



**LAYLA ALVARENGA MÁXIMO PEREIRA**

**COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE  
COMPATIBILIDADE BASEADA NO TEMPO DE EXPOSIÇÃO E  
ANTIBIOGRAMA ENTRE UM PRODUTO BIOLÓGICO E  
DEFENSIVOS QUÍMICOS**

**LAVRAS – MG  
2023**

**LAYLA ALVARENGA MÁXIMO PEREIRA**

**COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE  
COMPATIBILIDADE BASEADA NO TEMPO DE EXPOSIÇÃO E  
ANTIBIOGRAMA ENTRE UM PRODUTO BIOLÓGICO E  
DEFENSIVOS QUÍMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências da  
Matriz Curricular do Curso de  
Agronomia.

Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha  
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados  
pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Pereira, Layla Alvarenga Máximo.

Comparação das metodologias de avaliação de compatibilidade baseada no tempo de exposição e antibiograma entre um produto biológico e defensivos químicos / Layla Alvarenga Máximo Pereira. - 2023.

37 p.: il.

Orientador(a): Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.  
Bibliografia.

1. Associação de produtos. 2. *Bacillus amyloliquefaciens*. 3. *Trichoderma harzianum*. I. Medeiros, Flávio Henrique Vasconcelos de. II. Título.

**LAYLA ALVARENGA MÁXIMO PEREIRA**

**COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE  
COMPATIBILIDADE BASEADA NO TEMPO DE EXPOSIÇÃO E  
ANTIBIOGRAMA ENTRE UM PRODUTO BIOLÓGICO E  
DEFENSIVOS QUÍMICOS**

**COMPARISON OF COMPATIBILITY ASSESSMENT  
METHODOLOGIES BASED ON EXPOSURE TIME AND ANTI-  
BIOGRAM BETWEEN A BIOLOGICAL PRODUCT AND  
CHEMICAL PESTS**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentada à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências da  
Matriz Curricular do Curso de  
Agronomia.

Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros

Orientador

**LAVRAS – MG  
2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me dar o dom da vida, por possibilitar essa minha jornada e me dar discernimento, saúde e sabedoria, sem ele nada seria possível.

Aos meus pais Ronaldo Pereira e Vivian Alvarenga Máximo, por todo apoio e por serem meus alicerces.

As minhas primas Evelyn Máximo Vilela e Emily Máximo Vilela, pela amizade e companheirismo.

A minha avó Jalva Alvarenga Máximo (in vivo) por todas as vezes em que estive comigo, e por todo amor, sinto sua falta todos os dias.

Aos meus tios Jefferson Jorcelino Máximo Filho e Giselly Goulart Máximo, Wilmer Arnold Ventura e Milena Máximo, André Vilela e Adriana Máximo Vilela, e ao meu avô Jorcelino Máximo Filho por todas as orações e pelo carinho de sempre.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade.

Ao professor Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros, pelos ensinamentos, orientação e pelas oportunidades.

Ao GC-BIO por me auxiliarem no meu desenvolvimento pessoal e profissional, pelas ótimas experiências que o grupo me proporcionou.

Aos meus amigos que fiz durante a universidade que foram essenciais em minha jornada, a Aline Santos, a Amanda Antao, a Ana Paula, ao Arthur Rosa, a Bruna Ferreira, ao Bruno Ashidani, a Flávia Mendes, a Gabriela Oliveira, a Giovana Murari, a Joyce Alves, a Júlia Oliveira, ao Luiz Miguel, ao Pedro Henrique, ao Victor Nardelli, ao Vinícius Pedrosa, obrigada por sempre estarem ao meu lado.

A todos que contribuíram para a construção deste trabalho.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

Com os novos estudos e tecnologias lançadas os produtos biológicos vem ganhando mercado e mostrando que podem ser ótimos complementos para aplicação de defensivos químicos, seja em aplicações alternadas ou em aplicações simultâneas. No caso específico de aplicações conjuntas de produtos biológicos e químicos é fundamental determinar a compatibilidade entre os produtos. Nesse contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar a compatibilidade do produto biológico junto com produtos químicos. O experimento foi realizado no laboratório de fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, e teve como objetivo avaliar a compatibilidade do produto biológico Shocker (*Bacillus* sp + *Trichoderma* sp.) a 27 diferentes produtos químicos. Os produtos serão avaliados na concentração recomendada pelo fabricante em um teste tipo antibiograma. Também foram avaliados pelo tempo de exposição de 2 horas centrifugados para diluição em série e plaqueamento em meio BDA e AN. As avaliações de compatibilidade quanto o tempo de exposição, indicaram que o *Trichoderma harzianum* foi compatível com a maioria dos produtos químicos testados pelo teste de DBA. As duas cepas de *Bacillus amyloliquefaciens* foram incompatíveis com a associação com Approve, Bravonil, Cronnos e Unizeb Gold. O *Trichoderma harzianum* apresentou compatibilidade com a maioria dos produtos químicos enquanto que para *Bacillus amyloliquefaciens* os resultados foram menores. A compreensão da possibilidade da compatibilidade entre o produto Shocker com demais produtos químicos permite maior segurança para recomendação nas misturas entre diferentes defensivos biológicos e químicos, além da redução nos custos de produção.

**Palavras-chave:** Associação de produtos; *Bacillus amyloliquefaciens*; *Trichoderma harzianum*, defensivos agrícolas.

## ABSTRACT

With the new studies and technologies launched, biological products have been gaining market share and showing that they can be great complements for the application of chemical pesticides, whether in alternating or simultaneous applications. In the specific case of joint applications of biological and chemical products, it is essential to determine the compatibility between the products. In this context, the objective of this work was to evaluate the compatibility of the biological product Shocker together with 27 different chemical products. The products will be tested at the concentration recommended by the manufacturer in an antibiogram type test and for those that are not compatible, they will be evaluated by exposure time of 2 hours, then incubation in a centrifuge for subsequent serial dilution and plating in PDA and AN medium. After data tabulation, compatibility analysis will be performed. As compatibility estimates for exposure time, indicates that *Trichoderma harzianum* was compatible with most of the chemicals tested on PBA test. The two strains of *Bacillus amyloliquefaciens* were incompatible with the association with Approve, Bravonil, Cronnos and Unizeb Gold. The exposure time of *Trichoderma harzianum* with most chemicals showed compatibility while for *Bacillus amyloliquefaciens* it less compatible. Understanding the association of Shocker with other chemical products allows for greater confidence in recommending mixtures of different biological and chemical defensives.

