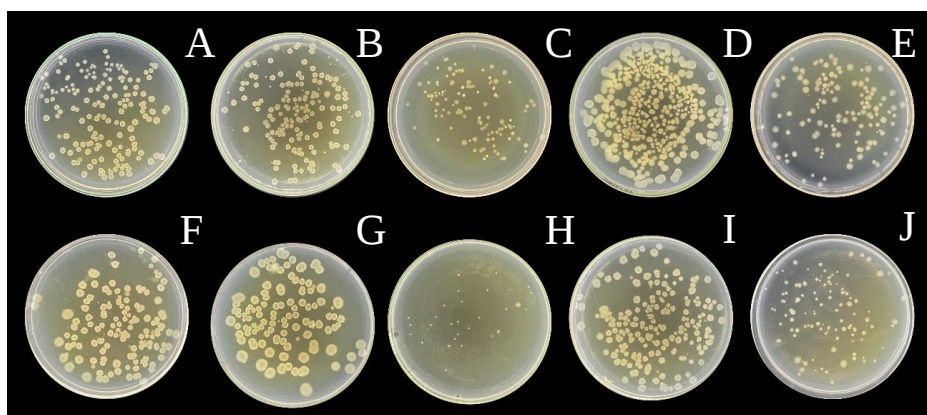


Figura 4. Placas representativas dos plaqueamentos das caldas do experimento 2. A= Compost Aid®; B= Nem Out®; C= Biotrio®; D= Serenade®; E= Rizos®; F= Compost Aid® + Quality®; G= Nem Out® + Quality®; H= Biotrio® + Quality®; I= Serenade® + Quality®; J= Rizos® + Quality®. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

3.4 Análises estatísticas

Uma ANOVA preliminar foi realizada para determinar se havia diferenças significativas entre os experimentos, e se os mesmos seriam compatíveis. Para os dados do experimento 1, utilizou-se o teste de Dunnet a 5% para comparação de médias. Para o experimento 2, os dados não atenderam as condições de normalidade e homogeneidade, sendo

realizada a análise não paramétrica pelo teste de Kruskal-Wallis e as médias dos contratos foram comparadas pelo teste de Bonferroni. Utilizou-se o software SAS Analytics Software (SAS, 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1: compatibilidade do *T. asperellum* URM 5911 com diferentes produtos à base de bactérias.

A análise de variância (ANOVA, $p > 0,05$) dos ensaios indicou diferença estatística significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) de *Trichoderma asperellum* por mililitro (mL) misturados com diferentes produtos à base de bactérias.

Tratamentos	Média das UFCs de <i>Trichoderma</i>	Porcentagem de crescimento de <i>Trichoderma</i> (UFCs) em relação ao controle
T1- <i>T. asperellum</i> URM 5911 (Controle)	1,10 X 10 ⁹ *	100,00
T2- <i>T. asperellum</i> URM 5911 + <i>B. subtilis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> e <i>Enterococcus faecium</i>	1,33 X 10 ⁹ *	118,18
T3- <i>T. asperellum</i> URM 5911 + <i>B. subtilis</i> e <i>B. licheniformis</i>	6,60 X 10 ⁸ *	60,00
T4- <i>T. asperellum</i> URM 5911 + <i>B. pumilus</i> CCTB05, <i>B. subtilis</i> CCTB04 e <i>B. amyloliquefaciens</i> CCTB09	1,02 X 10 ⁹	90,73
T5- <i>T. asperellum</i> URM 5911 + <i>B. subtilis</i> QST 713	8,69 X 10 ⁸ *	79,00
T6- <i>T. asperellum</i> URM 5911 + <i>Bacillus subtilis</i> UFPEDA 764	6,05 X 10 ⁸ *	65,00

Valores seguidos de * nas colunas apresentam diferença estatística entre a testemunha. Os dados são valores médios de cinco repetições por tratamento. Valores significativos a 5% pelo teste de Dunnett.

