Rua 05, esquina com a Rua 16
Setor Centro
Porangatu-GO
C.E.P. 76.550-000
Fone: (62) 3362-1465
E-mail: faculdadeimpactodeporangatu@gmail.com

FACULDADE IMPACTO DE PORANGATU
CURSO DE AGRONOMIA

ANTONIO PAULO DIAS DA SILVA

Eficiência de *Isaria fumosorosea* no controle de *Bemisia tabaci* na cultura da soja em condições de campo

PORANGATU-GO
2026

ANTONIO PAULO DIAS DA SILVA

Eficiência de *Isaria fumosorosea* no controle de *Bemisia tabaci* na cultura da soja em condições de campo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Faculdade Impacto de Porangatu (FIP), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Wilian Aparecido Lara.

PORANGATU-GO

2026

RESUMO

A soja (*Glycine max*) ocupa posição central na agricultura brasileira, mas sua produtividade pode ser comprometida por populações elevadas da mosca-branca *Bemisia tabaci*. O manejo dessa praga é desafiador pela ampla gama de hospedeiros, elevada capacidade de dispersão e histórico de seleção de resistência a inseticidas, o que amplia o interesse por ferramentas microbiológicas integradas ao Manejo Integrado de Pragas. Este trabalho avaliou, sob condições de campo em Porangatu-GO, na safra 2024/2025, a eficiência de um produto à base de *Isaria fumosorosea* (sinônimo taxonômico de *Cordyceps fumosorosea*) no controle de ninfas de *B. tabaci* em soja. O experimento foi estruturado em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições: testemunha sem inseticida, TEC ISARIA a 500 g ha-1, TEC ISARIA a 600 g ha-1 e imidacloprido a 250 mL ha-1. Foi realizada uma aplicação, seguida de avaliações aos 0, 3, 7, 10 e 14 dias após a aplicação. A população da testemunha aumentou de 19,6 para 25,7 ninfas por folíolo entre a avaliação prévia e 14 dias após a aplicação, enquanto os tratamentos com 500 e 600 g ha-1 apresentaram, respectivamente, 12,8 e 9,4 ninfas por folíolo no mesmo período. O padrão químico atingiu 3,5 ninfas por folíolo. Os valores de eficiência reportados no conjunto experimental aos 14 dias foram de 50,1%, 63,4% e 86,2% para 500 g ha-1, 600 g ha-1 e imidacloprido, respectivamente. Os dados demonstram redução populacional dependente da dose do bioinseticida, porém inferior ao padrão químico no esquema de aplicação utilizado. Conclui-se que o produto microbiológico apresentou potencial como ferramenta complementar do manejo integrado, mas os resultados não sustentam sua equivalência ao inseticida químico nem sua indicação como estratégia isolada. A interpretação deve considerar, ainda, que a documentação disponível não permitiu validar quantitativamente dados de adultos, esporulação, confirmação laboratorial de micose ou correlações microclimáticas, os quais foram excluídos das conclusões desta versão final.

Palavras-chave: controle biológico; fungo entomopatogênico; mosca-branca; manejo integrado de pragas; soja.

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) has a central role in Brazilian agriculture, but its productivity may be impaired by high populations of the whitefly *Bemisia tabaci*. Management of this pest is challenging because of its broad host range, high dispersal capacity, and history of insecticide resistance, increasing the interest in microbial tools within Integrated Pest Management. This study evaluated, under field conditions in Porangatu, Goiás, Brazil, during the 2024/2025 growing season, the efficacy of a product based on *Isaria fumosorosea* (a taxonomic synonym of *Cordyceps fumosorosea*) against *B. tabaci* nymphs on soybean. The trial used a randomized complete block design with four treatments and five replications: untreated control, TEC ISARIA at 500 g ha-1, TEC ISARIA at 600 g ha-1, and imidacloprid at 250 mL ha-1. A single application was performed, followed by assessments at 0, 3, 7, 10, and 14 days after application. In the untreated control, the population increased from 19.6 to 25.7 nymphs per leaflet from the pre-treatment assessment to 14 days after application, whereas the 500 and 600 g ha-1 treatments reached 12.8 and 9.4 nymphs per leaflet, respectively. The chemical standard reached 3.5 nymphs per leaflet. The control efficiencies reported in the experimental dataset at 14 days were 50.1%, 63.4%, and 86.2% for 500 g ha-1, 600 g ha-1, and imidacloprid, respectively. The biological insecticide therefore produced a dose-dependent population reduction, although its performance was lower than that of the chemical standard under the tested application scheme. The microbial product can be considered a complementary option within integrated management, but the results do not support equivalence to the chemical standard or its use as a stand-alone strategy. Quantitative claims regarding adults, sporulation, laboratory confirmation of mycosis, and microclimatic correlations were excluded because the available documentation did not provide sufficient data for validation.

Keywords: biological control; entomopathogenic fungus; whitefly; integrated pest management; soybean.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....6
2 OBJETIVOS..... 10
2.1 Objetivo geral..... 10
2.2 Objetivos específicos..... 10
3 REFERENCIAL TEÓRICO..... 11
3.1 A cultura da soja e sua importância no Brasil..... 11
3.2 Bemisia tabaci: identidade, biologia e dinâmica populacional.....12
3.3 Danos de Bemisia tabaci e implicações para a soja.....13
3.4 Monitoramento e Manejo Integrado de Pragas.....14
3.5 Controle químico e necessidade de diversificação do manejo..... 15
3.6 Controle biológico com fungos entomopatogênicos..... 15
3.7 Isaria fumosorosea / Cordyceps fumosorosea..... 16
3.8 TEC ISARIA e condições de uso..... 18
4 METODOLOGIA.....19
4.1 Local, período e natureza do estudo..... 19
4.2 Delineamento experimental e tratamentos.....19
4.3 Implantação e condução da cultura.....19
4.4 Aplicação dos tratamentos.....20
4.5 Avaliação de ninfas e eficiência de controle..... 20
4.6 Análise estatística e integridade dos registros..... 21
4.7 Delimitações da análise..... 21
5 RESULTADOS..... 22
5.1 Densidade populacional de ninfas..... 22
5.2 Eficiência de controle..... 23
6 DISCUSSÃO..... 24
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....28
REFERÊNCIAS.....29

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.) constitui um dos principais pilares da agricultura brasileira, com elevada participação na geração de renda, no comércio exterior e no abastecimento das cadeias de óleo vegetal, farelo e proteína animal. Na safra 2024/2025, a Companhia Nacional de Abastecimento registrou produção brasileira recorde de aproximadamente 171,5 milhões de toneladas, associada à expansão da área e à recuperação da produtividade média nacional (CONAB, 2025). A relevância econômica dessa cultura amplia a necessidade de estratégias de manejo capazes de preservar o potencial produtivo e, simultaneamente, reduzir custos e riscos ambientais.