**Keywords:** Product association; *Bacillus amyloliquefaciens*; *Trichoderma harzianum*; agrochemicals.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> .....	15
<b>FIGURA 2:</b> <i>Trichoderma harzianum</i> .....	16
<b>FIGURA 3:</b> A – Shocker; B – Fluxo; C – Incubadora Shaker; D – Centrífuga; E – Peletização; F – Vortex; G – Rifotrat (antibiótico); H – Banho Maria; I – BOD.....	19
<b>FIGURA 4:</b> Tempo de exposição do produto Finale, apresentando compatibilidade no teste de AN com <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> .....	24
<b>FIGURA 5:</b> Tempo de exposição do produto Select na concentração 60, apresentando média compatibilidade no teste de BDA com <i>Trichoderma harzianum</i> .....	24
<b>FIGURA 6:</b> Antibiograma da testemunha e do produto Unizeb gold, respectivamente, apresentando incompatibilidade no teste de AN com <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> .....	25
<b>FIGURA 7:</b> Antibiograma da testemunha e do produto Flex, respectivamente, apresentando compatibilidade no teste de AN com <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> .....	25
<b>FIGURA 8:</b> Antibiograma da testemunha e do produto Ativum, respectivamente, apresentando incompatibilidade no teste de DBA com <i>Trichoderma harzianum</i> .....	25
<b>FIGURA 9:</b> Antibiograma da testemunha e do produto Perito, respectivamente, apresentando compatibilidade no teste de DBA com <i>Trichoderma harzianum</i> .....	26

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Fungicidas e herbicidas sintéticos testados quanto ao tempo de exposição com o biofungicida Shocker® .....	20
<b>Tabela 2:</b> Fungicidas e herbicidas sintéticos testados quanto a formação de halos indicativo de compatibilidade do biofungicida Shocker® .....	21
<b>Tabela 3:</b> Determinação da compatibilidade em função do tempo de exposição do produto Shocker pelos testes BDA e AN associado ao <i>Trichoderma harzianum</i> e <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> com fungicidas e herbicidas sintéticos.....	23
<b>Tabela 4:</b> Compatibilidade pelos testes BDA e AN associado ao <i>Trichoderma harzianum</i> e <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> com fungicidas e herbicidas sintéticos.....	27
<b>Tabela 5:</b> Comparação da compatibilidade em relação as metodologias de Tempo de exposição e do antibiograma com o produto Shocker, pelos testes BDA e AN associado ao <i>Trichoderma harzianum</i> e <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> com fungicidas e herbicidas sintéticos.....	28

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
<b>2.1</b> Uso de produtos biológicos na agricultura .....	13
<b>2.2</b> <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> .....	14
<b>2.3</b> <i>Trichoderma harzianum</i> .....	15
<b>2.4</b> Incompatibilidade físico química.....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	32
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

O controle fitossanitário de uma lavoura é realizado de forma integrada, com combinações de técnicas que envolvem desde a escolha da cultivar até o controle químico. As aplicações de agrotóxicos são realizadas nas propriedades da forma mais racional possível, para manutenção das lavouras em baixas pressões de pragas e doenças, permitindo maiores produtividades. A rotação de culturas é uma importante estratégia nas lavouras, porém, o resíduo vegetal quando não mineralizado adequadamente pode se tornar fonte de inóculos (REIS; CASA; BIANCHIN, 2011).

A utilização de associações de agroquímicos no pulverizador é uma prática muito comum, presente no dia a dia das propriedades agrícolas. A mistura em tanque de pelo menos dois produtos são realizadas por cerca de 97% dos produtores rurais (GAZZIERO, 2015). Por muitos anos a prática da mistura em tanque era praticada no obscurantismo devido a não ser regulamentada por nenhum órgão competente, sendo contemplada pela Instrução Normativa nº 40 de 11 de outubro de 2018. A IN40 possibilita que na própria receita agrônômica traga informações quanto a incompatibilidade em tanque de misturas em tanque (BRASIL, 2018).

A prática da mistura em tanque traz uma série de benefícios que permitem a otimização da operação reduzindo o número de entradas na área e conseqüentemente economizando combustíveis, consumo de água, menor compactação do solo e exposição do operador aos agrotóxicos. As associações de agrotóxicos podem ser divididas em três classes: aditiva, onde o efeito da combinação é igual a soma do seu uso isolado; antagonica, ocorrendo a interferência de um agrotóxico no desempenho do outro e; sinergismo, que os dois agrotóxicos têm efeito maior do que a soma deles isolados (TREZZI, 2007; GAZZIERO, 2015).

Entre vários benefícios que as associações de agrotóxicos trazem, uma insegurança na mistura em tanque se refere as incompatibilidades físicas. Os fatores que podem ser observados durante a incompatibilidade física são a formação de precipitados, floculações, separação de fases, coloides em suspensão, grumos. A incompatibilidade química também faz traz prejuízos no controle do alvo biológico, podendo não ser observada imediatamente, apenas após alguns dias da aplicação, decorrente da ineficácia do controle (DECARO et al., 2021).

Dessa forma, o presente estudo objetivou avaliar a compatibilidade da associação de *Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma harzianum* quanto ao tempo de exposição e antibiograma aos fungicidas e herbicidas utilizados na agricultura.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Uso de produtos biológicos na agricultura

Atualmente, encontram-se registrados no Brasil 552 defensivos biológicos (IBAMA, 2022). A utilização de produtos biológicos na agricultura tem crescido consideravelmente promovendo uma produção cada vez mais sustentável. O manejo integrado de produtos biológicos tem crescido entre de 10% a 20% ao ano em todo mundo. A adoção de produtos biológicos tem sido observada desde o tratamento de sementes para fixação de nitrogênio, como o uso de *Bacillus* spp. no controle de insetos (BUENO et al., 2022), *Bacillus aryabhatai* (CMAA 1363) promissora em promover tolerância de plantas de milho à deficiência hídrica (KAVAMURA, 2013).

Embora os produtos biológicos sejam usados em quantidades cada vez maiores, ainda é necessária a utilização de insumos sintéticos no controle fitossanitário das lavouras. A associação dos produtos biológicos aos sintéticos gera uma insegurança aos produtores pela quantidade reduzida de informações técnicas sobre estas associações (KAVAMURA, 2013). O atual movimento em direção à sustentabilidade agrícola ganha força mundial, assim o uso de agroquímicos, embora seja a realidade da maioria dos agricultores, tende a diminuir. Como tal, o cenário comum para melhorar a sustentabilidade agrícola com rendimentos para garantir a segurança alimentar inclui o uso crescente de bioprodutos, como inoculantes, juntamente com pesticidas, que ainda são indispensáveis para o controle de pragas e doenças. Portanto, a compatibilidade entre inoculantes e pesticidas deve ser melhor entendida (SANTOS et al., 2022).

Tamai et al., 2002 avaliaram a compatibilidade de *Beauveria bressiana* (análises por BDA) com a interação de 93 agrotóxicos em meio de cultura. Destes produtos 36 eram fungicidas, com apenas três fungicidas sendo compatíveis com a *Beauveria bressiana*. Em avaliação de exposição de *B. aryabhatai* ao fungicida Azoxtrobina + Ciproconazol, após 1h de exposição, houve crescimento desta bactéria quando em contato direto com o fungicida. Esse período foi suficiente para causar redução significativa da sua viabilidade, promovendo a morte de todas as células após o contato com o produto por tempo superior a 6h (VIEIRA e SANTOS, 2018).

A associação de produtos naturais com os biológicos também pode resultar em problemas de incompatibilidade. Luckmann et al., 2014, avaliando a interação de *Trichogramma pretiosum* com produtos naturais identificaram que afetaram alguns dos

parâmetros biológicos de *T. pretiosum* em laboratório. No entanto, no campo, esses efeitos podem ser ainda menores, já que no laboratório é forçado o contato. No campo, muitas vezes, os produtos podem não chegar a ter contato direto com o ovo da praga. Pode-se manejar o uso desses produtos, evitando-se aplicações simultâneas ou espaçando-se ao máximo possível suas pulverizações e a liberação do parasitoide (Luckmann et al., 2014).

O produto Shocker é um fungicida microbiológico formado pelas cepas de *Bacillus amyloliquefaciens* CPQBA 040-11DRM 01 e CPQBA 040-11DRM 04 e *Trichoderma harzianum*. O registro do produto é indicado para o controle de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* e *Sclerotinia sclerotiorum* em todas as culturas que estas doenças fúngicas ocorram. As aplicações do Shocker são recomendadas de forma preventiva ou com baixa incidência dos patógenos. O modo de aplicação pode ser realizado em tratamento de sementes, aplicações em jato dirigido e foliares sobre as plantas (AGRIVALLE, 2023).