Os tratamentos T3 (*T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis* e *B. licheniformis*), T5 (*T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis* QST 713) e T6 (*T. asperellum* URM 5911 + *Bacillus subtilis* UFPEDA 764) apresentaram quantidades de *Trichoderma* inferiores ao controle (T1-*T. asperellum* URM 5911), demonstrando uma porcentagem de inibição de 40; 21 e 45 %, respectivamente. Os referidos produtos foram parcialmente incompatíveis pois reduziram o crescimento de *T. asperellum* URM 5911. Essa redução no crescimento de *Trichoderma* pode estar relacionado a produção de lipopeptídeos produzido pelas bactérias, conforme relatam Sarwar et al. (2018). Estes pesquisadores expuseram que estes compostos são conhecidos por suas propriedades antimicrobiana e antifúngica, observada quando espécies de *Bacillus* exibiram atividade de controle de *T. atroviride* quando cultivados em meio de cultura Luria-Bertani (LB). Os lipopeptídeos quando testados em forma de extrato, também suprimiram significativamente o crescimento do *T. atroviride*.

As fengicinas e as iturinas, são lipopeptídeos, conhecidas por suas atividades antifúngicas. Estes compostos possuem uma estrutura anfifílica (porção hidrofílica e outra hidrofóbica) que facilita sua interação com componentes essenciais da membrana fúngica (esteróis e fosfolipídios). Esse contato resulta na formação de poros que torna a membrana mais permeável e sensível, comprometendo sua integridade estrutural (DELEU et al., 2005).

Um resultado semelhante foi relatado por Li et al. (2005), os pesquisadores observaram que devido a produção de iturina (composto antimicrobiano e antifúngico), especialmente produzido por *Bacillus subtilis*, está relacionado a lise de conídios de *T. harzianum*, e na formação dos clamidósporos (estrutura de resistência). A iturina atua danificando as membranas celulares de fungos e bactérias, causando vazamento do conteúdo celular.

Yang et al. (2024), notaram que na inoculação conjunta de *Bacillus* sp. 1-23 e *Trichoderma* spp. BBP-6, a bactéria inibiu o desenvolvimento e o crescimento do fungo. O estudo revelou que as células de *Bacillus* colonizaram as hifas do *Trichoderma*, resultando na destruição da parede celular do fungo.

Em estudos sobre os efeitos adversos de *Trichoderma* no cultivo de fungos comestíveis, os autores observaram que *Trichoderma* apesar de ser amplamente utilizado como agente de controle, pode agir de forma prejudicial em sistemas de cultivos de fungos, por ser agressivo, e ter capacidade de colonização muito rápida. No entanto, foi observado que diversas espécies de *Bacillus* possuem capacidade antagonista e podem ser usados no controle do *Trichoderma*, nessa situação os pesquisadores relataram incompatibilidade total (KIM et al. 2008).

Já no tratamento T2 (*T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium*), foi observado um estímulo significativo no crescimento do fungo. Este tratamento resultou em aumento de 18,18% no número de colônias do *Trichoderma*, indicando compatibilidade e sinergismo entre os produtos.

Um estudo mostrou que, o contato entre *Bacillus megaterium* TSB16, e o *Trichoderma harzianum*, resultou em um aumento no número de colônias, tanto do fungo quanto da bactéria. Esse sinergismo pode ser atribuído à liberação de metabólitos produzidos por ambos os microrganismos, que favorece o crescimento mútuo (KHADEEJATH RAJEELA., 2018). O que podemos observar é a semelhança de ambos os trabalhos que estudam a interação microbiana em um mesmo ambiente. Nos dois casos, a complementariedade metabólica resultou em crescimento sinérgicos dos microrganismos, e indicam que essa associação pode potencializar o uso conjunto dos agentes de controle biológico.

Em outro estudo, Schmoller (2021), quando utilizou uma combinação de *Trichoderma harziannum* URM 8119, *Trichoderma asperellum* URM 8120 e *Bacillus amyloliquefaciens* CCT 7901 no controle de *Sclerotinia sclerotiorum*, constatou que a associação desses microrganismos foi mais eficiente no combate ao patógeno em comparação ao uso individual de cada isolado, e o efeito sinérgico aumentou as populações benéficas dos microrganismos aplicados.

