



INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM AGRONOMIA

Avaliação da eficiência e viabilidade econômica de biofungicidas no controle de doenças em soja.

Francielly de Paiva Almeida

Rio Verde - GO
2024

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO–CAMPUS RIO VERDE**

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**Avaliação da eficiência e viabilidade econômica de biofungicidas no
controle de doenças em soja.**

FRANCIELLY DE PAIVA ALMEIDA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal
Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial
para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Dr.^a Ednalva Patrícia de Andrade Silva

Rio Verde – GO

2024

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

A447a Almeida, Francielly de Paiva
Avaliação da eficiência e viabilidade econômica de
biofungicidas no controle de doenças na soja. /
Francielly de Paiva Almeida; orientadora Ednalva
Patrícia de Andrade Silva. -- Rio Verde, 2024.
24 f.

TCC (Agronomia) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Rio Verde, 2024.

1. Glycine max L. Bacillus. 2. Rentabilidade. 3. Meio
ambiente. I. Silva, Ednalva Patrícia de Andrade,
orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÃO TÉCNICA NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano Sistema Integrado de Bibliotecas

- Profissional de Educação do IF Goiano -

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, e manual sobre a Produção Técnica, publicado pela DAV/CAPES/MEC*, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada eletronicamente abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnica – DAV/CAPES

- Editoria Material Didático
 Curso de Formação Profissional Projetos de Extensão à Comunidade
 Relatório Técnico Conclusivo Atividade Técnica/Tecnológica
 Disseminação do Conhecimento Técnico/Tecnológico Produto Bibliográfico

Outras Produções Técnicas - Tipo: Trabalho de Conclusão de Curso (TC)

Nome Completo do/a Discente, Autor/a: Francielly de Paiva Almeida

Matrícula: 2020102200240126

Título do Trabalho: Avaliação da eficiência e viabilidade econômica de biofungicidas no controle de doenças em soja.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim

Justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 03/09/2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro e/ou artigo? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a discente e/ou autor/a declara que:

1 - o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

2 - obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

3 - cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Cidade, 7 de setembro de 2024.

(Assinado Eletronicamente)

Ednalva Patrícia de Andrade Silva

1479355

Assinatura do(a) orientador(a)

Francielly de Paiva Almeida

2020102200240126

(Assinatura do Discente, Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais)

Documento assinado eletronicamente por:

- Francielly de Paiva Almeida, 2020102200240126 - Discente, em 09/09/2024 06:55:12.
- Ednalva Patrícia de Andrade Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/09/2024 12:03:43.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/09/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 631341
Código de Autenticação: 7d821caf8f



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 56/2024 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) trinta dias dia(s) do mês de agosto de 2024, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do acadêmico **Francielly de Paiva Almeida**, do Curso de Bacharel em Agronomia, matrícula 2020102200240126, cujo título é " Eficiência e viabilidade econômica de biofungicidas no controle de doenças na soja. ". A defesa iniciou às 14 horas e 05 minutos, finalizando-se às 15 horas e 20 minutos. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora reuniu e fez o fechamento das notas com média 8,0 no trabalho escrito, média 10 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final **9,0 pontos**, estando o estudante **APROVADO** para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador. Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

(Assinado Eletronicamente)

Ednalva Patrícia de Andrade Silva

Orientadora

(Assinado Eletronicamente)

Adriano Perin

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Daniel Emanuel Cabral

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- Daniel Emanuel Cabral de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/08/2024 16:08:52.
- Adriano Perin, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/08/2024 16:02:32.
- Ednalva Patricia de Andrade Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/08/2024 15:55:11.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/08/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 628527

Código de Autenticação: 387559b84c



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

AGRADECIMENTOS

A priori agradecer a Deus, pois sem ele nada disso seria possível, e agradecer também às pessoas que Deus colocou na minha vida para me ajudar nessa jornada, meus pais, esposo e amigos.

RESUMO

ALMEIDA, FRANCIELLY DE PAIVA. **Avaliação da eficiência de controle e viabilidade econômica de biofungicidas no controle de DFC, Oídio e Mancha Alvo com 4 e 5 aplicações na soja, comparados com tratamento padrão químico.** 2024. 21f. Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde -GO, 2024.