## **2.2 *Bacillus amyloliquefaciens***

O *Bacillus amyloliquefaciens* é uma bactéria em formato de bastonete do tipo Gram-positivo, móveis por flagelos peritricos, tem catalase positivos e são formadores de esporos. Esta bactéria apresenta maior produção de  $\alpha$ -amilase e nucleotídeos de bases Guanina + Citosina na composição do seu DNA (PETRILLO, 2015).

O comportamento bioquímico desta bactéria é identificado pela hidrólise do amido, produção de acetimetil carbinol, fermentação de carboidratos como glicose, sacarose e lactose com produção de gás, hidrolisar a gelatina e reduzir nitrato a nitrito. A faixa de temperatura para crescimento varia 30 a 40°C. A maioria das substâncias com atividade antimicrobiana produzida por bactérias do gênero *Bacillus* spp. são ativas contra organismos Gram-positivos. Entretanto, muitas pesquisas apontam cepas de *B. amyloliquefaciens* com atividade antimicrobiana de espectro amplo (BOTELHO, 2022, DALACOSTA, 2019a).

A agricultura por muito tempo seguiu manejos denominados de “convencionais”, com uso indiscriminado de produtos químicos, grande revolvimento do solo e monocultivos. No entanto, ao longo dos anos sob esse sistema foi possível notar desequilíbrios, principalmente relacionados a resistência de pragas, doenças, plantas

daninhas e ao desgaste e empobrecimento dos solos. Dessa forma, hoje é notável a importância de manejos sustentáveis, que conservem o solo e aumentem a biodiversidade. Alguns resultados, como a produção de compostos voláteis produzidos por *B. amyloliquefaciens* apresentam atividade antifúngica contra o fungo filamentoso, auxiliando o manejo fitossanitário (VIEIRA, 2018, LEITE, 2021).



FIGURA 1: *Bacillus amyloliquefaciens*.

Fonte: Da autora (2023).

### **2.3 *Trichoderma harzianum***

O fungo *Trichoderma* tem uma série de vantagens que vão além da proteção de plantas, como pode colaborar com a agricultura em diversos aspectos fundamentais como no controle de nematoides no tomateiro (MEDEIROS et al., 2017), como aumentar a eficiência no uso de nitrogênio no algodão, promover o crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como a produtividade em lavouras de milho e aliviar os impactos dos estresses salinos no trigo (HARMAN, 2011).

O mecanismo de ação do *Trichoderma* apresenta diversas formas de atuação, podendo citar a antibiose, competição, indução de resistência contra diferentes tipos de patógenos e micoparasitismo. Em função destas características o *Trichoderma* promove de crescimento em plantas, induzindo à resistência, suprimindo os patógenos encontrados no solo (MEDEIROS et al., 2019).

A utilização de biofungicidas do gênero *Trichoderma* tem ganhado destaque na agricultura, sendo registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) são à base de: *T. harzianum*, *T. asperellum*, *T. koningiopsis* e *T. stromaticum*. A área tratada com *Trichoderma* spp foi superior a 5 milhões de hectares em 2015, Entre os biofungicidas *Trichoderma* no Brasil. *T. harzianum* responde por 66% do mercado (BETTIOL; SILVA; CASTRO, 2019).

No entanto, a eficiência de atuação desse fungo é dependente de fatores bióticos e abióticos específicos, como temperatura, umidade, pH e disponibilidade de nutrientes (MEDEIROS et al., 2019).



FIGURA 2: *Trichoderma harzianum*

Fonte: Da autora (2023).

## 2.4 Incompatibilidade físico química

Para não comprometer o manejo integrado de pragas e doenças é necessária uma estratégia prática e econômica para a conservação desses microrganismos na área, podendo ser feita através da aplicação de agrotóxicos seletivos. Assim, torna-se importante conhecer a ação dos produtos fitossanitários, determinando a sua seletividade e compatibilidade sobre os microrganismos, com o objetivo de minimizar os impactos tanto no ambiente quanto na microbiota residente (DECARO et al., 2021).

Grande parte das reações dos inseticidas químicos utilizados é desconhecida, devido à carência de informações a respeito da compatibilidade desses produtos com microrganismos. Essa interação entre agrotóxicos e microrganismos, ou seja, seletividade e controle associado devem receber uma atenção especial em culturas onde o uso do

controle químico seja indispensável, e onde os problemas causados pelo ataque de patógenos são considerados ponto chave na condução das culturas (VIEIRA et al., 2018).

O controle fitossanitário de uma lavoura é realizado de forma integrada, com combinações de técnicas que envolvem desde a escolha da cultivar até o controle químico. As aplicações de agrotóxicos são realizadas nas propriedades para manutenção das lavouras em baixas pressões de pragas e doenças, permitindo maiores produtividades (BOTELHO, 2022).

A mistura em tanque de pelos menos dois produtos são realizadas por cerca de 97% dos produtores rurais (GAZZIERO, 2015). Por muitos anos a prática da mistura em tanque era praticada sem ser regulamentada por nenhum órgão competente, sendo assim, a Instrução Normativa nº 40 de 11 de outubro de 2018, possibilita que na própria receita agrônômica sejam encontradas informações quanto a incompatibilidade em tanque de misturas em tanque.

A prática da mistura em tanque traz uma série de benefícios que permitem a otimização da operação reduzindo o número de entradas na área e conseqüentemente economizando combustíveis, consumo de água, menor compactação do solo e exposição do operador aos agrotóxicos (DECARO et al., 2021). As associações de agrotóxicos podem ser divididas em três classes: aditiva, onde o efeito da combinação é igual a soma do seu uso isolado; antagônica, ocorrendo a interferência de um agrotóxico no desempenho do outro e; sinergismo, que os dois agrotóxicos têm efeito maior do que a soma deles isolados.

Entre vários benefícios que as associações de agrotóxicos trazem, uma insegurança na mistura em tanque se refere as incompatibilidades físicas. Os fatores que podem ser observados durante a incompatibilidade física são a formação de precipitados, floculações, separação de fases, coloides em suspensão, grumos. A incompatibilidade química também faz traz prejuízos no controle do alvo biológico, podendo não ser observada imediatamente, apenas após alguns dias da aplicação, decorrente da ineficácia do controle (BOTELHO, 2022).

A compatibilidade entre insumos químicos e biológicos é de grande importância na preservação das espécies benéficas que habitam os agroecossistemas. Exemplo disso é a necessidade da compatibilidade de inoculantes à base de *Bradyrhizobium* spp., *Azospirillum* spp. e, mais recentemente, *Bacillus* spp. que são usualmente

disponibilizados às plantas via tratamento de sementes com inseticidas, fungicidas e micronutrientes (Santos et al., 2021). Entre os benefícios do uso compatível de bioinsumos com insumos sintéticos está a maior sustentabilidade do sistema produtivo, com surtos de pragas menos frequentes (em consequência do equilíbrio do agroecossistema), redução dos custos de aplicação, maior eficiência da fixação biológica de nitrogênio e promoção de crescimento de plantas. Esses benefícios irão propiciar maior lucratividade ao produtor rural e contribuir para uma agricultura mais sustentável

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de fitopatologia no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras. Os produtos foram avaliados conforme a dose recomendada pelo fabricante.