O tratamento T4 (*T. asperellum* URM 5911 + *B. pumilus* CCTB05, *B. subtilis* CCTB04 e *B. amyloliquefaciens* CCTB09) não apresentou diferença estatística do controle (T1- *T. asperellum* URM 5911), sendo compatível com as médias reais $1,02 \times 10^9$ e $1,10 \times 10^9$ equivalentes. Em estudo, Yobo et al., (2011) testaram *in vitro* a compatibilidade de *Trichoderma* sp. e *Bacillus* sp., e observaram que o contato entre esses microrganismos não interferiu no crescimento ou desenvolvimento de nenhum dos dois. Além disso, a aplicação conjunta desses microrganismos resultou em aumento significativo na produtividade do feijão. Resultado semelhante foi obtido por Singh (2021) ao estudar a compatibilidade de *T. harzianum*, *B. subtilis* e *P. fluorescens*, demonstrando que o uso conjunto desses agentes não interferiu no desenvolvimento individual das espécies. Além disso, o uso combinado teve efeito satisfatório no manejo desses patógenos habitantes do solo, *Meloidogyne incognita*, *Fusarium oxysporum* e *Rhizoctonia solani*.

Embora o presente estudo tenha mostrado que algumas misturas apresentaram incompatibilidade, outras revelaram compatibilidade, ou até sinergismo. Portanto, pode-se afirmar que mesmo diante de um resultado de compatibilidade entre *Trichoderma* e *Bacillus*,

é importante realizar testes prévios pois há variação nos resultados, dependendo das espécies/produtos. Além disso, é fundamental a realização de estudos em campo para validar os resultados em condições reais. No solo existem fatores bióticos e abióticos que podem influenciar positivamente, ou negativamente, o desenvolvimento de cada microrganismo presente nos produtos e suas respectivas misturas.

Experimento 2: compatibilidade de diferentes produtos à base de bactérias com *T. asperellum* URM 5911.

Os tratamentos T6 (*B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium* + *T. asperellum* URM 5911) e T7 (*B. subtilis* e *B. licheniformis* + *T. asperellum* URM 5911) e T8 (*B. pumilus* CCTB05, *B. subtilis* CCTB04 e *B. amyloliquefaciens* CCTB09 + *T. asperellum* URM 5911) apresentaram quantidades de colônias de bactérias inferiores quando comparados com seus respectivos controles. As porcentagens de redução foram de 98,38 e 98,00% para T6, e 96,31 e 98,62% para T7 e 70,59 e 84,13% no T8 nos ensaios 1 e 2, respectivamente (Tabela 4). Estas misturas de produtos apresentaram incompatibilidade parcial, visto que reduziram o número de colônias das bactérias.

Tabela 4. Contrastes das médias dos produtos à base de bactérias misturados com *T. asperellum* URM 5911

Contrastes	Médias reais (ensaio 1)	Médias reais (ensaio 2)	Redução (%) em relação ao controle
T6 - <i>B. subtilis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> e <i>Enterococcus faecium</i> + <i>T. asperellum</i> URM 5911	$(1,09 \times 10^6) + (1,77 \times 10^4)^*$	$(1,24 \times 10^6) + (2,48 \times 10^4)^*$	98,38 e 98,00
T7 - <i>B. subtilis</i> e <i>B.</i> <i>licheniformis</i> + <i>T.</i> <i>asperellum</i> URM 5911	$(1,57 \times 10^6) + (5,80 \times 10^4)^*$	$(1,45 \times 10^6) + (2,88 \times 10^4)^{**}$	96,31 e 98,62
T8 - <i>B. pumilus</i> CCTB05, <i>B. subtilis</i> CCTB04 e <i>B.</i> <i>amyloliquefaciens</i> CCTB09 + <i>T. asperellum</i> URM 5911	$(1,01 \times 10^6) + (2,97 \times 10^5)^{**}$	$(1,26 \times 10^6) + (2,00 \times 10^5)^{**}$	70,59 e 84,13
T9 - <i>B. subtilis</i> QST 713 + <i>T. asperellum</i> URM 5911	$(1,11 \times 10^7) + (2,97 \times 10^7)^{ns}$	$(4,88 \times 10^7) + (1,82 \times 10^7)^{ns}$	0 e 62,70
T10 - <i>Bacillus subtilis</i> UFPEDA 764 + <i>T.</i>	$(1,01 \times 10^6) + (1,22 \times 10^6)^{ns}$	$(1,31 \times 10^6) + (1,08 \times 10^6)^{ns}$	0 e 17,55