Entre os fatores bióticos capazes de limitar o desempenho da soja destacam-se os insetos-praga. A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) ganhou importância em sistemas de produção brasileiros por apresentar ampla gama de hospedeiros, elevada capacidade de dispersão e rápida colonização das lavouras. Estudos em soja demonstram que adultos e ninfas apresentam distribuição agregada e que a infestação pode iniciar ainda na fase vegetativa ou intensificar-se no período reprodutivo, exigindo monitoramento contínuo para que as decisões de controle sejam realizadas no momento adequado (RODRIGUES et al., 2022; SILVA et al., 2025).

A denominação *B. tabaci* abrange um complexo de espécies crípticas morfologicamente semelhantes. A literatura taxonômica contemporânea abandonou a interpretação simplificada em termos de meros 'biótipos' e reconhece grupos geneticamente diferenciados, entre os quais MEAM1 se tornou amplamente invasivo e relevante em diversas regiões agrícolas (DE BARRO et al., 2011). Essa característica contribui para a complexidade do manejo, pois populações com diferentes históricos de exposição podem responder de forma distinta a hospedeiros, inseticidas e condições ambientais.

Os danos causados pela mosca-branca incluem a retirada contínua de seiva floemática e a excreção de substâncias açucaradas que favorecem o desenvolvimento de fumagina na superfície foliar. Em diferentes culturas, o inseto também atua como vetor de vírus vegetais. Na soja, a presença de populações elevadas pode reduzir a eficiência fotossintética, comprometer o desenvolvimento das plantas e ampliar a necessidade de intervenções fitossanitárias. A mobilidade do inseto entre culturas sucessivas e plantas hospedeiras presentes na paisagem agrícola contribui para sua permanência no agroecossistema; inclusive, há registros de migração entre soja e milho e de adaptação do inseto a hospedeiros diversos (QUINTELA et al., 2016; RODRIGUES et al., 2022).

Historicamente, o controle de *B. tabaci* tem forte dependência de inseticidas químicos. Esses produtos podem promover redução rápida das populações e permanecem importantes componentes de programas de manejo quando empregados de acordo com recomendações técnicas. Entretanto, o uso repetitivo de moléculas com o mesmo modo de ação aumenta a pressão de seleção sobre a praga e pode favorecer a evolução de resistência. Revisões recentes ressaltam que a elevada plasticidade biológica e a capacidade de resistência de *B. tabaci* tornam a diversificação de táticas uma necessidade, e não apenas uma alternativa opcional (SANI et al., 2020; SUHAG et al., 2021).

Nesse cenário, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) busca combinar monitoramento, critérios de decisão e métodos compatíveis de controle, de modo a reduzir aplicações desnecessárias e conservar agentes benéficos. A Embrapa destaca o monitoramento sistemático como componente central do MIP da soja, pois a decisão de controle deve considerar a presença e a evolução das populações de pragas, o estádio da cultura, os inimigos naturais e o risco econômico, em vez de se basear exclusivamente em calendários fixos de pulverização (BUENO et al., 2023; AVILA et al., 2023).

Os fungos entomopatogênicos representam uma das ferramentas microbiológicas disponíveis para compor programas de manejo. Diferentemente de agentes que dependem de ingestão, esses fungos podem iniciar a infecção pela adesão e germinação dos conídios sobre a cutícula do inseto, seguida de penetração, colonização e morte do hospedeiro. Espécies como *Beauveria bassiana*, *Cordyceps javanica* e *Cordyceps fumosorosea* são investigadas ou utilizadas contra moscas-brancas. Revisões apontam que a eficácia desses microrganismos é influenciada pelo estádio do inseto, concentração do inóculo, qualidade da cobertura e condições ambientais, sobretudo temperatura, umidade e radiação (SANI et al., 2020; SOUZA et al., 2022).

O fungo historicamente denominado *Isaria fumosorosea* é atualmente reconhecido, em nomenclatura taxonômica mais recente, como *Cordyceps fumosorosea*. A própria monografia da Agência Nacional de Vigilância Sanitária apresenta *Isaria fumosorosea* como sinonímia de *Cordyceps fumosorosea* (ANVISA, 2019). Neste trabalho, contudo, mantém-se a denominação *Isaria fumosorosea* no título e na descrição do tratamento porque essa é a nomenclatura utilizada no produto comercial TEC ISARIA e no registro experimental que originou o estudo. Ao longo da fundamentação teórica, ambas as denominações são relacionadas para assegurar precisão taxonômica sem descaracterizar o material avaliado.

No Brasil, o TEC ISARIA é registrado como inseticida microbiológico à base de *I. fumosorosea* FUNG 14. A bula oficial consultada para o registro MAPA n. 28824 indica o

uso contra *B. tabaci* em culturas de ocorrência do alvo, com dose de 500 g ha-1 e início das aplicações quando observadas as primeiras ninfas. A existência de um produto registrado torna pertinente a avaliação de seu desempenho em condições locais, pois a eficácia de fungos entomopatogênicos a campo depende da interação entre formulação, dose, momento de aplicação, arquitetura da cultura e fatores abióticos (BRASIL, 2024; ROJAS et al., 2023).

O material experimental que fundamenta este TCC foi conduzido em soja no município de Porangatu, Goiás, durante a safra 2024/2025, comparando duas doses do bioinseticida com uma testemunha e um padrão químico à base de imidacloprido. A versão inicial do trabalho incluía afirmações sobre adultos, micose, esporulação, persistência e correlações climáticas; entretanto, as anotações do orientador e a revisão dos registros disponíveis evidenciaram que tais variáveis não estavam documentadas com o detalhamento necessário para sustentar inferências quantitativas. Por essa razão, a presente versão concentra a análise nos dados de ninfas e na eficiência de controle que podem ser rastreados na tabela experimental fornecida.