Os tratamentos foram compostos por 27 defensivos agrícolas, associados ao biofungicida Shocker, descritos na tabela 1 quantos as suas respectivas doses. As avaliações realizadas foram relacionadas ao tempo de exposição. O biofungicida Shocker (Figura 1A) os produtos dentro do Fluxo (Figura 1B) foram colocados em tubo Falcon, seguindo a ordem de primeiro os químicos e depois o biológico, e levados para a incubadora Shaker (Figura 1C) por 2 horas a 150 RPM, em seguida centrifugados e o pellet lavado (Figura 1E), a centrifugação foi repetida 2 vezes para retirar o resíduo do produto. O pellet ressuspendido em água autoclavada com o auxílio do Vortex (Figura 1F), foi diluído em série até a concentração de  $10^{-8}$  e plaqueado em meio BDA com Rifotrat (Figura 1G) para observação apenas do *T. harzianum*. Já os pellets para diluição em meio AN foram colocados em banho maria (Figura 1 H) para observarmos apenas colônias de *B. amyloliquefaciens*.



FIGURA 3: A – Shocker; B – Fluxo; C – Incubadora Shaker; D – Centrífuga; E – Peletização; F – Vortex; G – Rifotrat (antibiótico); H – Banho Maria.

Foi replicado uma testemunha em ambos os meios com apenas a diluição em série do produto biológico para comparação. Depois de prontas as placas foram embaladas com plástico PVC e levadas para a BOD.

Tabela 1: Fungicidas e herbicidas sintéticos testados quanto ao tempo de exposição com o biofungicida Shocker®. (Continua)

<b>Produto</b>	<b>P. Ativo</b>	<b>Classe</b>	<b>Amostra (ML)</b>	<b>Shocker (g)</b>
2,4-D	2,4-D 670	Herbicida	112,5	0,01875
Alto 100	Ciproconazol	Fungicida	75,0	0,01875
Approve	Tiofanato metilico + Fluazinam	Fungicida	15,0	0,01875
Aproach Prima	Ciproconazol + Picoxistrobina	Fungicida	37,5	0,01875
Ativum	Epoxiconazol+Fluxapiroxade+Piraclostrobina	Fungicida	112,5	0,01875
Azimut Supra	Azoxistrobia + Mancozeb + Tebuconazol	Fungicida	187,5	0,01875
Bravonil	Clorotalonil 500 SL	Fungicida	112,5	0,01875
Battle	Flutriafol	Fungicida	45,0	0,01875
Classic	Clorimurrom 250 WG	Herbicida	6,0	0,01875
Cronnos	Mancozebe + Picoxistrobina + Tebuconazol	Fungicida	187,5	0,01875
Difere	Oxicloreto de Cobre	Fungicida	112,5	0,01875
Elatus	Azoxistrobina + Benzovindiflupyr	Fungicida	37,5	0,01875
Finale	Glufosinato 200	Herbicida	225,0	0,01875
Flex	Fomesafem 250 SL	Herbicida	75,0	0,01875
Fox	Proticonazol + Trifloxistrobina	Fungicida	37,5	0,01875
Fox Xpro	Proticonazol + Trifloxistrobina + Bixafem	Fungicida	37,5	0,01875
Impact 125	Flutriafol	Fungicida	150,0	0,01875
Orkestra	Fluxapiroxade + Piraclostrobina	Fungicida	45,0	0,01875
PRIMOLEO	Atrazina	Herbicida	375,0	0,01875
Rivax	Carbendazim + Tebuconazol	Fungicida	112,5	0,01875
Roundup Original	Glifosato 480 SL	Herbicida	300,0	0,01875
Select 33,75	Cletodim	Herbicida	33,75	0,01875
Select 60	Cletodim	Herbicida	60,0	0,01875
Sphere Max	Ciproconazol + Trifloxistrobina	Fungicida	30,0	0,01875
Unizeb Gold	Mancozeb	Fungicida	112,5	0,01875
Verdict	Haloxifope 520 CE	Herbicida	22,5	0,01875
Vessarya	Benzovindiflupyr +Picoxistrobina	Fungicida	67,5	0,01875

ZAPP QI	Glifosato	Herbicida	150,0	0,01875
---------	-----------	-----------	-------	---------

Fonte: Da autora (2023).

O resultado foi expresso em relação à testemunha. As placas foram classificadas quanto a compatíveis quando a diluição foi igual ou maior que a da testemunha, classificados como médio e pouco compatíveis quando a diluição se encontrava menor, e quando não houve crescimento foram classificadas como incompatíveis.

Seguindo a metodologia do antibiograma, com os tratamentos descritos na tabela 2, quanto as doses dos produtos químicos e do biofungicida Shocker dentro do Fluxo os produtos químicos foram colocados em tubo Falcon, e emergidos neles 3 discos de papel filtro cortados em formato redondo, foi feito também em um tubo Falcon uma solução estoque contendo apenas o produto biológico e deixado em banho maria para posterior disposição nas placas de AN, nas placas de BDA + Rifotrat foram esparramados com a ajuda da alça de Drigalski o Shocker e posterior o mesmo será feito na placa de AN. Após a secagem das placas com o auxílio de uma pinça flambada no fogo retiramos um a um o papel filtro de dentro do tubo e dispomos sobre os meios em formato de triângulo. Foi replicado uma testemunha em ambos os meios com o produto biológico sobre a placa e os discos emergidos apenas em água. Depois de prontas as placas foram embaladas com plástico PVC e levadas para a BOD.

Tabela 2: Fungicidas, herbicidas sintéticos testados quanto ao antibiograma com o biofungicida Shocker®. (Continua)

Produto	P. Ativo	Classe	Amostra (ML)	Shocker (g)
2,4-D	2,4-D 670	Herbicida	75	0,06
Alto 100	Ciproconazol	Fungicida	100	0,06
Approve	Tiofanato metilico + Fluazinam	Fungicida	50	0,06
Aproach Prima	Ciproconazol + Picoxistrobina	Fungicida	30	0,06
Ativum	Epoxiconazol+Fluxapiraxade+Piraclostrobina	Fungicida	100	0,06
Azimut Supra	Azoxistrobia + Mancozeb + Tebuconazol	Fungicida	25	0,06
Bravonil	Clorotalonil 500 SL	Fungicida	133,3	0,06
Battle	Flutriafol	Fungicida	30	0,06
Classic	Clorimurum 250 WG	Herbicida	8	0,06
Cronnos	Mancozebe + Picoxistrobina + Tebuconazol	Fungicida	200	0,06

Difere	Oxicloreto de Cobre	Fungicida	75	0,06
Elatus	Azoxistrobina + Benzovindiflupyr	Fungicida	15	0,06
Finale	Glufosinato 200	Herbicida	85,7	0,06
Flex	Fomesafem 250 SL	Herbicida	50	0,06
Fox	Proticonazol + Trifloxistrobina	Fungicida	71,4	0,06
Fox Xpro	Proticonazol + Trifloxistrobina + Bixafem	Fungicida	71,4	0,06
Impact 125	Flutriafol	Fungicida	50	0,06
Orkestra	Fluxapiraxade + Piraclostrobina	Fungicida	35	0,06
PRIMOLEO	Atrazina	Herbicida	300	0,06
Rivax	Carbendazim + Tebuconazol	Fungicida	437,5	0,06
Roundup Original	Glifosato 480 SL	Herbicida	500	0,06
Select 33,75	Cletodim	Herbicida	45	0,06
Select 60	Cletodim	Herbicida	100	0,06
Sphere Max	Ciproconazol + Trifloxistrobina	Fungicida	28,6	0,06
Unizeb Gold	Mancozeb	Fungicida	300	0,06
Verdict	Haloxifope 520 CE	Herbicida	50	0,06
Vessarya	Benzovindiflupyr +Picoxistrobina	Fungicida	60	0,06
ZAPP QI	Glifosato	Herbicida	150	0,06

Fonte: Da autora (2023).