Optou-se por colocar as médias reais para facilitar o entendimento. O primeiro valor das médias corresponde ao controle, e o segundo, ao valor da mistura. Análise não paramétrica pelo teste de Kruskal-Wallis, e contrastes foram comparados pelo teste de Bonferroni. Valores seguidos de * ou ** nas colunas apresentam diferença estatística entre de 5% ou 1% de significância.

Guo et al (2021) em estudo *in vitro*, testaram os metabólitos de três espécies de *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. virens* e *T. koningi*) quanto ao potencial de inibição bacteriano utilizando *Ralstonia solanacearum* como alvo. Os autores relataram que os metabólitos de *T. harzianum* apresentaram maior atividade antibacteriana, seguido de *T. virens* e *T. koningi*. Esta atividade antibacteriana pode ser atribuída aos vários compostos bioativos presentes nos metabolitos desses fungos. Pode-se citar a lisozima que causa o rompimento da membrana, vazando seu conteúdo celular, causando a morte das células bacteriana. Essa pesquisa corrobora com os resultados do presente trabalho, que demonstrou redução significativa das colônias bacterianas presente nos produtos analisados.

Outra hipótese que valida os resultados, foi descrita por Xu et al. (2011), ao estudar o uso combinado de *Trichoderma* sp. e *Bacillus* sp. No estudo eles observaram alta capacidade inibitória dos microrganismos quando cultivado em conjunto, em um mesmo meio de cultura. Este ambiente pode resultar em competição por nutrientes, o que afeta negativamente o crescimento e a atividade de alguns deles. Além disso, a inibição entre as espécies pode estar relacionada não apenas a competição por nutrientes, mas também aos seus diferentes mecanismos de ação, como produção de enzimas, e metabólitos secundários.

Hibbing et al. (2010) explicam que em meios de cultura a competição por nutrientes se intensificam, devido à escassez de recursos. Nesse microambiente os microrganismos precisam competir entre si para acessar os nutrientes disponíveis. Aquele microrganismo que tiver eficiência na absorção dos nutrientes se sobressai, e terá mais chances de prevalecer.

Já o tratamento T9 (*B. subtilis* QST 713 + *T. asperellum* URM 5911) e T10 (*Bacillus subtilis* UFPEDA 764 + *T. asperellum* URM 5911) não apresentaram diferença estatística em relação aos controles. As porcentagens de redução foram 0 e 62,70% para T9, e 0 e 17,55% para T10, apresentando compatibilidade nas misturas testadas (Tabela 4). Estes resultados estão em concordância com os observados por Patkowska et al. (2020). Estes pesquisadores verificaram que o uso de *T. harzianum* na cultura da cenoura não apenas aumentou significativamente as populações de *Bacillus* sp., mas também estimulou o desenvolvimento de outras comunidades microbianas benéficas na rizosfera. Evidenciando que esses

microrganismos podem conviver sem causar nenhum problema no desenvolvimento dos mesmos.

5 CONCLUSÃO

O *Trichoderma asperellum* URM 5911 foi compatível com os tratamentos T2 (*T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium*) e T4 (*T. asperellum* URM 5911 + *B. pumilus* CCTB05, *B. subtilis* CCTB04 e *B. amyloliquefaciens* CCTB09), já a mistura com o T2 apresentou efeito sinérgico, aumentando o número de UFCs de *Trichoderma*. As misturas com os tratamentos T3 (*T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis* e *B. licheniformis*), T5 (*T. asperellum* URM 5911 + *B. subtilis* QST 713) e T6 (*T. asperellum* URM 5911 + *Bacillus subtilis* UFPEDA 764) apresentaram incompatibilidade parcial, com redução no número de UFCs de *Trichoderma*.