Na realidade hodierna, o mercado de fungicidas a base de moléculas biológicas é cada vez mais crescente, buscando-se produtos que confirmam sustentabilidade ambiental, controle da doença e lucratividade. Assim, objetivou-se avaliar a eficiência de manejo e viabilidade econômica de biofungicidas, comparados com tratamento à base de moléculas químicas. O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial, com 10 tratamentos, sendo 4 biofungicidas, avaliados cada um em quatro e em cinco aplicações (totalizando 8 tratamentos), além de um tratamento de fungicidas com agentes químicos e por fim, a testemunha, em que não foi empregado nenhum fungicida. Para o tratamento padrão químico, realizou-se quatro aplicações dos produtos: Score Flexi, Evolution, Orkestra e Bravonil (juntos), Fusão e Unizeb (juntos). Enquanto que, os tratamentos biológicos, que são produtos comerciais, envolvem o Produto 1, que é uma associação de *Bacillus amyloliquefaciens*, o Produto 2 formulado a partir de *Bacillus pumilus*, o Produto 3 que é um mix de microrganismos: *Trichoderma harzianum*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis*, e por fim, o Produto 4, a base de *Bacillus velezensis*. Vale ressaltar que, as avaliações de severidade de doença foram realizadas a cada 7 dias após o início da incidência dos sintomas e também estimada a área abaixo da curva de progressão da doença em cada tratamento. As demais avaliações foram desfolha, produtividade e peso de mil grãos (PMG). Na parte econômico procurou-se determinar o manejo que apresentou maior renda líquida operacional e índice de lucratividade e o custo em sacas de soja. O tratamento a base de moléculas químicas, culminou em maior eficiência de controle e conseqüentemente maior viabilidade econômica, com um lucro líquido de R\$143,2/ha superior. Dentre os biológicos, o manejo que se mostrou mais interessante foi o Produto 1 e o Produto 4, em quatro aplicações, para controle de Mancha Alvo, se destacando o Produto 4, em lucro líquido.

Palavras-chave: *Glycine max* L. *Bacillus*. Rentabilidade. Meio ambiente.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÃO.....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1. INTRODUÇÃO

A soja, relaciona-se com a alimentação a mais de 5000 anos, sendo iniciado o cultivo pelo imperador chinês, Shen-nung, o pai da agricultura chinesa, configurando-se como uma alternativa ao abate animal. Desse modo, chegou ao ocidente por meio das grandes navegações europeias, se configurando de suma importância para o comércio exterior. No Brasil, esse cultivo iniciou-se no Rio Grande do Sul, tendo em vista a migração japonesa (BONATO; 1987).

Essa planta, na forma primitiva, era rasteira e se desenvolvia ao longo de rios e lagos. Porém, uma vez que foi notado o enorme potencial da mesma, inúmeras inovações foram ocorrendo, fruto da pesquisa e inovação. Tudo isso, com o objetivo de introduzir tecnologias que culminassem em incrementos na produtividade, sendo essa, uma realidade que perdura até à atualidade.

Não obstante, no panorama hodierno, não é colocado em voga apenas o quesito lucratividade, mas também, a sustentabilidade ambiental. Isso porque, a cada dia mais tem-se a preocupação com o fato de que um fungicida, independente do modo de aplicação, possui grande potencial de atingir o solo e as águas, principalmente devido aos ventos e à água das chuvas, que promovem a deriva, a lavagem das folhas tratadas. Além disso, qualquer que seja o percurso do fungicida no meio ambiente, invariavelmente o homem é seu potencial receptor (COSTA, 2009). E por fim, a exposição a fungicidas leva a diversas complicações como tireoidopatias, cânceres, neurotoxicidade e diversos outros sintomas, sendo importante o uso correto de equipamentos de proteção individuais para evitar tais patologias (COLELLA, 2022).

Diante desse cenário, ressalta-se que a sustentabilidade agrícola tem se tornado uma questão de crescente relevância global, com sua importância se destacando cada vez mais em diversos fóruns internacionais. Dentre as estratégias de manejo agrícola disponíveis, o uso de bioinsumos (insumos de origem biológica) destaca-se como uma das mais sustentáveis, especialmente para grandes commodities como a soja. Todavia, é importante frisar que frequentemente, é preciso combinar diversos insumos biológicos e sintéticos para alcançar os melhores resultados. Portanto, é essencial que os bioinsumos utilizados na sojicultura sejam compatíveis tanto entre si quanto com produtos sintéticos, garantindo que a eficiência e a sobrevivência dos organismos benéficos presentes nos bioinsumos não sejam comprometidas.

Dessa maneira, os fungicidas à base de compostos biológicos têm se destacado cada vez mais, aumentando-se as pesquisas e comercialização desses produtos, mudando completamente o cenário

agrícola, a fim de mitigar os impactos ambientais, ao passo que também garantem lucratividade. Essa transformação, torna-se mais evidente no início dos anos 2000, quando as empresas de produtos biológicos foram pressionadas a registrar seus produtos na legislação de agrotóxicos. Essa mudança, foi tão evidente ao longo dos anos, que no ano de 2022, as maiores áreas sob controle biológico com bioprodutos registrados, foram de 20 milhões de hectares no cultivo da soja, 9,8 milhões de ha no milho, e 6,6 milhões de ha para cana-de-açúcar (BETTIOL, 2023).

Em virtude dos fatos supracitados, de um lado tem-se um novo cenário de exigências do mercado consumidor, no qual preocupa-se cada vez mais com os possíveis impactos oriundos da produção do produto a ser consumido, e de outro lado, as incertezas de certos produtores quanto a eficácia dos biofungicidas. Dessa maneira, objetivou-se com esse trabalho comparar qual o ganho econômico e eficiência de controle usando produtos a base de moléculas químicas sintéticas com produtos a base de organismos biológicos no controle de doenças em soja.