Diante disso, formula-se o seguinte problema de pesquisa: qual é a eficiência de *Isaria fumosorosea*, nas doses avaliadas, na redução da população de ninfas de *Bemisia tabaci* em soja sob condições de campo, quando comparada à testemunha sem aplicação e ao padrão químico? A resposta a essa questão é relevante para delimitar, com base nos dados realmente disponíveis, o alcance do bioinseticida dentro de uma estratégia de manejo integrado, evitando tanto a subestimação quanto a superestimação de seu desempenho.

1.1 Problema de pesquisa

Qual é a eficiência de *Isaria fumosorosea* no controle populacional de ninfas de *Bemisia tabaci* na cultura da soja, sob condições de campo, nas doses de 500 e 600 g ha-1, em comparação à testemunha sem inseticida e ao padrão químico à base de imidacloprido?

1.2 Justificativa

A relevância deste estudo decorre, primeiramente, da importância econômica da soja para o Brasil e para o estado de Goiás. Em sistemas intensivos de produção, perdas relacionadas a insetos sugadores podem aumentar custos de controle e reduzir a estabilidade do rendimento. A produção recorde observada na safra 2024/2025 reforça a necessidade de preservar a sustentabilidade técnica desse sistema produtivo (CONAB, 2025).

Em segundo lugar, *B. tabaci* apresenta atributos que dificultam o manejo convencional: polifagia, dispersão, colonização de diferentes estratos da planta e capacidade de persistir em mosaicos agrícolas. Trabalhos conduzidos em soja brasileira mostram que o inseto pode

ocupar toda a área da lavoura e que adultos e ninfas apresentam padrão agregado, o que exige amostragem adequada e tomada de decisão baseada na dinâmica real da infestação (RODRIGUES et al., 2022; SILVA et al., 2025).

Em terceiro lugar, a diversificação de métodos é coerente com os princípios do MIP. Fungos entomopatogênicos possuem modo de ação distinto dos inseticidas neurotóxicos tradicionais e podem ser inseridos em programas de rotação e integração de táticas. Entretanto, sua velocidade de ação costuma ser menor e seu desempenho de campo é sensível a fatores ambientais. Assim, avaliações locais são necessárias para definir expectativas realistas e evitar que o termo 'controle biológico' seja utilizado como sinônimo automático de controle suficiente (FARIA; WRAIGHT, 2007; SOUZA et al., 2022; ROJAS et al., 2023).

Por fim, a revisão crítica do conjunto experimental é academicamente necessária. Um TCC 2 deve diferenciar resultados efetivamente mensurados de hipóteses ou observações sem confirmação. Ao restringir as conclusões às variáveis documentadas e discutir explicitamente as limitações dos registros, este trabalho melhora a reprodutibilidade, a transparência e a coerência entre objetivos, metodologia, resultados e conclusão.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência de *Isaria fumosorosea* no controle de ninfas de *Bemisia tabaci* na cultura da soja sob condições de campo, comparando duas doses do bioinseticida com a testemunha sem aplicação e com um padrão químico à base de imidacloprido.

2.2 Objetivos específicos

- Quantificar a dinâmica populacional de ninfas de *B. tabaci* aos 0, 3, 7, 10 e 14 dias após a aplicação dos tratamentos.
- Estimar a eficiência de controle dos tratamentos com *I. fumosorosea* por meio da correção de Henderson e Tilton, tomando a testemunha como referência.
- Comparar o comportamento das doses de 500 e 600 g ha-1 do bioinseticida com o padrão químico utilizado no experimento.
- Discutir o desempenho observado à luz da literatura científica sobre mosca-branca, fungos entomopatogênicos, condições ambientais e Manejo Integrado de Pragas.
- Delimitar as conclusões às variáveis sustentadas pelos registros experimentais disponíveis, identificando as limitações que impedem inferências sobre adultos, micose, esporulação, persistência e correlações microclimáticas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A cultura da soja e sua importância no Brasil

A soja é uma leguminosa de elevada importância agronômica e econômica, utilizada diretamente na alimentação humana e, sobretudo, como matéria-prima para óleo e farelo proteico. No Brasil, a expansão da cultura foi acompanhada por forte incorporação de tecnologia, melhoramento genético, mecanização e desenvolvimento de sistemas de produção adaptados ao Cerrado. Esse processo transformou o país em um dos maiores produtores mundiais e tornou a soja componente central das cadeias de aves, suínos, biodiesel e exportação de grãos.

Na safra 2024/2025, a Conab estimou a produção brasileira de soja em 171,5 milhões de toneladas, com produtividade média de 3.621 kg ha-1, a maior registrada pela Companhia até então (CONAB, 2025). Esses números evidenciam a dimensão econômica do cultivo e ajudam a compreender por que pequenas variações de produtividade, quando multiplicadas por milhões de hectares, representam impactos expressivos sobre a renda agrícola e a disponibilidade de matéria-prima.

O Cerrado ocupa papel relevante nessa produção. A combinação de cultivares adaptadas, correção química do solo, fertilidade planejada e regime de chuvas concentrado na primavera e no verão favoreceu a consolidação de extensas áreas de soja em Goiás e em outros estados do Centro-Oeste. Ao mesmo tempo, grandes áreas contínuas e sucessões com milho, algodão, feijão e plantas voluntárias criam uma paisagem com disponibilidade frequente de hospedeiros para insetos polífagos.

O MIP na soja parte do princípio de que nenhuma praga deve ser controlada apenas por sua presença. Monitoramento, identificação correta do organismo, estágio de desenvolvimento da cultura e equilíbrio com inimigos naturais são elementos essenciais para reduzir pulverizações desnecessárias. Materiais técnicos da Embrapa enfatizam que programas de MIP podem diminuir custos e preservar organismos benéficos quando comparados a calendários de aplicações sem base em amostragem (BUENO et al., 2023; AVILA et al., 2023).

A mosca-branca se insere nesse contexto como uma praga cuja importância aumentou em diversas regiões. A condição de inseto sugador, a preferência por superfícies abaxiais e a sobreposição de gerações dificultam a cobertura do alvo. Além disso, a disponibilidade de hospedeiros alternativos permite a manutenção das populações entre ciclos. Portanto, o

manejo em soja precisa ser entendido em escala temporal e de paisagem, e não apenas como uma reação pontual à presença de adultos no dossel.