O resultado foi expresso em inibição em relação à testemunha e realizada a checagem da presença ou não do halo de inibição de crescimento das colônias ao redor dos discos. As placas foram classificadas quanto a compatíveis, caso não houvesse a presença do halo, se os halos formados fossem inferiores, foram classificados como médio e pouco compatíveis, comparativamente à testemunha. Quando houve formação de halos foram considerados incompatíveis.

Em ambas as metodologias para os produtos à base de bactéria, as avaliações de compatibilidade foram feitas após 48 horas de incubação e para os produtos fúngicos, de cinco a seis dias após a incubação.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações de compatibilidade quanto o tempo de exposição, tabela 3, indicaram que o *Trichoderma harzianum* foi compatível com a maioria dos produtos químicos testados pelo teste de DBA.

Tabela 3: Determinação da compatibilidade em função do tempo de exposição do produto Shocker pelos testes BDA e AN associado ao *Trichoderma harzianum* e *Bacillus amyloliquefaciens* com fungicidas e herbicidas sintéticos.

PRODUTO	BDA						AN					
	<i>T. harzianum</i>						<i>B. amyloliquefaciens</i> (2 CEPAS)					
	Com.	Pou.	Med.	Inc.	Dil.	Tes.	Com.	Pou.	Med.	Inc.	Dil.	Tes.
2,4-D	X				10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Alto 100	X				10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>
Approve				X	-	10 <sup>-2</sup>				X	-	10 <sup>-2</sup>
Aproach Prima	X				10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>
Ativum			X		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	X				10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>
Azimut Supra				X	-	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>
Bravonil		X			10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>				X	-	10 <sup>-2</sup>
Battle	X				10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>
Classic			X		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>
Cronnos			X		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>				X	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Difere	X				10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Elatus	X				10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>
Finale	X				10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	X				10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>
Flex	X				10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Fox				X	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Fox Xpro				X	-	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>
Impact 125	X				-	10 <sup>-2</sup>	X				10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>
Orkestra			X		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		-	10 <sup>-3</sup>
PRIMÓLEO	X				10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	X				10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>
Rivax				X	-	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Roundup Original				X	-	10 <sup>-3</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Select 33,75	X				10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Select 60	X				10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Sphere Max		X			10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-3</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Unizeb Gold				X	-	10 <sup>-2</sup>				X	-	10 <sup>-2</sup>
Verdict	X				10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>
Vessarya	X				10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	X				10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>
ZAPP QI				X	-	10 <sup>-3</sup>			X		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>

Fonte: Da autora (2023).

Os produtos Approve, Azimut Supra, Fox, Fox Xpro, Rivax, Roundup Original, Unizeb Gold e Zapp QI foram incompatíveis. A incompatibilidade observada foi em relação aos fungicidas, o que é coerente com o *Trichoderma harzianum*, apesar que também foram incompatíveis com o glifosato. O tempo de exposição do *Bacillus amyloliquefaciens* aos produtos químicos teve predominância de compatibilidade média (FIGURA 4). Os produtos Approve, Bravonil, Cronnos e Unizeb Gold foram incompatíveis.

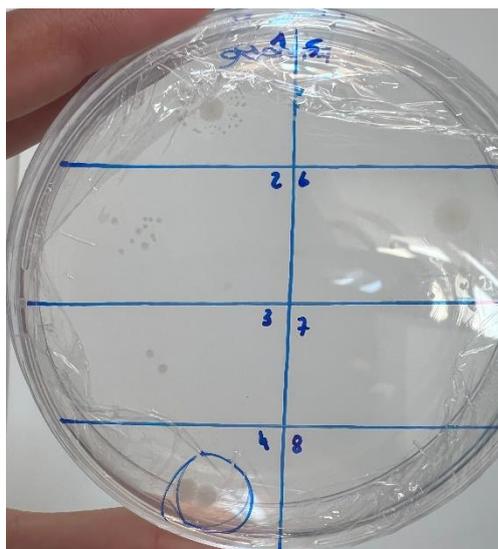


FIGURA 4: Tempo de exposição do produto Finale, apresentando compatibilidade no teste de AN com *Bacillus amyloliquefaciens*.



FIGURA 5: Tempo de exposição do produto Select na concentração 60, apresentando média compatibilidade no teste de BDA com *Trichoderma harzianum*.

O maior tempo de exposição de *Trichoderma harzianum* com os produtos a base dos ingredientes ativos Tiram/ Carbendazin + Imidacloprido/ Tiodicarbe e Tiofanato Metílico/ Fluazinam + Bifentrina/Imidacloprido, não possibilitaram o crescimento do *Trichoderma* (DALACOSTA, 2019b). LIMA, 2019, realizando pesquisa sobre a compatibilidade de *Trichoderma harzianum* em produtos registrados para o alface observou que os isolados de *Trichoderma* colonizaram com sucesso a superfície do BDA suplementado com os fungicidas a base de boscalida, iprodiona e os inseticidas a base de imidacloprido, e foram considerados compatíveis com esses ingredientes ativos. Ótimos resultados foram alcançados com os ingredientes ativos, já que não apresentaram inibição do crescimento micelial nos isolados estudados, exceto o tiabendazol (LIMA, 2019).

Em trabalho realizado por Botelho, 2022 o tempo de exposição e a dose de Roundup Original e ao Zapp QI também foram os produtos que mais interferiram na germinação de conídios de *Trichoderma*. A utilização de *T. harzianum* apresenta maior resistência a temperaturas mais elevadas do que outras espécies do gênero *Trichoderma*. Oliveira et al., 2019, avaliando os conídios germinados de *T. harzianum* a diferentes temperaturas, observaram que a 30 °C responderam por 63% de germinação, porém, teve o rendimento a 35 °C em 100%, demonstrando uma maior capacidade de adaptação do isolado *T. harzianum* às condições extremas de temperatura.

Tabela 4: Determinação da compatibilidade em função do antibiograma do produto Shocker pelos testes BDA e AN associado ao *Trichoderma harzianum* e *Bacillus amyloliquefaciens* com fungicidas e herbicidas sintéticos. (Continua)

PRODUTO	BDA				NA			
	<i>T. harzianum</i>				<i>B. amyloliquefaciens</i> (2CEPAS)			
	COMP.	POUCO	MÉDIO	INCOMP.	COMP.	POUCO	MÉDIO	INCOMP.
2,4-D	X							X
Alto 100				X		X		
Approve			X					X
Aproach Prima	X				X			
Ativum				X		X		
Azimet Supra				X		X		
Bravonil		X						X
Battle	X						X	
Classic			X					X
Cronnos				X				X
Difere		X						X

Elatus		X				X		
Finale		X						X
Flex	X				X			
Fox				X				X
Fox Xpro				X				X
Impact 125				X	X			
Orkestra				X	X			
PRIMÓLEO		X			X			
Rivax				X	X			
Roundup Original				X				X
Select 33,75			X					X
Select 60		X						X
Sphere Max		X					X	
Unizeb Gold				X				X
Verdict	X					X		
Vessarya	X				X			
ZAPP QI		X			X			

Fonte: Da autora (2023).