Além disso, também foi avaliado a influência do número de aplicações dos biofungicidas no controle dos patógenos. Isso porque, o número de aplicações afeta nos custos de produção, que influenciam no preço dos alimentos, que por sua vez, configuram na acessibilidade que pessoas em situação de maior vulnerabilidade econômica, vão ter a esses alimentos. Aliado a isso, com menos aplicações, também há maior ganho ambiental, por menor uso dos recursos naturais e menor probabilidades de contaminações.

Sendo assim, vale frisar que essa análise comparativa, não só da eficiência de controle, mas também da lucratividade, entre os mencionados produtos, aliada à análise do número de aplicações, é o grande diferencial desse trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conceito fungicida, diz respeito aos agentes químicos que possuem a capacidade de matar ou inibir fungos, causadores de doenças. No entanto, destacam-se os, popularmente conhecidos, como “fungicidas biológicos” que apresentam como ingrediente ativo algum agente biológico com a capacidade de reduzir a densidade de inóculo ou das atividades determinantes da doença, através de um ou mais organismos.

Nesse estudo, foram avaliados os biofungicidas com diversos modos de ação. O produto 1, possui múltiplos modos de ação e como ingrediente ativo a associação de duas bactérias, *Bacillus amyloliquefaciens*, de cepas distintas. O produto 2 forma um biofilme sob a superfície foliar, impedindo infecção por conídios, produz metabólitos que degradam a parede celular (Antibiose) e induz a resistência deixando o sistema de defesa em alerta. O ingrediente ativo caracteriza-se pela bactéria *Bacillus pumilus*. Já o produto 3, é um aditivo biológico, tendo um mix de microorganismos *Trichoderma harzianum*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis*. Por fim, o produto 4, ativa genes de resistência, destruindo a parede celular de fungos e bactérias (Antibiose) e também competindo contra patógenos por espaço e nutriente. Possui como ingrediente ativo *Bacillus subtilis* BV02.

Além desses modos de ação que serão alvos do estudo desse trabalho, é importante frisar que existem outros métodos como Parasitismo, que ocorre quando o microrganismo se nutre das estruturas vegetativas ou reprodutivas do outro fungo. A Predação, é quando o microrganismo obtém alimento a partir de fitopatógenos e de várias outras fontes. E a Hipovirulencia, que é feita pela introdução de linhagens menos agressivas do patógeno, ou seja, que causam pouca ou nenhuma alteração no hospedeiro, transmitindo essas características para as futuras linhagens do fungo (MANKER, 2013).

Quanto aos fungicidas a base de moléculas químicas, destaca-se que os produtos que fizeram parte do tratamento denominado “padrão químico” foram:

- Score Flexi: um fungicida do grupo dos **triazóis** que apresenta amplo espectro de ação;
- Evolution: uma combinação de três fungicidas, um de efeito de contato com ação multissítio, o **Mancozebe**, pertencente ao Grupo M03, a **Azoxistrobina** que interfere na respiração mitocondrial e pertence ao Grupo C3 e o **Protioconazol** (triazolintiona), de efeito sistêmico que atua como inibidor da biossíntese do

ergosterol, o qual é um constituinte da membrana celular dos fungos e pertence ao Grupo G1, segundo classificação internacional do FRAC;

- Orkestra® SC: um fungicida que apresenta duplo mecanismo de ação, de **ação protetora e sistêmica**, atuando através do ingrediente ativo Fluxapirroxade como inibidor da enzima SDHI (succinato desidrogenase) e através do ingrediente ativo Piraclostrobina como inibidor do transporte de elétrons nas mitocôndrias das células dos fungos, inibindo a formação de ATP essencial nos processos metabólicos fúngicos;
- BRAVONIL 720: composto por uma isoftalonitrila, clorotalonil. Este ingrediente ativo apresenta o mecanismo de **ação de contato multissítio**, pertencente ao grupo M05, segundo classificação internacional do FRAC;
- FUSÃO EC: um **fungicida sistêmico** dos grupos químicos Estrobilurina (METOMINOSTROBINA) e Triazol (TEBUCONAZOL);
- UNIZEB GOLD: é um fungicida composto por Mancozebe, que apresenta mecanismo de **ação de contato multissítio**, pertencente ao Grupo M03, segundo classificação internacional do FRAC.

O motivo da escolha desses produtos, é devido aos resultados de pesquisa que demonstram a efetividade desses para o controle das doenças Oídio, Mancha Alvo e Doenças de Final de Ciclo (DFC), que foram as identificadas nesse referido ensaio.

Quanto às citadas doenças, vale frisar que a DFC, trata-se de um complexo de doenças, nas quais foram identificado nos experimentos as seguintes: Mancha parda (*Septoria glycines*), crestamento de cercospora (*Cercospora kikuchii* Mat.e Tomoy. M.W. Gardner), antracnose (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*) (OLIVEIRA, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2002) e mancha foliar olho-de-rã (*Cercospora soja* Hara) (GALOTTI,2005).