3.2 Bemisia tabaci: identidade, biologia e dinâmica populacional

Bemisia tabaci pertence à ordem Hemiptera e à família Aleyrodidae. Durante décadas, diferenças biológicas entre populações foram descritas com o termo 'biótipos'. O avanço de estudos moleculares demonstrou, contudo, que *B. tabaci* corresponde a um complexo de espécies crípticas. De Barro et al. (2011) consolidaram evidências de que a classificação apenas em biótipos era insuficiente e propuseram uma interpretação baseada em grupos geneticamente distintos. Entre eles, a espécie MEAM1, anteriormente associada ao chamado biótipo B, tornou-se amplamente distribuída e invasiva.

O ciclo biológico inclui ovo, quatro estádios ninfais e adulto. Os ovos são depositados principalmente na face inferior das folhas. Após a eclosão, a ninfa de primeiro ínstar apresenta mobilidade limitada; os estádios subsequentes permanecem fixos, alimentando-se do floema. Essa imobilidade relativa das ninfas torna esse estágio particularmente importante para o monitoramento e para intervenções por contato que dependem de cobertura foliar adequada.

A localização de ninfas em diferentes estratos do dossel pode variar ao longo do desenvolvimento da cultura. Em soja, Silva et al. (2025) observaram distribuição agregada de adultos e ninfas em quatro áreas durante duas safras, destacando a necessidade de esquemas de amostragem que representem a heterogeneidade espacial. A agregação significa que pontos com alta densidade podem coexistir com áreas menos infestadas; portanto, amostras insuficientes podem subestimar ou superestimar a população.

Rodrigues et al. (2022) verificaram que a colonização de lavouras comerciais de soja pode iniciar entre 30 e 50 dias após a emergência, com avanço da população ao longo do ciclo. Os autores descrevem estágios de colonização que começam em porções externas, passam pela ocupação da área e culminam na dispersão por toda a lavoura. O trabalho também demonstrou associação entre a dinâmica de adultos e variáveis como umidade, chuva e vento, mostrando que fatores ambientais influenciam o movimento do inseto.

A polifagia amplia a capacidade de persistência de *B. tabaci*. Quintela et al. (2016) documentaram, no Brasil, o desenvolvimento do então denominado biótipo B em milho, inclusive com evidências de migração a partir de áreas de soja. Embora a importância relativa de cada hospedeiro dependa do contexto regional, esse tipo de plasticidade reforça a

necessidade de manejo integrado entre culturas e de atenção a plantas voluntárias e hospedeiros presentes em períodos de entressafra.

Para o controle microbiológico, o estágio ninfal é especialmente relevante. Revisões sobre fungos entomopatogênicos indicam que ninfas de mosca-branca são alvos mais favoráveis do que adultos altamente móveis, sobretudo quando a aplicação promove deposição de conídios na superfície abaxial das folhas (SANI et al., 2020; SOUZA et al., 2022). Essa evidência sustenta a decisão, nesta versão do trabalho, de concentrar a análise quantitativa nos dados de ninfas efetivamente documentados.

3.3 Danos de Bemisia tabaci e implicações para a soja

Os efeitos de *B. tabaci* sobre as plantas resultam de danos diretos e indiretos. O dano direto decorre da retirada de assimilados durante a alimentação no floema. Em altas densidades, a alimentação contínua pode reduzir vigor, alterar o balanço fisiológico e contribuir para queda de produtividade. A magnitude final depende da densidade populacional, duração da infestação, estádio da cultura e condição ambiental.

Como dano indireto, a mosca-branca elimina honeydew, substância açucarada que se deposita sobre folhas e estruturas vegetais. Esse substrato favorece o desenvolvimento de fungos saprófitos responsáveis pela fumagina, escurecendo a superfície foliar e interferindo na interceptação de luz. Em diferentes hospedeiros, *B. tabaci* também é vetor de viroses de elevada relevância econômica. Revisões globais ressaltam que a combinação entre alimentação, honeydew e transmissão de vírus explica por que o complexo *B. tabaci* é considerado uma das principais pragas sugadoras da agricultura (SANI et al., 2020; SUHAG et al., 2021).

Na soja, a importância da praga aumentou nas últimas décadas. Rodrigues et al. (2022) destacam que o inseto, antes tratado como ocasional em muitas regiões, passou a alcançar populações elevadas principalmente durante estádios reprodutivos. A presença prolongada e agregada exige atenção à época de amostragem, porque o atraso na detecção pode permitir crescimento populacional antes que a intervenção alcance os estágios mais suscetíveis.

A arquitetura do dossel da soja também interfere na tecnologia de aplicação. Adultos e ninfas ocorrem preferencialmente na face inferior dos folíolos e podem ocupar estratos com menor deposição de calda. Pelegrini et al. (2022), avaliando tecnologias de pulverização para o controle de mosca-branca em soja, demonstraram que o simples emprego de assistência de ar ou eletrificação de gotas não garante, por si só, cobertura ou controle superiores em todas

as condições. O resultado reforça que qualidade de aplicação, produto, dose, momento e densidade do alvo precisam ser considerados conjuntamente.

Assim, o impacto econômico da mosca-branca não deve ser interpretado apenas pela presença visual de adultos. A população de ninfas é um indicador útil da colonização efetiva das folhas e da continuidade da geração. No experimento aqui analisado, a testemunha apresentou crescimento da densidade ninfal ao longo de 14 dias, evidenciando que a população estava em expansão na ausência de tratamento.

3.4 Monitoramento e Manejo Integrado de Pragas

O Manejo Integrado de Pragas é um sistema de tomada de decisão que combina conhecimento da biologia da praga, monitoramento e uso compatível de métodos de controle. Na soja, a adoção do MIP reduz a dependência de aplicações calendarizadas e favorece a conservação de inimigos naturais. Bueno et al. (2023) e Avila et al. (2023) destacam que a amostragem regular e a comparação entre risco de dano e custo de intervenção são componentes estruturantes do programa.

Para *B. tabaci*, o monitoramento precisa contemplar a natureza agregada da população. Silva et al. (2025) demonstraram que adultos e ninfas se distribuem de forma não aleatória em soja, o que exige número adequado de pontos e atenção ao estrato amostrado. O trabalho desses autores contribui para a construção de esquemas de amostragem mais representativos e mostra por que resultados obtidos a partir de poucos folíolos ou de um único ponto da lavoura podem não caracterizar a infestação real.