No experimento com produtos à base de bactérias, os tratamentos T9 (*B. subtilis* QST 713 + *T. asperellum* URM 5911) e T10 (*Bacillus subtilis* UFPEDA 764 + *T. asperellum* URM 5911), apresentaram compatibilidade com o *Trichoderma asperellum* URM 5911. Os tratamentos T6 (*B. subtilis*, *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium* + *T. asperellum* URM 5911), T7 (*B. subtilis* e *B. licheniformis* + *T. asperellum* URM 5911) e T8 (*B. pumilus* CCTB05, *B. subtilis* CCTB04 e *B. amyloliquefaciens* CCTB09 + *T. asperellum* URM 5911) apresentaram unidades formadoras de colônias de bactérias inferiores quando misturados com *Trichoderma*, havendo incompatibilidade parcial.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS. **Melão: da Caatinga para o mundo**. Abrafrutas, 2022. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2022/05/melao-1-da-caatinga-para-o-mundo/>. Acesso em: 02 ago. 2024.
- AGROFIT: **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- ALMEIDA, D. **Manual de culturas hortícolas**. Lisboa: Editorial Presença, v. 2, 326 p., 2006.
- ALVES, V. E. L.; AQUINO, J. R.; SILVA FILHO, R. I. A modernização da fruticultura irrigada e seus impactos socioeconômicos e ambientais no Vale do Açu/RN. **Revista GeoInterações**, v. 2, n. 1, p. 35-56, 2018.
- ALVES., L. C., **Pochonia boninensis como agente de controle biológico de patógenos habitantes do solo**. 2021.
- ANDRADE, B. S., MATIAS, R., CORRÊA, B. O., OLIVEIRA, A. K. M., GUIDOLIN, D. G. F., ROEL, A. R. Phytochemistry, antioxidant potential and antifungal of *Byrsonima crassifolia* on soil phytopathogen control. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 78, n. 1, p.140-146, 2014.
- ANUÁRIO. **Anuário Brasileiro de Horti & Fruti 2022**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2021. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-dehorti-fruti-2022/>. Acesso em: 13 jun. 2024.
- ANVISA - **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Monografias de agrotóxicos. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>>. Acesso em: 20 jul. 2024.
- ARAÚJO, C. B. **Desempenho das exportações de melão no Nordeste brasileiro no período de 1997 a 2013**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2016.
- AZEVEDO, D. M. Q.; ROCHA, F. S.; FERNANDES. M. F. G.; COSTA, C. A.; MUNIZ, M. F. S.; BARROSO, P. D.; AMARAL, F. L.; BAROSA, D. M. C. R. Antagonistic effect of *Trichoderma* isolates and its metabolites against *Fusarium solani* and *F. oxysporum* in chickpea. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 36344-36361, 2020.
- BAHADIR, P. S.; LİAQAT, F.; ELTEM, R. Plant growth promoting properties of phosphate solubilizing *Bacillus* species isolated from the Aegean Region of Turkey. **Turkish Journal of Botany**, v. 42, n. 2, p. 183–196, 2018.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas. Uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 332. P
- BETTIOL, Wagner.; PINTO, Z. V.; SILVA, J.C.; FARIA, M. R.; PACIFICO, M. G.; COSTA, L. S. A. S. Produtos comerciais à base de *Trichoderma*. **Trichoderma**, p. 45, 2019.
- BIOTRIO** – BIOTROP. Soluções Biológicas para a Agricultura e Pecuária. Disponível em: <https://www.biotrop.com.br/produto/biotrio/>. Acesso em: 25 ser. 2024.

BONETT, L. P.; HURMANN, E. M. S.; POZZA JÚNIOR, M. C.; ROSA, T. B.; SOARES, J. L. Biocontrole *in vitro* de *Colletotrichum musae* por Isolados de *Trichoderma* spp. **Uniciências**, v. 17, n. 1, p. 5-10, 2013.