Quanto à sintomatologia, destaca-se que na antracnose, ocorrem principalmente lesões concêntricas escuras, onde é possível observar pontuações pretas que são as estruturas do fungo (NECHET ET AL., 2003). Já à mancha parda, recebe esse nome devido às pontuações pardas que evoluem para manchas com halos amarelados e centros de contornos angulares de cor parda na face superior da folha, sendo rosada na parte inferior (SOARES, 2021). A mancha-olho-de-rã inicia-se com pequenos pontos que evoluem para lesões aproximadamente circulares de cor castanho-claro no centro. Por fim, no crestamento foliar, expostas ao sol, desenvolvem áreas de coloração púrpura-clara, podendo escurecer e estender por toda superfície foliar (EMYGDIO, ET AL. 2003)

Recebem o nome de complexo de doenças de final de ciclo, porque elas ocorrem simultaneamente e são de difícil avaliação individual. Conseqüentemente, causam desfolha e colheita prematura, que culminam em perdas de produtividade maiores que 20% (GODOY & CANTERI, 2004).

Quanto ao Oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck), destaca-se que é uma das doenças mais antigas dessa leguminosa, sendo que o primeiro registro ocorreu na Alemanha, em 1921 (SARTORATO 2001). As plantas que sofrem essa infecção, tem como sintoma mais evidente a estrutura branca e pulverulenta do fungo sobre a superfície das partes infectada (YORINORI,1997), conseqüentemente, a fotossíntese e a transpiração são afetadas, sendo registrado perdas de 10% a 25% (JAMES,1979).

Por fim, quanto à Mancha Alvo (*Corynespora cassicola*), destaca-se que cultivares suscetíveis estão sujeitas a sofrer desfolha precoce, podendo reduzir a produtividade em até 40%. (MOLINA et al., 2019). Os sintomas característicos podem ser observados nas folhas, com pontos pardos com halo amarelado que posteriormente evoluem para halos arredondadas, apresentando uma tonalidade castanha que podem alcançar até 2 cm de diâmetro (GODOY et al., 2022).

Tendo em vista os fatos supracitados, da enorme ameaça que configuram para a produtividade, é imprescindível que seja conduzido estudos que esbocem às composições que garantem melhor eficiência de controle, sustentabilidade ambiental e lucratividade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na área experimental do Centro de Inovação e Tecnologia (CIT-GAPES), localizado em Rio Verde – GO (17°52'06.3" S e 50°55'37.0" W com altitude de 739 metros). A semeadura ocorreu em 19 de outubro de 2022, em sistema de plantio direto. A cultivar utilizada foi a DM73i75 IPRO.

O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial, com 10 tratamentos, sendo 4 biofungicidas, avaliados cada um em quatro e em cinco aplicações (totalizando 8 tratamentos), além de um tratamento de fungicidas com agentes químicos e por fim, a testemunha, em que não foi empregado nenhum fungicida. Para o tratamento padrão químico, realizou-se quatro aplicações na soja dos produtos: Score Flexi (dose 0,15 l/ha), Evolution (dose 2 l/ha), Orkestra (dose 0,3 l/ha) junto com Bravonil (dose 1 l/ha), Fusão (dose 0,58 l/ha) junto com Unizeb (dose 0,15 l/ha). Enquanto que, os tratamentos biológicos, que são produtos comerciais, envolvem o Produto 1 (dose 0,75 l/ha), que é uma associação de *Bacillus amyloliquefaciens*, o Produto 2 (dose 0,4 l/ha) formulado a partir de *Bacillus pumilus*, o Produto 3 (dose 0,5 l/ha) que é um mix de microrganismos: *Trichoderma harzianum*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis*, e por fim, o Produto 4 (dose 0,5 l/ha), a base de *Bacillus velezensis*. Na tabela 1, é possível vislumbrar os fatos mencionados.

Tabela 1 - Tratamentos empregados na cultura da soja, com respectivos números de aplicações (N)

N					
0	Testemunha				
4	Score Flexi	Evolution	Orkestra + Bravonil	-	Fusão + Unizeb
4	Produto 1	Produto 1	Produto 1	-	Produto 1
5	Produto 1	Produto 1	Produto 1	Produto 1	Produto 1
4	Produto 2	Produto 2	Produto 2	-	Produto 2
5	Produto 2	Produto 2	Produto 2	Produto 2	Produto 2
4	Produto 3	Produto 3	Produto 3	-	Produto 3
5	Produto 3	Produto 3	Produto 3	Produto 3	Produto 3
4	Produto 4	Produto 4	Produto 4	-	Produto 4
5	Produto 4	Produto 4	Produto 4	Produto 4	Produto 4

Produto 1 (dose 0,75 l/ha)- associação de *Bacillus amyloliquefaciens*, o Produto 2 (dose 0,4 l/ha)- formulado a partir de *Bacillus pumilus*, o Produto 3 (dose 0,5 l/ha)- mix de microrganismos: *Trichoderma harzianum*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis* e Produto 4 (dose 0,5 l/ha), a base de *Bacillus velezensis*.

Quando foi realizado as quatro aplicações, o momento da primeira aplicação foi 28 dias após a emergência (DAE), a segunda 45 DAE, a terceira 63 DAE, e a quarta 84 DAE. Todavia, com cinco aplicações, os momentos foram: 28 DAE, 45 DAE, 56 DAE, 70 DAE e a última 84 DAE.