A integração de táticas também inclui manejo cultural, preservação de inimigos naturais, rotação de modos de ação de inseticidas e uso de agentes microbiológicos. O objetivo não é eliminar totalmente o inseto do sistema, mas manter a população em nível compatível com a produção econômica e retardar processos de resistência. Essa perspectiva é particularmente importante para mosca-branca, cujo histórico de resistência a inseticidas é amplamente reconhecido (SANI et al., 2020; SUHAG et al., 2021).

Fungos entomopatogênicos podem ser inseridos nesse sistema como uma tática de ação distinta, principalmente sobre ninfas. Entretanto, sua integração deve considerar o intervalo entre aplicações, compatibilidade com fungicidas, umidade, radiação e cobertura. A eficiência moderada de um agente microbiológico em uma única aplicação não implica ausência de utilidade, mas também não autoriza classificá-lo como substituto direto de um inseticida químico mais rápido. A utilidade precisa ser avaliada pelo papel que o produto pode desempenhar no programa, incluindo rotação de mecanismos e redução de pressão de seleção.

3.5 Controle químico e necessidade de diversificação do manejo

Inseticidas químicos possuem papel importante no manejo de surtos de mosca-branca, especialmente quando é necessária redução populacional rápida. O imidacloprido, utilizado como padrão no experimento, pertence ao grupo dos neonicotinoides e apresenta ação sistêmica sobre insetos sugadores. No conjunto experimental analisado, esse tratamento proporcionou a maior redução de ninfas, evidenciando desempenho superior às duas doses do fungo no período de 14 dias.

O desempenho elevado de uma molécula não elimina, entretanto, a necessidade de manejo de resistência. *B. tabaci* possui alta capacidade reprodutiva e gerações sobrepostas, e a exposição repetida a um mesmo modo de ação favorece a sobrevivência e multiplicação de indivíduos menos suscetíveis. Revisões sobre a espécie ressaltam que a resistência a inseticidas é um dos principais obstáculos à sustentabilidade do controle químico (SANI et al., 2020; SUHAG et al., 2021).

A diversificação deve ocorrer de forma racional. Alternar produtos sem considerar modo de ação não constitui, por si só, estratégia de resistência. Da mesma maneira, utilizar um bioinseticida em condição ambiental desfavorável ou em estágio pouco suscetível pode resultar em baixa eficiência e aumentar custos. O MIP exige que as ferramentas sejam posicionadas de acordo com suas características, e não tratadas como equivalentes.

Nesse sentido, a comparação entre o padrão químico e *I. fumosorosea* é útil porque permite dimensionar a velocidade e a magnitude da resposta de cada ferramenta. O objetivo científico não deve ser demonstrar previamente que o biológico é superior, mas identificar em quais condições ele apresenta redução suficiente para compor um programa integrado.

3.6 Controle biológico com fungos entomopatogênicos

O controle microbiano de insetos utiliza microrganismos patogênicos como fungos, bactérias, vírus e nematoides. Entre esses agentes, os fungos entomopatogênicos apresentam a vantagem de não dependerem da ingestão para iniciar a infecção. Conídios depositados sobre a cutícula podem aderir, germinar e formar estruturas de penetração, alcançando a hemocele. Após a colonização interna, o hospedeiro morre e, sob condições favoráveis, o fungo pode emergir e esporular externamente.

Faria e Wraight (2007) demonstraram a ampla utilização mundial de micoinseticidas, com diferentes espécies e formulações comerciais. A formulação influencia estabilidade, dispersão, aderência e proteção dos conídios. Em campo, produtos biológicos precisam

combinar viabilidade do inóculo, concentração adequada e tecnologia de aplicação capaz de levar propágulos ao local onde o inseto se encontra.

Para mosca-branca, revisões destacam *Beauveria bassiana*, *Cordyceps fumosorosea*, *Cordyceps javanica* e outros fungos como agentes de interesse (SANI et al., 2020; SOUZA et al., 2022). A literatura indica que ninfas são, em geral, alvos mais previsíveis do que adultos, em razão da menor mobilidade. O tempo até a mortalidade é geralmente mais longo do que o observado com inseticidas químicos de ação neurotóxica, pois depende da germinação, penetração e colonização do hospedeiro.

A umidade e a temperatura afetam diferentes etapas do processo infeccioso, enquanto a radiação ultravioleta pode reduzir a viabilidade dos conídios depositados sobre superfícies expostas. Rojas et al. (2023), avaliando isolados brasileiros de *C. fumosorosea*, encontraram grande variação entre isolados quanto à produção de conídios e tolerância a temperatura elevada e UV-B. Exposição prolongada à radiação e temperaturas muito altas reduziram a germinação, demonstrando que a resposta de campo não pode ser extrapolada diretamente de bioensaios conduzidos sob condições controladas.

Além da ação direta pela infecção, estudos experimentais investigam metabólitos produzidos por *C. fumosorosea*. Wu et al. (2021) caracterizaram compostos presentes em extratos miceliais e demonstraram atividade sobre ninfas de *B. tabaci*. Esses resultados ajudam a compreender o potencial biológico do fungo, mas não significam que um produto formulado em campo reproduza automaticamente a mesma mortalidade observada em laboratório.

A literatura também explora interações endofíticas. Sun et al. (2020) demonstraram colonização de tecidos de berinjela por isolados de *C. fumosorosea* e redução na incidência de mosca-branca em plantas inoculadas. Embora esse mecanismo não tenha sido avaliado no presente experimento, ele ilustra a diversidade de relações entre fungos entomopatogênicos, plantas e insetos e reforça a importância de não reduzir esses agentes a uma única forma de ação.

3.7 Isaria fumosorosea / Cordyceps fumosorosea

A espécie tratada neste estudo como *Isaria fumosorosea* passou por revisões taxonômicas e é atualmente reconhecida como *Cordyceps fumosorosea*. A monografia oficial da Anvisa registra *Isaria fumosorosea*, *Spicaria fumosorosea* e *Paecilomyces fumosoroseus* entre as sinonímias associadas a *Cordyceps fumosorosea* (ANVISA, 2019). Essa atualização é

importante porque trabalhos mais recentes podem ser encontrados sob o nome *Cordyceps*, enquanto produtos comerciais e documentos históricos ainda utilizam *Isaria*.