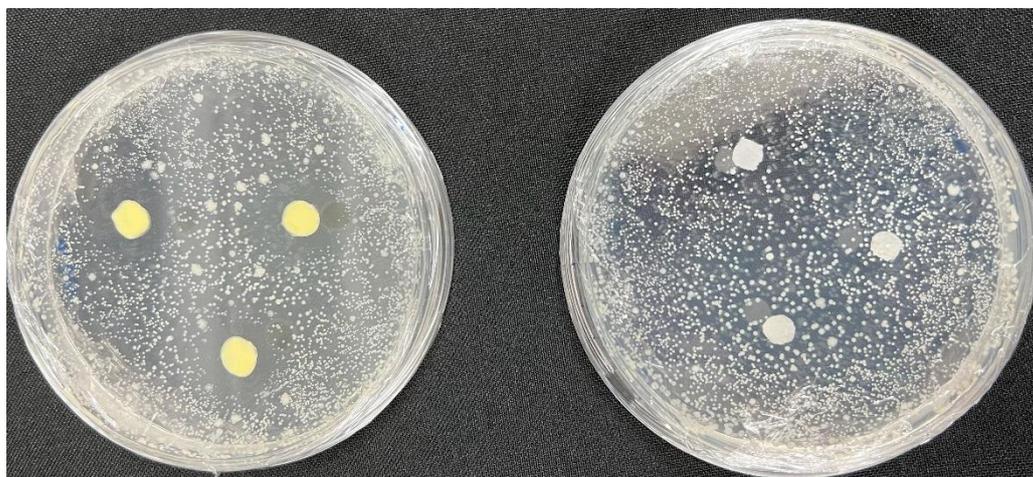


FIGURA 6: Antibiograma da testemunha e do produto Unizeb gold, respectivamente, apresentando incompatibilidade no teste de AN com *Bacillus amyloliquefaciens*.

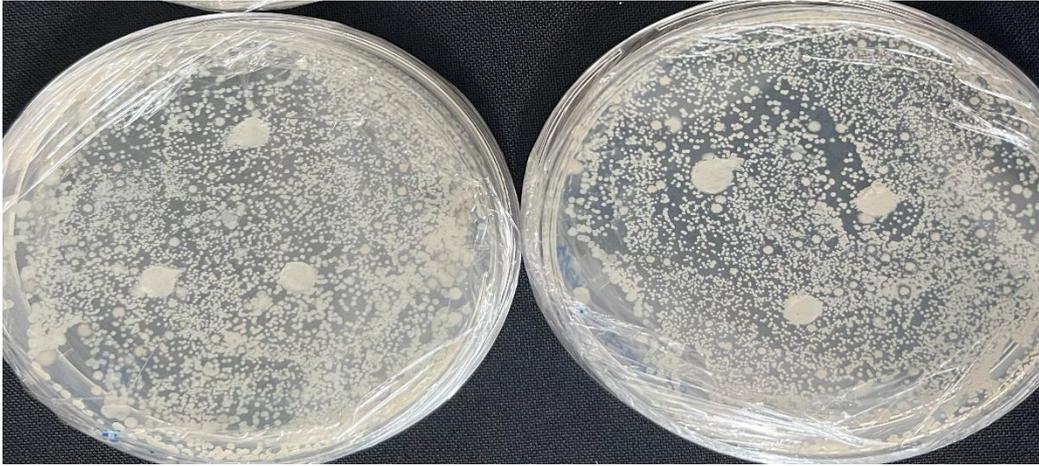


FIGURA 7: Antibiograma da testemunha e do produto Flex, respectivamente, apresentando compatibilidade no teste de AN com *Bacillus amyloliquefaciens*.



FIGURA 8: Antibiograma da testemunha e do produto Ativum, respectivamente, apresentando incompatibilidade no teste de DBA com *Trichoderma harzianum*.

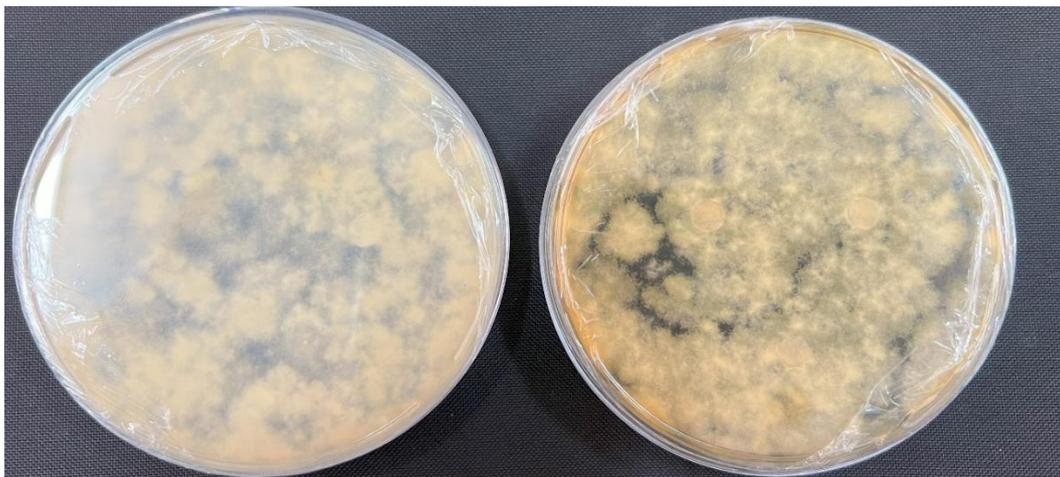


FIGURA 9: Antibiograma da testemunha e do produto Perito, respectivamente, apresentando compatibilidade no teste de DBA com *Trichoderma harzianum*.

Fonte: Da autora (2023).

Os testes de compatibilidade segundo a metodologia de antibiograma com o BDA indicaram incompatibilidade nas associações do *Trichoderma harzianum* com 2,4-D, Appove, Azimute Supra, Cronnos, Fox, Fox Xpro, Rivax, Roundup Original, Select, Verdict e Vessarya (Tabela 4).

Os agroquímicos Sphere Max e Zapp QI apresentaram compatibilidade intermediária, em comparação com a testemunha. Os fungicidas Ativum, Bravonil, Difere apresentaram pouca compatibilidade. O *Trichoderma harzianum* foi compatível com Alto 100, Aproach Prima, Battle, Flex, Impact, Orkestra e Primóleo. Os demais produtos avaliados foram incompatíveis, o Orkestra, princípio ativo pertencente ao grupo das carboxamidas inibe a respiração mitocondrial dos fungos, resultando ao fim do processo no bloqueio da produção de ATP (CARRIJO, 2014).

Tabela 5: Comparação da compatibilidade em relação das metodologias de Tempo de exposição e do antibiograma com o produto Shocker, pelos testes BDA e AN associado ao *Trichoderma harzianum* e *Bacillus amyloliquefaciens* com fungicidas e herbicidas sintéticos. (Continua)

PRODUTOS	TEMPO DE EXPOSIÇÃO		ANTIBIOGRAMA	
	BDA	AN	BDA	NA
2,4-D	X		X	X
Alto 100	X			
Approve				X
Aproach Prima	X		X	
Ativum		X		
Azimut Supra				
Bravonil				X
Battle	X		X	
Classic				X
Cronnos				X
Difere	X			X
Elatus	X			
Finale	X	X		X
Flex	X		X	
Fox				X
Fox Xpro				X
Impact 125	X	X		

Orkestra				
PRIMÓLEO	X	X		
Rivax				
Roundup Original				X
Select 33,75	X			X
Select 60	X			X
Sphere Max				
Unizeb Gold				X
Verdict	X		X	
Vessarya	X	X	X	
ZAPP QI				

Fonte: Da autora (2023)

Em trabalho realizado por BOTELHO, 2022, o herbicida Zapp QI e seguido por Roundup Original foram responsáveis pela maior incompatibilidade com *Trichoderma spp.* inibindo completamente a germinação dos conídios de quatro cepas, diferentemente dos resultados observados com Zapp QI neste trabalho. A autora atribuiu esse efeito a maior concentração de princípio ativo encontrado em Zappi QI, influenciando na inibição.