O espaçamento foi de 0,5 metros entre linhas, com população de 14,3 plantas metros, e cada parcela experimental constituída de uma área com 4 metros de largura por 5 metros de comprimento. As aplicações dos mencionados produtos foram realizadas com CO₂, com vazão de 150 l/ha.

O manejo da cultura foi realizado para que a soja no campo atingisse o máximo rendimento possível. Assim, a adubação realizada sobre a necessidade de recomposição da fertilidade do solo expressa pela análise do solo amostrada foi: KCL 200kg/ha e 05-34-00 200 kg/há e corretivos de solo: calcário 2000kg/ha e gesso 1000kg/ha. Aplicou-se também os micronutrientes: Octaborato 10kg/ha. Na adubação foliar foram empregados: NiCoMo Dry 0,06 l/ha, Flex manganês 0,58 l/ha, MAP purificado 4kg/ha; Sulfato de Mg 1kg; kells cooper 0,08 l/ha; MAP purificado 2 kg/ha; sulfato de Mg 0,5 kg/ha; Peso+ 2kg/ha. As referidas aplicações de foliares, foram divididas em aplicações no vegetativo, reprodutivo e pré-fechamento.

As aplicações de fitossanitários (inseticidas) ocorreram à medida que foi surgindo o aparecimento de pragas, quando havia possibilidade de dano econômico para a soja. O solo permaneceu limpo de plantas daninhas, para que não houvesse interferência nos resultados técnicos e econômicos. Para tanto, a área foi dessecada com 2,0 l/ha de glifosato com 1 l/ha de Select junto com 0,5% de Joint. No plante e aplique, foi feito 0,5 % de joint com 0,4 l/há de Zethamax junto com 1,5 l/ha de Diquat.

A colheita foi executada de forma mecanizada, utilizando-se uma colhedora de parcelas de modo a colher 3 linhas de 5 metros. Os resultados de produtividade foram corrigidos para umidade de 13%.

Os dados foram submetidos aos testes de Dunnet, pelo qual comparou-se “biológico vs testemunha”, “químico vs testemunha” e “químico vs biológico”, ou seja, realizou-se uma média da performance dos biológicos. Esse teste é considerado o melhor para comparar tratamento vs controle. (CUNHA, 2018). Todavia, a fim de avaliar isoladamente cada biofungicida, realizou-se também o teste de Scott-Knott (5%), sendo um eficiente método de avaliação nas aplicações em experimentos em que queremos comparar diferentes tratamentos (PINHEIRO, 2017). Nessa comparação, parâmetros colocados em pauta, para quantificar a eficiência dos produtos e seus números de aplicações, foram a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (Campbell & Madden, 1990), que corresponde ao quanto que a doença evolui, numericamente, ao decorrer do tempo. Para tanto, realizou-se de 7 em 7 dias análise de severidade da doença, a parit da escala diagramática.

Em consonância à AACPD, avaliou-se também a porcentagem de desfolha (que foram feitas quando a testemunha atingiu 80% de desfolha (HIRANO, 2010), produtividade em

sacas/ha e o peso de mil grãos (PMG) que é utilizado como um método de determinar antecipadamente a produtividade em quilogramas por hectare, de um determinado talhão (MARTINS, 2018). O resultado da determinação é obtido multiplicando por 10 o peso médio calculado a partir das repetições com 100 sementes. O valor final é expresso em gramas e deve ser arredondado para o número de casas decimais usado nas pesagens menos uma (BRASIL, 2009).

E por fim, quanto à análise econômico-financeira, se baseou no rendimento encontrado, pelo qual a produtividade, em sacas/ha, multiplicada pelo preço da saca de soja, que foi considerado de R\$115,00, resultou na receita bruta de cada tratamento (R_{Bi}). O custo operacional efetivo de cada tratamento (C_i) é o resultado do produto entre o preço de mercado do fungicida e a dose aplicada na cultura. Assim, uma informação importante é o incremento de produtividade, obtida pela diferença na produtividade entre cada tratamento e a testemunha. Logo, o produto entre esse incremento de produtividade e o valor da saca, corresponde a receita líquida. Dessa forma, descobre-se qual foi o lucro líquido, a partir da subtração entre a receita líquida e o custo/ha. Além disso, aspectos que também são importantes a serem levados em conta é o ROI (retorno sobre o investimento), que é obtido dividindo o lucro líquido pelo custo/ha.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A princípio, vale ressaltar que as aplicações, assim como o plantio, não ocorreram em momentos de déficit hídrico. Os valores de severidade da doença, junto com as datas de avaliações, foram lançados no software R, onde calculou-se a AACPD. Com o teste de Dunnett's, subtraiu-se os valores de AACPD (em unidade de área), desfolha (em porcentagem), PMG (em gramas) e produtividade (em sacas por ha) entre biológico e controle, químico e controle e entre químico e biológico. Na tabela 2, encontra-se a diferença entre os tratamentos.