O fungo possui distribuição ampla e capacidade de infectar diferentes grupos de insetos. Em *B. tabaci*, a infecção ocorre principalmente quando conídios viáveis entram em contato com a cutícula. A germinação produz estruturas capazes de atravessar as barreiras externas e permitir o crescimento interno. O processo pode culminar em morte e, se o microclima permitir, crescimento micelial externo e produção de novos conídios.

Sani et al. (2020) sintetizam estudos que demonstram mortalidade de mosca-branca provocada por *I. fumosorosea/C. fumosorosea* em laboratório, casa de vegetação e campo, mas também apontam variabilidade de resultados. Souza et al. (2022) concluem que condições ambientais favoráveis, foco em estágios ninfais, tecnologia de aplicação e compatibilidade com outros produtos são fatores centrais para alcançar maior eficácia.

A sensibilidade a fatores abióticos é particularmente relevante no Cerrado. Rojas et al. (2023) demonstraram que isolados brasileiros variam em tolerância à radiação UV-B e à temperatura elevada. Isso significa que expressões genéricas como 'o fungo necessita de umidade' ou 'a radiação limita a esporulação' precisam estar apoiadas em medições quando usadas para explicar um experimento específico. No presente trabalho, como o conjunto de registros não contém série climática completa nem mensuração de radiação, essas variáveis são discutidas apenas com base na literatura e não como causas comprovadas dos resultados observados em Porangatu.

A confirmação de micose também exige cautela. Crescimento esbranquiçado sobre o inseto pode ser compatível com infecção fúngica, porém a atribuição de espécie demanda isolamento, microscopia, cultivo ou técnica molecular, conforme o nível de confirmação pretendido. A observação visual isolada não é suficiente para afirmar que o micélio pertence a *I. fumosorosea*. Por essa razão, os percentuais de 'micose' existentes na versão preliminar não são utilizados como resultado conclusivo nesta versão final.

Do ponto de vista aplicado, a interpretação do desempenho deve considerar o modo de ação mais lento do fungo. A ausência de mortalidade imediata não equivale necessariamente a ausência de infecção; contudo, em uma lavoura comercial, o critério de utilidade continua sendo a capacidade de manter a praga em níveis aceitáveis. Assim, a comparação com testemunha e padrão químico, associada à dinâmica ao longo dos dias, é mais informativa do que a simples presença visual de micélio.

3.8 TEC ISARIA e condições de uso

O TEC ISARIA é um inseticida microbiológico registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária sob o n. 28824, formulado como pó molhável e contendo *Isaria fumosorosea* FUNG 14. A bula oficial consultada informa concentração mínima de 3,0 x 10^9 UFC g-1 do produto e indicação para *Bemisia tabaci* em culturas nas quais o alvo ocorra (BRASIL, 2024).

A dose indicada na bula é de 500 g ha-1, com volume de calda de 200 L ha-1 e início das aplicações quando forem observadas as primeiras ninfas. O documento prevê até quatro aplicações com intervalo de sete dias. O protocolo experimental analisado neste TCC utilizou a dose de bula (500 g ha-1), uma dose superior (600 g ha-1) e apenas uma aplicação. Portanto, os resultados representam o desempenho de uma aplicação única e não devem ser interpretados como avaliação de todo o programa sequencial descrito na bula.

Essa distinção é relevante para explicar por que um tratamento biológico pode apresentar eficiência moderada no período de 14 dias e ainda assim ter potencial como componente do MIP. Um produto microbiológico pode ser posicionado em programas sequenciais ou em alternância com outros métodos; sua avaliação deve considerar a recomendação de uso, a velocidade de ação e a preservação da suscetibilidade da praga. No entanto, o presente experimento não permite afirmar qual seria a eficiência de quatro aplicações, pois tal esquema não foi testado.

Também não é possível concluir, com base nos registros disponíveis, se a dose de 600 g ha-1 é economicamente ou tecnicamente superior à dose registrada em condições comerciais. O resultado mostra maior redução populacional no experimento, mas a recomendação de dose deve respeitar registro, bula e validação agronômica. Consequentemente, a dose de 600 g ha-1 é tratada aqui apenas como tratamento experimental.

4 METODOLOGIA

4.1 Local, período e natureza do estudo

O estudo foi conduzido em área de cultivo de soja localizada no município de Porangatu, estado de Goiás, durante a safra agrícola 2024/2025. Porangatu está inserido no bioma Cerrado e apresenta clima tropical com estação seca, classificado de modo geral como Aw na tipologia de Köppen-Geiger. O experimento teve natureza quantitativa e comparativa, com avaliação da resposta populacional de ninfas de *B. tabaci* a diferentes tratamentos fitossanitários.

Os registros disponibilizados para elaboração desta versão final identificam a safra, mas não informam as datas exatas de semeadura, instalação das parcelas, aplicação dos tratamentos e encerramento das avaliações. Em atendimento ao princípio de rastreabilidade, essas datas não foram inferidas ou reconstruídas artificialmente. A ausência de datas exatas é reconhecida como limitação documental do estudo.

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

O ensaio foi estruturado em delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela possuía 5,0 m de largura por 6,0 m de comprimento, correspondendo a 30 m2. O registro experimental informa área útil de 12 m2 por parcela, porém não descreve o critério utilizado para exclusão das bordaduras; por essa razão, o valor é mantido como informação documental, sem atribuição de um arranjo de linhas que não esteja comprovado.

Tabela 1 - Tratamentos avaliados no experimento de controle de Bemisia tabaci em soja.

T rat.	Produto/condição	Dose	Observação
T1	Testemunha	Sem inseticida	Aplicação de água
T2	TEC ISARIA	500 g ha-1	Dose registrada do produto
T3	TEC ISARIA	600 g ha-1	Dose superior, de caráter experimental
T4	Imidacloprid Nortox	250 mL ha-1	Padrão químico do ensaio

Fonte: dados experimentais do autor, safra 2024/2025.

4.3 Implantação e condução da cultura

A cultura foi implantada em espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade registrada de 12 a 14 sementes por metro linear. O documento-base descreve o uso de cultivar comercial de ciclo indeterminado adaptada ao Cerrado goiano, mas não apresenta o nome da

cultivar. Para evitar criação de informação inexistente, a identificação varietal não é especificada nesta versão.