As associações de inseticidas biológicos, aplicados com inseticidas sintéticos podem gerar incompatibilidade entre os produtos, inibindo a germinação e desenvolvimento do tubo germinativo, causando alterações na patogenicidade ou virulência dos fungos. Os efeitos tóxicos dos produtos fitossanitários sobre os fungos podem variar em função da natureza química dos produtos, da sua concentração e das espécies e/ou isolados do agente microbiano (BORGES; NOVA, 2011).

A utilização do fungo *Trichoderma* na agricultura é por se tratar de um dos principais agentes de controle biológico de doenças fúngicas. Entre seus benefícios são baixo impacto ambiental, evitar seleção de microrganismos resistentes, período residual no ambiente em função da permanência na rizosfera da planta e a capacidade de colonizar estruturas de sobrevivência (MEDEIROS et al., 2017; BOTELHO, 2022).

Em trabalho realizado por Saxena et al. (2014) avaliando a compatibilidade de *T. harzianum* com nove fungicidas, seis inseticidas e sete herbicidas observaram aumento progressivo na porcentagem de inibição do crescimento radial do fungo conforme elevavam-se as doses dos fungicidas.

A utilização de *Trichoderma* spp. são uma opção ao manejo com produtos químicos, podendo ser utilizados de forma integrada na lavoura. Inclusive, estas associações com *Trichoderma* e produtos sintéticos podem causar efeitos sinérgico e aditivo. Diferentes agroquímicos são utilizados nos sistemas agrícolas (fungicidas, inseticidas, herbicidas, entre outros) (SANTORO et al., 2014). As associações dos controles biológico e químico devem passar pelo crivo da compatibilidade entre ingredientes ativos, formulações, doses, tecnologia e época de aplicação (DALCOSTA et al., 2019).

As duas cepas de *Bacillus amyloliquefaciens* foram incompatíveis em associação com Approve, Classic, Difere, Fox, Fox Xpro, Rivax, Roundup original, Select nas concentrações de 60 e Unizeb Gold. A compatibilidade média foi observada apenas em Aproach Prima, Battle, Select concentrações 33,75 e Sphere max.

As bactérias e os fungos presentes no solo são os principais responsáveis pela degradação microbiana dos herbicidas, podendo ter influenciado nas interações com o Shocker. Estes microorganismos são responsáveis pela transformação completa dos produtos, dando origem a gás carbônico, água e sais minerais, ou incompleta, originando metabólitos, que podem ser mais ou menos tóxicos que a molécula original (MONQUERO; SILVA, 2021).

Gadotti, 2018 avaliando tratamento de sementes de soja com *Bacillus amyloliquefaciens* associado a fluxapiraxade em condições de déficit hídrico apresentaram maior desenvolvimento radicular, indicando a compatibilidade destes dois produtos.

A associação de *B. amyloliquefaciens* com químicos fungicidas resultou em efeitos antifúngicos in vitro sinérgicos e doença significativa controlando a eficácia contra *Fusarium* em condições de casa de vegetação e campo, sugerindo que *B. amyloliquefaciens* tem um forte efeito quimiossensibilizante. O efeito sinérgico *B. amyloliquefaciens* com fungicidas químicos resulta em um aumento do dano da parede celular, afetando a permeabilidade da membrana celular em os fungos fitopatogênicos (KIM et al., 2017).

Embora não tenha sido realizada a identificação das diferentes cepas de *Bacillus amyloliquefaciens*, esta informação poderia contribuir para a melhor entendimento entre a compatibilidade média observada no trabalho. As cepas de *Bacillus amyloliquefaciens*

CPQBA 040-11DRM 01 e CPQBA 040-11DRM 04 podem ser identificadas com o uso do BioPCR, quantificando cada cepa para demonstrar qual foi mais influenciada pela incompatibilidade com os defensivos (SCHAAD et al., 1995). Essa metodologia permite distinguir as cepas utilizadas e compreender qual é mais susceptível, podendo realizar-se os teste de compatibilidade individualmente.

Outra característica que pode ter influenciado em sua compatibilidade é a formulação do produto Shocker ser uma suspensão concentrada, dificultando a formação dos pellets. O *Bacillus amyloliquefaciens* é um bio-surfactante que possui lipopeptídeos, responsáveis pela inibição dos fungos. Dentre eles os que se mostraram mais relevantes foram a iturina, a surfactina e a fengicina. Sua atuação é relacionada a mecanismos diretos e indiretos, como na produção de fitormônios, lipopeptídeos, sintetizando enzimas e compostos antifúngicos, e na aquisição de nutrientes como o fósforo e nitrogênio, potencializando o crescimento de algumas plantas (ABREU et al., 2022). Para potenciais efeitos do *Bacillus amyloliquefaciens*, é indicado que seu uso seja realizado sem interferências de produtos sintéticos que promovam a inibição dos seus metabólitos por incompatibilidade.

Em avaliações no controle de *Sclerotinia sclerotiorum*, controlados com *Trichoderma* e *Bacillus*, associados aos fungicidas Tiofanato metílico; Procimidona; Boscalida + Dimoxistrobina; Fluazinam e Fluazinam + Tiofanato metílico, Leite, 2021 observou que os fungicidas interferiram mais efetiva e negativamente sobre o crescimento do antagonista *Bacillus* do que do *Trichoderma*.

As vantagens das associações de produtos compatíveis nas misturas são ligadas principalmente a redução de custos, por reduzir o número de entradas na área, economizando combustível, água, menor tempo de exposição do operador aos defensivos, diminuindo o efeito da compactação e otimizando o processo (GAZZIERO, 2015).

A utilização das diferentes metodologias, tempo de exposição e antibiograma, influenciaram diretamente nos resultados de compatibilidade, devendo ser escolhidas de forma criteriosa. A compatibilidade do tempo de exposição mostrou-se mais eficaz para *Trichoderma harzanium* do que para *Bacillus amyloliquefaciens*.

## 5. CONCLUSÃO

1. A associação de produtos biológicos e químicos deve ser criteriosa evitando produtos que sejam incompatíveis.
2. A integração do manejo químico e biológico vem ganhando espaço na agricultura, com efeitos sinérgicos.
3. A incompatibilidade com *Trichoderma* com fungicidas foi maior do que a do *Bacillus*.
4. O tempo de exposição do *Trichoderma* foi incompatível principalmente com fungicidas e do *Bacillus* teve pouca compatibilidade com a maioria dos produtos.
5. Os sistemas de produção agrícolas atuais demandam cada vez mais do manejo biológico por ser uma importante ferramenta fitossanitária, agregando ao manejo de resistências de doenças.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. P. S.; MARTINAZZO, A. P.; TEODORO, C. E. S., BERBET, P. A. Alternativa sustentável de uso de *Bacillus amyloliquefaciens* no biocontrole de fungos fitopatogênicos: uma revisão. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 16, n. 1, p. 1 – 15, 2022.