É possível vislumbrar, que a AACPD tanto de oídio, como mancha alvo e Doenças de Final de Ciclo (DFC), foi menor para o manejo padrão químico, ou seja, a doença progrediu menos. Também se nota que nesse tratamento, houve menor desfolha, maior Peso Médio de Mil Grãos (PMG) e devido a isso, maior produtividade.

Avaliando-se o parâmetro produtividade, vislumbra-se que o padrão químico produziu 13,67 sacas a mais que a testemunha e 6,24 sacas a mais que a média do tratamento com biofungicidas. Quanto ao PMG, nota-se que obteve 22,41g a mais de peso do que a testemunha e 15,45g a mais que média do tratamento com biofungicidas.

Já relacionado à AACPD, quanto ao oídio, percebe-se que o tratamento biológico teve um progresso da doença 127.583 maior se comparado com o padrão químico, enquanto que para a DFC, esse progresso de doença do manejo biológico foi de 194.693 a mais que padrão químico, e por fim, para a Mancha Alvo, no manejo biológico houve um progresso maior da doença de 120.729 comparado com o padrão químico. Logo, uma vez que a AACPD do tratamento com biofungicidas foi maior, significa que a doença progrediu mais, resultando em maior desfolha, que corrobora em menor atividade fotossintética, que resulta em menor PMG e consequentemente, em menor produtividade.

Tabela 2. Avaliação da produtividade, peso médio de grãos (PMG), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Resultados das subtrações entre os manejos.

	AACPD Oídio	AACPD DFC	AACPD M. A.	Desfolha (%)	PMG (gramas)	Produtividade (sacas/ha)
Biológico – Controle	-388.916	-715.056	-313.937	-22	6.96	7.43
Químico – Controle	-516.500	-909.750	-434.667	-44	22.41	13.67
Químico – Biológico	-127.583	-194.693	-120.729	-22	15.45	6.24

DFC- Doenças de final de ciclo, M.A-Mancha alvo

Objetivou-se também, avaliar a performance de cada um dos biofungicidas individualmente, com relação a esses mesmos parâmetros vislumbrados na tabela 2 (AACPD, desfolha, PMG e produtividade). Aliado a isso, também se comparou a eficiência desses produtos com quatro e em cinco aplicações. Para essa avaliação, foi usado o teste de Scott-Knott (5%), sendo um eficiente método de avaliação para comparar diferentes tratamentos. Na tabela 3, onde relaciona-se o produto com o número de aplicação, nota-se que, houve diferença estatística apenas nas quatro aplicações do produto 4, no controle de Mancha Alvo, culminando em menor AACPD, ou seja, menor progresso significativo, do avanço dessa doença. Essa diferença é vislumbrada na tabela pela letra A diferente da letra B, sendo A e B relacionados com o fator produto. Enquanto que, as letras minúsculas “a” e “b”, referem-se ao fator número de aplicação, e como em todos os tratamentos a letra manteve “a”, percebe-se que não houve diferença estatística para o número de aplicações.

Tabela 3. Comparação da área abaixo de progresso da doença (AACPD) em diferentes manejos e números de aplicações.

Tratamentos	AACPD Oídio	AACPD DFC	AACPD M. A.
Produto 1 4aplic.	365	848,9	434Ba
Produto 1 5aplic.	368	797,3	399,5Ba
Produto 2 4aplic.	378	846,1	464,7Ba
Produto 2 5aplic.	351	822,6	437Ba
Produto 3 4aplic.	390	792,3	472,3Ba
Produto 3 5aplic.	354	799,9	433,9Ba

Produto 4 4aplic.	303	836,9	378,7Aa
Produto 4 5aplic.	312	801,5	412,3Ba

DFC- Doenças de final de ciclo, M.A-Mancha alvo

Produto 1 (dose 0,75 l/ha)- associação de *Bacillus amyloliquefaciens*, o Produto 2 (dose 0,4 l/ha)- formulado a partir de *Bacillus pumilus*, o Produto 3 (dose 0,5 l/ha)- mix de microrganismos: *Trichoderma harzianum*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis* e Produto 4 (dose 0,5 l/ha), a base de *Bacillus velezensis*.

Ademais, avaliou-se os mencionados fatores de forma isolada, de modo que, na tabela 4 estudou-se apenas o fator produto, enquanto que na tabela 5, apenas o número de aplicações. Sendo assim, constatou-se que houve diferença estatística para o produto 4 e produto 1, no controle de Mancha Alvo, vislumbrando-se que novamente o produto 4 se destacou, tanto na análise conjugada com o número de aplicações, como em análise isolada, sendo notado essa diferença pelas letras “a” e “b” diferentes. Já em relação ao número de aplicação, não houve diferença estatística entre 4 ou 5 aplicações dos biofungicidas, conforme a tabela 5, sendo notado pela ausência de letras. Sendo assim, o recomendado é quatro aplicações, pois o objetivo é priorizar o mínimo de aplicações possíveis, para mitigar o uso dos recursos naturais, além de reduzir as possíveis contaminações do meio ambiente.

Tabela 4. Comparação da área abaixo de progresso da doença (AACPD) em diferentes manejos.