A versão preliminar informa que adubação, tratamento de sementes e manejo de plantas daninhas e doenças foram padronizados em todas as parcelas. Entretanto, não foram disponibilizados produtos, doses, datas ou referências técnicas que permitam detalhar essas operações. Como tais práticas foram aplicadas de forma uniforme, elas são tratadas como manejo de base do cultivo e não como fatores experimentais. A falta de descrição detalhada é registrada entre as limitações de reprodutibilidade.

4.4 Aplicação dos tratamentos

A aplicação dos tratamentos ocorreu após a detecção das primeiras ninfas de *B. tabaci* na área. O registro original não apresenta a densidade numérica de ninfas no momento da decisão nem data civil da aplicação. As pulverizações foram realizadas no período crepuscular, a partir das 17h, utilizando pulverizador costal e volume de calda de 200 L ha-1. A versão preliminar informa condição de umidade relativa superior a 55% e temperatura inferior a 30 °C no momento da aplicação.

Foi realizada uma única aplicação dos tratamentos. Esse aspecto diferencia o protocolo experimental do programa atualmente descrito na bula do TEC ISARIA, que prevê a possibilidade de aplicações sequenciais em intervalos de sete dias (BRASIL, 2024). Consequentemente, a eficiência observada deve ser interpretada como resposta a uma aplicação única.

4.5 Avaliação de ninfas e eficiência de controle

As avaliações quantitativas consideradas nesta versão concentraram-se em ninfas de *B. tabaci*. Em cada parcela, foram avaliados dez folíolos do terço médio e inferior das plantas, utilizando lupa de bolso com aumento de 10 vezes. As contagens ocorreram aos 0 dias (avaliação prévia), 3, 7, 10 e 14 dias após a aplicação (DAA). O valor registrado correspondeu ao número médio de ninfas por folíolo.

A eficiência de controle foi expressa pela fórmula de Henderson e Tilton (1955), que corrige a variação natural da população observada na testemunha entre a avaliação anterior e posterior ao tratamento. A expressão utilizada foi: $E(\%) = [1 - (Ta \times Cb)/(Tb \times Ca)] \times 100$, em que Ta representa o número de insetos no tratamento após a aplicação; Tb, o número de insetos no tratamento antes da aplicação; Ca, o número de insetos na testemunha após a aplicação; e Cb, o número de insetos na testemunha antes da aplicação.

A tabela experimental disponibilizada registra eficiências de 50,1%, 63,4% e 86,2% ao final do período para T2, T3 e T4, respectivamente. Como os dados brutos das cinco repetições não foram disponibilizados, os valores de eficiência reportados foram preservados e não substituídos por uma reanálise baseada apenas nas médias arredondadas.

4.6 Análise estatística e integridade dos registros

O documento experimental original informa análise de variância (ANOVA) seguida de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A tabela de resultados contém letras de agrupamento em cada data de avaliação e coeficientes de variação (CV). Esses elementos foram mantidos por integrarem o conjunto de resultados disponibilizado.

Entretanto, os registros fornecidos não identificam o software estatístico utilizado, os testes específicos aplicados para normalidade e homogeneidade de variâncias, os resíduos do modelo ou a planilha com as cinco repetições. Em razão dessa ausência, não é possível reproduzir independentemente a ANOVA, verificar pressupostos ou recalcular os agrupamentos. Esta versão, portanto, não atribui nomes de testes ou software que não estejam documentados.

A interpretação estatística limita-se aos agrupamentos reportados na tabela original, associados ao teste de Tukey a 5%. Essa decisão responde diretamente à exigência de integridade acadêmica: resultados devem ser rastreáveis, e procedimentos não documentados não podem ser reconstruídos apenas para preencher uma lacuna metodológica.

4.7 Delimitações da análise

A versão inicial do TCC previa contagens de adultos, observação de sintomas de micose, avaliação de esporulação e persistência e correlação com variáveis microclimáticas. Durante a revisão, constatou-se que os registros disponíveis não contêm a série numérica completa de adultos, o denominador e a variabilidade das supostas porcentagens de micose, confirmação laboratorial da identidade do fungo, série temporal de radiação solar, conjunto de observações usado em correlações ou resultado referente à temperatura.

Em consequência, essas variáveis não foram utilizadas para sustentar as conclusões do estudo. A decisão evita transformar observações incompletas em evidências quantitativas. Informações sobre efeitos de umidade, temperatura, radiação, esporulação e infecção são discutidas apenas como conhecimento da literatura, sem atribuí-las causalmente aos resultados deste experimento.

Também não foi incorporada uma avaliação aos 5 DAA, mencionada na versão preliminar ao discutir micose, porque o cronograma metodológico documentado contempla

avaliações aos 0, 3, 7, 10 e 14 DAA. Essa correção elimina a inconsistência identificada na revisão do orientador.

5 RESULTADOS

5.1 Densidade populacional de ninfas

Na avaliação prévia, as médias de ninfas por folíolo variaram de 19,2 a 20,0 entre os quatro tratamentos, e todas foram acompanhadas pela mesma letra no agrupamento registrado, indicando ausência de diferença estatística antes da aplicação. Esse equilíbrio inicial é importante porque reduz a possibilidade de que diferenças posteriores resultem simplesmente de infestações iniciais desiguais.

Após a aplicação, a testemunha apresentou crescimento populacional: 22,1 ninfas por folíolo aos 3 DAA, 24,8 aos 7 DAA, 26,3 aos 10 DAA e 25,7 aos 14 DAA. O comportamento demonstra que, durante o período de avaliação, a população permaneceu ativa e em nível superior ao observado inicialmente.

No tratamento com TEC ISARIA a 500 g ha-1, a densidade diminuiu para 14,8 ninfas aos 3 DAA, 13,1 aos 7 DAA, 12,5 aos 10 DAA e 12,8 aos 14 DAA. A redução foi mais acentuada no tratamento com 600 g ha-1, que apresentou 12,3; 9,9; 9,2 e 9,4 ninfas por folíolo nas mesmas avaliações. O padrão químico apresentou a maior redução, atingindo 7,1 ninfas aos 3 DAA e 3,5 ninfas aos 14 DAA.