BRAGA, A. F. INTERAÇÃO DE *Trichoderma asperellum* E *Bacillus* spp. UTILIZADOS NO CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS NA SOJA. 2021.

CAVALCANTE NETO, J. G.; FERREIRA, K. T. C.; ARAGÃO, F. A. S.; ANTÔNIO, R. P.; NUNES, G. H. S. Potential of parents and hybrids experimental of the yellow melon. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 2, 2020.

CHITTIHUNSA, T., BANGEEKHAN, E., WONGSAMITKUL, N., SUBSOMBOON, T., 2007. Triagem de *Bacillus* spp. suprimindo a infecção de *Trichoderma* sp. no cultivo de cogumelos. Atual. **Ciência e Tecnologia**. 7, 19–27.

COMPOST AID. Disponível em: <<https://www.alltech.com/pt-br/crop-science/protecao/compost-aid>>. Acesso em: 25 set. 2024.

COSTA, N. D. (Ed.) Coleção Plantar: Melão. 3 ed. Brasília: **Embrapa**, 2017. 191p.

CUNHA FILHO, J. N. **Logística do melão e melancia produzida no RN: problemas e perspectivas**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal rural do Semi Árido, Curso de Agronomia, Mossoró/RN 2022.

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M.; KLOSOWSKI, E. S.; HACHMANN, T. L. Produção e qualidade de três tipos de melão, variando o número de frutos por planta. **Revista Ceres**, v. 63, p. 523-531, 2016.

DELEU, M.; PAQUOT, M.; NYLANDER, T. Interação da fengicina com monocamadas lipídicas na interface ar-aquosa — implicações para o efeito da fengicina em membranas biológicas. **J. Colloid Interface Sci.** 2005, 283, 358–365.

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

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

Fan, B. et al. 2012. Gram-positive rhizobacterium *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 colonizes three types of plants in different patterns. " **Journal of Microbiology**, 50(1):38-44. DOI: 10.1007/s12275-012-1439-4

GANDOLFO, U. D; **espectro de gotas e deriva na pulverização de diferentes formulações de herbicidas**. 2018. 72 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Unesp, Botucatu, 2018.

GAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

GOUDA, S.; KERRY, R. G.; DAS, G.; PARAMITHIOTIS, S.; SHIN, H. S.; PATRA, J. K. Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. **Microbiological Research**, v. 206, p. 131–140, 2018.

GUIMARÃES, G. L. **Principais fatores comerciais condicionantes da disponibilidade de produtos isolados e em misturas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. Palestra... Gramado: 2014. CD ROM.

GUO, Y. LIU, Y. Sustainable Management of Soil-Borne Bacterium *Ralstonia solanacearum* *in vitro* and In Vivo through Fungal Metabolites of Different *Trichoderma* spp. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1491, 2021.

HASSAN, S. E. D. Plant growth-promoting activities for bacterial and fungal endophytes isolated from medicinal plant of *Teucrium polium* L. **Journal of Advanced Research**, v. 8, n. 6, p. 687–695, 2017.

HIBBING, M. E.; FUQUA, C.; PARSEK, M. R.; PETERSON, S.B. Competição bacteriana: sobrevivendo e prosperando na selva microbiana. *Nat. Rev. Microbiol.* 2010, 8, 15–25.

KESH, H.; KAUSHIK, P. Advances in melon (*Cucumis melo* L.) breeding: An update. **Scientia Horticulturae**, v. 282, p. 110045, 2021.

KHADEEJATH RAJEELA, T. H.; GUPTA, A.; GOPAL, M.; HEGDE, V.; THOMAS, G. V. Evaluation of Combinatorial Capacity of Coconut and Cocoa Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) with Biocontrol Agent *Trichoderma harzianum*. *Curr Inves Agri Curr Res* 3. CIACR. MS. ID. 000168. 404. **Plant Science**, v. 4, n. 165, p. 1-7, 2018.

KHUN, A. K. R.; PIOVESAN, K. C. P.; DE SOUZA JÚNIOR, I. T. **AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE FÍSICA DE AGROTÓXICOS INDICADOS PARA CULTURA DO ALGODOEIRO PARA MISTURA DE TANQUE**. TCC-Agronomia, 2023.