Tratamentos	AACPD Oídio	AACPD DFC	AACPD M. A.
Produto 1	367	823,1	417a
Produto 2	365	834,3	451b
Produto 3	372	796,1	453b
Produto 4	308	819,2	395a

DFC- Doenças de final de ciclo, M.A-Mancha alvo

Produto 1 (dose 0,75 l/ha)- associação de *Bacillus amyloliquefaciens*, o Produto 2 (dose 0,4 l/ha)- formulado a partir de *Bacillus pumilus*, o Produto 3 (dose 0,5 l/ha)- mix de microrganismos: *Trichoderma harzianum*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis* e Produto 4 (dose 0,5 l/ha), a base de *Bacillus velezensis*.

Tabela 5. Comparação da área abaixo de progresso da doença (AACPD) em diferentes números de aplicações.

Nº Aplicações	AACPD Oídio	AACPD DFC	AACPD M. A.
4	359	830	437
5	346	805	418

DFC- Doenças de final de ciclo, M.A-Mancha alvo

Como supracitado na metodologia, foi-se realizado os cálculos para verificação de viabilidade econômica dos tratamentos, e os resultados obtidos foram:

Tabela 6 - Valores de calculados de produtividade (P), custo adicional (CA), da receita bruta (RB), incremento (I), receita adicional (RA), lucro líquido (LL) e retorno sobre o investimento (ROI) com diferentes manejos e aplicação de fungicidas na cultura da soja, safra 2022/2023, em Rio Verde-GO.

Tabela 7. Análise de viabilidade econômica

Tratamentos	P	CA	RB	I	RA	LL	ROI
	sacas/ha	R\$/ha	R\$/ha	sacas/ha	R\$/ha	R\$/ha	
Testemunha	64,40	-	0,00	-	-	-	-
Padrão							
Qumíco	78,00	400,00	8.970,00	13,60	1.564,00	1.164,00	2,91
Produto 4							
4 aplic.	74,00	83,20	8.510,00	9,60	1.104,00	1.020,80	12,27
Produto 4							
5 aplic.	72,50	110,00	8.337,50	8,10	931,50	821,50	7,74
Produto 2							
4 aplic.	71,40	83,20	8.211,00	7,00	805,00	721,80	8,37
Produto 2							
5 aplic.	71,30	104,00	8.199,50	6,90	793,50	689,50	6,63
Produto 1							
4 aplic.	73,90	166,80	8.498,50	9,50	1.092,50	925,70	5,55
Produto 1							
5 aplic.	72,50	208,50	8.337,50	8,10	931,50	723,00	3,47
Produto 3							
4 aplic.	71,00	144,00	8.165,00	6,60	759,00	615,00	4,27
Produto 3							
5 aplic.	70,20	180,00	8.073,00	5,80	667,00	487,00	2,71

Produto 1 (dose 0,75 l/ha)- associação de *Bacillus amyloliquefaciens*, o Produto 2 (dose 0,4 l/ha)- formulado a partir de *Bacillus pumilus*, o Produto 3 (dose 0,5 l/ha)- mix de microrganismos: *Trichoderma harzianum*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis* e Produto 4 (dose 0,5 l/ha), a base de *Bacillus velezensis*.

Logo, é possível vislumbrar que os produtos biológicos possuem um custo inicial menor, todavia como as doenças progredem mais, isso reflete em uma menor produtividade e, conseqüentemente, menor lucro líquido. Porém, vale ressaltar que os produtos biológicos poderiam ser uma escolha melhor em anos em que o valor da saca fosse menor, ou então, para pequenos produtores que buscam um investimento inicial menor. Sendo assim, na tabela 6, observa que o maior Retorno sobre Investimento (ROI), não foi no tratamento padrão químico, apesar do maior lucro líquido, e isso se justifica pelo maior custo, sendo o maior ROI do Produto

4. Dentre os biológicos, destaca-se que o Produto 1 e Produto 4, em quatro aplicações, tiveram os maiores lucros líquidos, em virtude da menor AACPD para Mancha Alvo.

O lucro líquido do Produto 4 em quatro aplicações foi R\$1.004,0/ha, o que equivale a R\$143,2/ha a menos do que o padrão químico, que apresentou lucro líquido de R\$1.164,00 por ha. Já o Produto 1, em quatro aplicações, teve lucro líquido de R\$925,7/ha, sendo R\$238,3/ha a menos que o padrão químico. Todavia, um aspecto a ser colocado em pauta a acerca desses resultados, é que nesse trabalho foi realizada uma substituição total dos produtos a base de moléculas químicas, sendo que, um manejo que tem sido muito realizado é a associação entre algumas aplicações de biológicos com algumas aplicações de produtos de moléculas sintéticas. Especialmente, em anos com maior incidência de doenças, devido condições ambientais mais favoráveis.