AGRIVALLE. Bula SHOCKER. Disponível em: <https://www.agrivalle.com.br/produtos/shocker/> Acesso em 01 de julho de 2023.

BETTIOL, W.; SILVA, J. C.; CASTRO, M. L. C. P. **O uso atual e perspectivas do *Trichoderma* no Brasil**. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C (eds.). *Trichoderma, uso na Agricultura*. BRASÍLIA: EMBRAPA, 2019. 538 p.

BORGES, L. R., NOVA, M. X. V. Associação de inseticidas químicos e fungos entomopatogênicos no Manejo Integrado de Pragas – uma revisão. *Ambiência*, v. 7, n. 1, p. 179-190, 2011.

BOTELHO, A. S. **Compatibilidade de *Trichoderma* spp. com agrotóxicos e inibição de patógenos do solo por cepas comerciais e não comerciais**. 2022. 90 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

BRASIL. Instrução Normativa. nº 40, de 11 de outubro de 2018. Estabelecer regras complementares a emissão da receita agrônômica previsto no Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002 **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 out. 2018. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=15/10/2018&jornal=515&pagina=3>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

BUENO, A. F. et al. **Compatibilidade no uso de bioinsumos e insumos sintéticos no manejo da cultura da soja**. In: MEYER, M. C., BUENO, A. F., MAZARO, S. M., SILVA, J. C. (Eds). *Bioinsumos na cadeia da soja*. Brasília-DF: EMBRAPA, 2023. 550p.

CARRIJO, D. R. Efeitos fisiológicos provocados pelo fungicida Fluxaproxade, isolado e em mistura com a Piraclostrobina, na cultura da soja. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB - Acompanhamento da safra brasileira de grãos - oitavo levantamento: maio de 2023. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em 08 de maio de 2023.

DALACOSTA, N. L.; FURLAN S. G.; 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. Trichoderma: uso na agricultura. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019a.

DALACOSTA, N. L. **Compatibilidade de *Trichoderma harzianum* associado ao controle químico no tratamento de sementes de soja**. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco - PR, 2019b.

DECARO JUNIOR, S. T. Dinâmica da calda fitossanitária no reservatório do pulverizador. In: COSTA, L. L.; POLANCZYK, R. A. **Tecnologia de aplicação de caldas fitossanitárias**. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, cap. 3, p. 38-56, 2019.

GADOTTI, C. A. **Influência do tratamento de sementes e da disponibilidade de água na arquitetura e no crescimento de plântulas de soja**. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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.

HARMAN, G. E. Trichoderma: not just for biocontrol anymore. **Phytoparasitica**, v. 39, p. 103-108, 2011.

IBAMA – Relatório de comercialização de agrotóxicos, 2022. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxico>. Acesso em 28 de junho de 2023.

KAVAMURA, V. N., SANTOS, S. N., SILVA, J. L., PARMA, M. M., AVILA, L. A., VISCONTI, A., ZUCCHI, T. D., TAKETANI, R. G., ANDREOTE, F. D., MELO, I. S. Screening of Brazilian cacti rhizobacteria for plant growth promotion under drought. **Microbiological Research**, v. 168, p.183-191, 2013.

KIM, K. et al. 2017. Chemosensitization of *Fusarium graminearum* to chemical fungicides using cyclic lipopeptides produced by *Bacillus amyloliquefaciens* strain JCK-12. *Frontiers in plant science*, 2017.

LEITE, J. B. P. Metodologias de avaliação e compatibilidade de produtos químicos e biológicos, visando o controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja. Dissertação de mestrado. Instituto Biológico, Campinas, 2021.

LIMA, R. B. **Patogenicidade de fungos de solo em alface, controle biológico e compatibilidade de *Trichoderma* spp. com produtos químicos.** 2019. 188 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

MEDEIROS, F. H. V.; GUIMARÃES, R. A.; SILVA, J. C. P.; MAGALHÃES, V. C.; SOUZA, J. T. ***Trichoderma*: interações e estratégias.** In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C (eds.). *Trichoderma, uso na Agricultura.* BRASÍLIA: EMBRAPA, 2019. 538 p.

MEDEIROS, H. A.; ARAUJO FILHO, J. V.; FREITAS, L. G.; CASTILLO, P.; RUBIO, M. B.; HERMOSA, R.; MONTE, E. Tomato progeny inherit resistance to the nematode *Meloidogyne javanica* linked to plant growth induced by the biocontrol fungus *Trichoderma atroviride*. **Scientific Reports**, v. 7, article 40216, 2017.

MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V. **Comportamento de herbicidas no ambiente.** In: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. *Matologia.* SBCPD: Jaboticabal-SP, 2021. 547 p.

OLIVEIRA, L. L. B.; MORAES, J. G. M.; SILVA, C. F. B.; SOUSA, A. B. O.; BELEZA, N. M. V.; JÚNIOR, S. G. J. Influência da Temperatura e Radiação Ultravioleta no Desenvolvimento de Isolados de *Trichoderma* spp. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, n. 3, p. 423-430, 2019.

PETTER, F. A. et al. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comun. Sci.** v. 4, n. 2, p. 129-138, 2013.

QUEIROZ, A. A. et al. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxico. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathol.** v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

SANTORO PH, CAVAGUCHI SA, ALEXANDRE TM, ZORZETTI J, NEVES PMOJ (2014). In vitro Sensitivity of Antagonistic Trichoderma atroviride to Herbicides. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 57(2)238-243.

SANTOS, M. S.; RODRIGUES, T. F.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. The challenge of combining high yields with environmentally friendly bioproducts: A review on the compatibility of pesticides with microbial inoculants. **Agronomy**, v. 11, p. 870-890, 2021.

SAXENA D, TEWARI AK, RAI D. The in vitro Effect of Some Commonly Used Fungicides, Insecticides and Herbicides for Their Compatibility with Trichoderma harzianum PBT23. **World Applied Sciences Journal**, v. 31, n. 4, p. 444-448, 2014.

SCHAAD, N. M.; CHEONG, S. S.; TAMAKI, S. HATZILOUKAS, E. PANOPOULOS, N. J. A combined biological and enzymatic amplification (BIO-PCR) technique to detect *Pseudomonas syringae* pv. Phaesilicola in bean seed extracts. **PHITOPATOLOGY**, v. 85, n. 2, p. 243-248, 1995.

TAMAI, M. A.; ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; FAION, M.; PADULLA, L. F. L. Toxicidade de produtos fitossanitários para *Beauveria bassiana* (bals.) Vuill. **Arq. Inst. Biol.**, v.69, n.3, p.89-96, 2002.

TREZZI, M. M. et al. Antagonismo das associações de clodinafop-propargyl com metsulfuron-methyl e 2,4-D no controle de azevém (*Lolium multiflorum*). *Planta Daninha*, v. 25, n. 4, p.839-847, 2007.

VIEIRA, B. M. H., SANTOS, M. S. **Compatibilidade entre ativos biológicos bacterianos e agroquímicos utilizados na produção de mudas de cana-de-açúcar.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 77, 2018, 26p.

YUAN, J., RAZA, W., SHEN, Q., & HUANG, Q. Antifungal activity of bacillus amyloliquefaciens NJN-6 volatile compounds against Fusarium oxysporum f. sp. cubense. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, n. 16, p. 5942–5944, 2012.

ZILLI, J. E.; GIANLUPPI, V.; CAMPO, R. J.; ROUWS, J. R. C.; HUNGRIA, M.  
Inoculação da soja com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura alternativamente à  
inoculação de sementes. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 1875-1881, 2010.