KIM, W.G., WEON, H.Y., SEOK, S.J., LEE, K.H. Características antagônicas *in vitro* de isolados de *Bacillus* contra *Trichoderma* spp. e três espécies de cogumelos. 36, 266–269. <https://doi.org/10.4489/MYCO.2008.36.4.266>, 2008.

KÖHL J.; POSTMA J.; NICOT P.; RUOCCO M.; BLUM B. Triagem gradual de microrganismos para uso comercial no controle biológico de fungos e bactérias parasitas de plantas. **Controle Biológico** 57(1):1-12, 2011.

LI, L.; QU, Q.; TIAN, B.; ZHANG, K.Q.; Induction of chlamydospores in *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium roseum* by antifungal compounds produced by *Bacillus subtilis* C2. **J. Phytopathol.** 2005, 153, 686–693. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2005.01038.x>.

MAPA; **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em :<https://www.gov.br/pt-br/orgaos/ministerio-da-agricultura-pecuaria-e-abastecimento>. Acesso em: 14 Jul. 2024.

MATTOS, M. et al. Avaliação de estratégias com agroquímicos no controle de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomate. *Pestic.: R. Ecotoxicol. Meio Amb.*, v. 12, n. 1, p. 131-144, 2002.

MEDEIROS, F. H. V.; SILVA, J. C. P.; PASCHOLATI, S.F. Controle biológico de doenças em plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 5 ed., v.1. Ouro Fino, MG: **Agronômica Ceres**, 2018, p. 261-274.

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 2024.

NASCIMENTO, P. G. M. L.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; FREITAS, F. C. L.; CRUZ, B. L. S.; DANTAS, A. M. M.; SALES JÚNIOR, R.; SILVA, W. L. Incidence of root of muskmelon in different soil management practices. **European Journal of Plant Pathology**, Londres, v. 152, p. 433-446, 2018.

NEM-OUT. Disponível em: <<https://www.alltech.com/pt-br/crop-science/protecao/nem-out>>. Acesso em: 25 set. 2024.

OLIVEIRA, S. M. A.; DANTAS, S. A. F.; GURGEL, L. M. S. Indução de resistência em doenças pós-colheita em frutas e hortaliças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.12, p.343-371.2015.

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.

PASCHOLATI, S. F.; DALIO, R. J. D. (2018). **Fisiologia do parasitismo: como as plantas se defendem dos patógenos**. In Manual de fitopatologia: princípios e conceitos (Vol. 1). Ouro Fino: Agronômica Ceres.

PATKOWSKA, E.; MIELNICZUK, E.; JAMIOŹKOWSKA, A.; SKWARYŹO-BEDNARZ, B.; BŹAZEWCZ-Ź WOŹNIAK, M. A influência de *Trichoderma harzianum* Rifai T-22 e outros bioestimulantes em microrganismos benéficos da rizosfera da cenoura. **Agron**. 2020, 10, 1637. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111637>.

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.

PINHEIRO, D. T. **Estresse salino no potencial fisiológico de sementes e no desenvolvimento vegetativo de melão (*Cucumis melo* L.)**. Dissertação (Mestre em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG, 2015.

PORTO, M. A. F. et al. Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) no controle da podridão radicular do meloeiro causada por associação de patógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 42, p. 327-332, 2016

POVEDA, J.; EUGUI, D. Combined use of *Trichoderma* and beneficial bacteria (mainly *Bacillus* and *Pseudomonas*): Development of microbial synergistic bio-inoculants in sustainable agriculture. **Biological Control**, v. 176, p. 105100, 2022.

Produção Agropecuária | IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/rn>>.

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

RICARTE, A. O; **Patossistema *Cucumis melo* l-podosphaera xanthii: variabilidade patogênica, identificação de fontes de resistência e estudo de herança**. 2019. 83 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Fitotecnia, Ufersa, Mossoró, 2019.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. Evolution and exploitation. In: ROBISON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. (Ed.). *Curcubis*. New York: CAB International, 1997. Cap. 2, p. 35.