Por fim, vale frisar que muito já tem se estudo sobre mecanismos de controle a base compostos biológicos e que estes já tem sido amplamente usado, sendo um mercado com altíssimo potencial e que a cada dia mais tem aprimorado as formulações. Destacando- se assim, mais uma vez, a importância da pesquisa, para caminhar-se a cada vez mais para uma produção lucrativa e ecologicamente sustentável

5. CONCLUSÃO

Logo, a eficiência de controle e viabilidade econômica foi maior para o tratamento padrão químico, com um lucro líquido de R\$143,2/ha superior aos biofungicidas, ambos em quatro aplicações. Entre os produtos biológicos, para o controle de Mancha Alvo, o mais eficiente foi o Produto 1 (composto de 2 bactérias - *Bacillus amyloliquefaciens*) e o Produto 4 (composto de *Bacillus velezensis*, cepa BV02), com destaque para o Produto 4 com maior viabilidade econômica. Por fim, quanto ao número de aplicações dos biofungicidas, o recomendado é quatro aplicações.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONATO, E.R., BONATO, A.L.V. A soja no Brasil: história e estatística. EMBRAPA-CNPSo, Documentos 21, 1987.
- COSTA, R.V., CASELA.C.R., COTA, L. V. Doenças. Inglês: CRUZ, J. C. (Ed.). Cultivo do milho. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1, 2009.
- BETTIOL, W., MEDEIROS, F. H. V. Como o Brasil se tornou o maior produtor e consumidor de produtos de biocontrole. Embrapa Meio Ambiente, 2023.
- COLELLA, A.J.P., LEÇA, F.T., LOURENÇO, M.B., CASSILHAS, R.G., MARGARIDO, P.B., COIMBRA, C.N., DINIZ, R., ARES, N.C., MACCAGNAN, P., QUINONES, E.M. Exposição a Fungicidas na Saúde Humana. Revista científica das faculdades de medicina, enfermagem, odontologia, veterinária, odontologia, veterinária e educação física. v. 4, n. 8, 2022.
- OLIVEIRA, A. M. A. et al. Controle de doenças de final de ciclo da soja: Mancha-parda (*Septoria glycines*), crestamento-foliar (*Cercospora kikuchii*) e antracnose(*colletotrichum dematium* var *truncata*). In: Cultura da soja. Viçosa, MG: UFV. 41p. (Boletim Técnico nº 10 - SOJA), 2002.
- GALLOTTI, G.J.M., JUNIOR, A.A.B., BACKES, R.L. Efeito da época de semeadura e da aplicação de fungicidas no progresso da ferrugem asiática, oídio e doenças de final de ciclo na cultura da soja. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.4, n.2, p. 87-93, 2005.
- GODOY, C. V. et al. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na cultura da soja, na safra 2021/2022: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. 2022.
- MOLINA, J. P. E. et al. Effect of target spot on soybean yield and factors affecting this relationship. Plant Pathology, v. 68, p. 107-115, 2019.
- SARTORATO, A.; YORIORI, J. T. Oídios de leguminosas: feijoeiro e soja. In. STADINIK, M.J.; RIVERA, M.C. (Ed.). *Oídios* Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p.255-284, 2001.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeito da severidade de oídio e crestamento foliar de cercospora na produtividade da cultura da soja. *Fitopatologia Brasileira*, v.29, n.5, p.526- 531, 2004.

NECHET, K.L., VIEIRA, B.A.H., GIANLUPPI, V., PEREIRA, P.R.V.S., Antracnose (*Colletotrichum truncatum*): doença importante para a soja (*Glycine max*) nos cerrados de Roraima. ISSN 0102-099, Embrapa Roraima, Comunicado Técnico, Novembro, 2003

SOARES, R.M., HENNING, A.A., ALMEIDA, A.M.R., GODOY, C.V., SEIXAS, C.D.S. Doenças causadas por fungos. EMBRAPA-CNPSO, 2021.

EMYGDIO, B. M., BONATO, E.R., TOMM, G.O., FERNANDES, J.M.C., MIRANDA, M.Z., FONTANELI, R.S., BAMMER, S.P., WIETHOLTER, S. Manchas foliares mais comum em soja. Circular Técnica, 12. 1º edição, 2003.

YORINORI, T.J., Oídio na soja. EMBRAPA-CNPSO, nº 59, p.1-5,1997.

CUNHA, L.S., Teste de comparação múltiplas. Universidade Estadual de Londrina, 2018.

CAMPBELL, C. D., MADDEN, L. V. Introduction to plant disease epidemiology. New York: J. Willey, 532 p.p, 1990.

MARTINS, A.S., GECKELER, D., RODRIGUES, E., SCHRAMMEL, L., GERHARDT, S. Instituto Federal Farroupilha, RS, 2018.

PINHEIRO, N.O. Aplicação do Método Scott-Knott em Estudo de Brusone no Trigo. Departamento de Estatística – Universidade de Brasília, 2017.

MANKER, D. ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO. Epagri, vol 1 (palestras), 2013. 138p. Fraiburgo, SC, 2013.

JAMES, W.C.; TENG, P.S. The quantification of production constraints associated with plant diseases. *Applied Biology*, n. 4, p.201-267, 1979.

HIRANO, M.; HIKISHIMA, M.; SILVA, A.J.; XAVIER, S.A.; CANTERI, M.G. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. **Summa Phytopathologica**, v.36, p.248-250, 2010. Doi: 10.1590/S0100-54052010000300012.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.