SALES JÚNIOR, R.; SENHOR, R. F.; MICHEREFF, S. J.; NEGREIROS, A. M. P. Reaction of melon genotypes to the root's rot caused by *Monosporascus*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 1, p. 288 – 294, 2019.

SANTOS, G. R.; TSCHOEKE, P. H.; SARMENTO, R. A.; OLIVEIRA, E. E.; RODRIGUES SILVA, N.; DALCIN, M. S.; HADDI, K.; SILVA, R. S. Impact of growing seasons and pesticides used on the occurrence and severity of the gummy stem blight in melon cultivation in Brazil. **Eur. J. Plant Pathol**, p. 1-14, 2021.

SANTOS, P.; PRANDO, M.; MORANDO, R.; PEREIRA, G. V.; KRONKA, A. Utilização de extratos vegetais em proteção de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, 2013.

SARWAR, A.; BRADER, G.; CORRETTO, E.; ALETI, G.; ABAIDULLAH, M.; SESSITSCH, A.; HAFEEZ, F. Y. Qualitative analysis of biosurfactants from *Bacillus* species exhibiting antifungal activity. **PLoS One**, v. 13, n. 6, p. e0198107, 2018.

SAS Institute Inc. (2015). Guia do usuário do SAS/STAT 14.1. SAS Institute.

SCHMOLLER, I. Biocontrole com *Trichoderma* e *Bacillus* à *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja. 2021.

SINGH, S.; BALODI, R.; MEENA, P. N.; SINGHAL, S. Biocontrol activity of *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* against *Meloidogyne incognita*, *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*. **Indian Phytopathology**, v. 74, n. 3, p. 703-714, 2021.

SINGH, S.; SINGH, V.; PAL, K. Importance of microorganisms in agriculture. Climate and Environmental changes: Impact, **Challenges and Solutions**, 2017, 1, 93-117.

SRIVASTAVA, R. K.; SINGH, R. K.; KUMAR, N.; SINGH, S. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation 170 against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt. **Biological Control**, v.53, n.1 p. 24-31, 2010.

TORRES, M. J.; BRANDAN, C. P.; PETROSELLI, G.; ERRA BALSELLS, R.; AUDISIO, M. C. 2016. Antagonistic effects of *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* and *B. amyloliquefaciens* against *Macrophomina phaseolina*: SEM study of fungal changes and UV-MALDI-TOF MS analysis of their bioactive compounds. **Microbiological research**, 182:31-39. DOI: 10.1016/j.micres.2015.09.005

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 8.ed. Porto Alegre: Artmed, 894 p, 2006.

VELAZQUEZ-CEDE, M.; FARNET, A.M.; MATA, G.; SAVOIE, J.M.; Papel de *Bacillus* spp. no antagonismo entre *Pleurotus ostreatus* e *Trichoderma harzianum* em substratos de

palha de trigo tratados termicamente. **Bioresour. Technol.** 2008, 99, 6966–6973. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.01.022>.

XU, M., JEFFRIES, P., PAUTASSO, M., & JEGER, M. Combined Use of Biocontrol Agents to Manage Plant Diseases in Theory and Practice. **Phytopathology**, 2011, 101 (9). Recuperado de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdfplus/10.1094/PHYTO-08-10-0216>

YANG, X.; LI, T.; LIU, Y.; GU, Y.; LI, J.; WANG, C.; ZHAO, L.; WANG, X.; LI, W.; SUN, Y.; CHENG, F.; ZHU, D. *Bacillus* sp. alone or combined with salicylic acid inhibited *Trichoderma* spp. infection on harvested white *Hypsizygus marmoreus*. **Frontiers in Microbiology**, v. 15, p. 1324833, 2024.

YOBO, K. S.; LAING, M. D.; HUNTER, C. H. Effects of single and combined inoculations of selected *Trichoderma* and *Bacillus* isolates on growth of dry bean and biological control of *Rhizoctonia solani* damping-off. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 44, p. 8746-8756, 2011.