A partir de 7 DAA, a tabela experimental registra grupos distintos para T2, T3 e T4, com menor densidade no padrão químico. Os dados sugerem resposta dependente da dose para o bioinseticida no intervalo analisado, pois T3 manteve densidade inferior a T2 nas avaliações posteriores.

Tabela 2 - Número médio de ninfas de Bemisia tabaci por folíolo em diferentes tratamentos, Porangatu-GO, safra 2024/2025.

Tratamento	Prévia	3 DAA	7 DAA	10 DAA	14 DAA	Eficiência reportada (%)
T1 - Testemunha	19,6 a	22,1 a	24,8 a	26,3 a	25,7 a	-
T2 - TEC ISARIA 500 g ha-1	19,2 a	14,8 b	13,1 b	12,5 b	12,8 b	50,1 b
T3 - TEC ISARIA 600 g ha-1	19,4 a	12,3 bc	9,9 c	9,2 c	9,4 c	63,4 c
T4 - Imidacloprido 250 mL ha-1	20,0 a	7,1 d	4,1 d	3,6 d	3,5 d	86,2 d
CV (%)	11,9	13,4	14,0	12,8	13,2	-

Fonte: dados experimentais do autor, safra 2024/2025. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, conforme registro original. As eficiências foram preservadas conforme a tabela experimental disponibilizada.

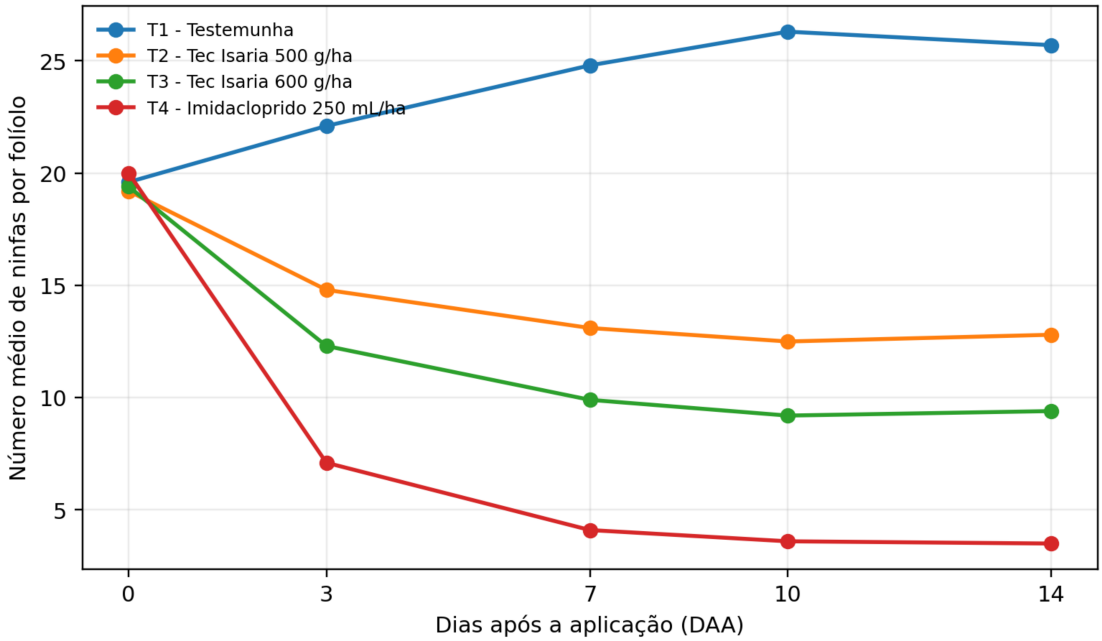


Figura 1 - Dinâmica populacional de ninfas de Bemisia tabaci ao longo de 14 dias após a aplicação.
Fonte: elaboração própria a partir dos dados experimentais do autor, safra 2024/2025.

5.2 Eficiência de controle

Os valores de eficiência reportados no conjunto experimental mostram gradiente claro entre os tratamentos. Aos 14 DAA, o TEC ISARIA a 500 g ha-1 apresentou eficiência de 50,1%, a dose de 600 g ha-1 alcançou 63,4% e o imidacloprido atingiu 86,2%. A dose superior do fungo, portanto, aumentou a redução populacional em relação à dose de 500 g ha-1, mas permaneceu substancialmente abaixo do padrão químico.

A evolução temporal das médias ajuda a interpretar esses percentuais. Enquanto a testemunha aumentou aproximadamente 31% entre a avaliação inicial e 14 DAA, T2 reduziu sua média em cerca de um terço, T3 reduziu em torno da metade e T4 reduziu mais de 80% em relação à própria avaliação inicial. A correção de Henderson e Tilton ajusta esse comportamento levando em conta a variação da testemunha, razão pela qual a eficiência não corresponde simplesmente à redução percentual dentro de cada tratamento.

Do ponto de vista agronômico, os resultados demonstram que uma aplicação do fungo produziu efeito mensurável e persistente durante o período de avaliação, porém sem alcançar o nível do padrão químico. O resultado não deve ser interpretado como equivalência entre tratamentos. A principal evidência é que o bioinseticida reduziu a densidade de ninfas de modo dose-dependente, enquanto o inseticida químico promoveu redução mais rápida e intensa.

6 DISCUSSÃO

A dinâmica observada confirma que *I. fumosorosea* exerceu efeito sobre a população de ninfas de *B. tabaci* no experimento, mas com magnitude inferior ao padrão químico. A testemunha apresentou tendência de crescimento, enquanto ambos os tratamentos biológicos reduziram e estabilizaram a densidade em patamares menores. O gradiente entre 500 e 600 g ha-1 sugere que, dentro das condições avaliadas, maior quantidade de produto esteve associada a maior supressão populacional.

Esse padrão é coerente com a biologia dos fungos entomopatogênicos. A eficácia depende de conídios viáveis atingirem o inseto, aderirem à cutícula e completarem germinação e penetração. Consequentemente, a relação entre dose aplicada e número de propágulos depositados no alvo pode influenciar a probabilidade de infecção. Sani et al. (2020) e Souza et al. (2022) apontam que concentração, cobertura e estágio ninfal estão entre os fatores que explicam a variação da eficiência de fungos contra mosca-branca.

Entretanto, o maior desempenho da dose de 600 g ha-1 não deve ser convertido automaticamente em recomendação de uso. A bula consultada para o TEC ISARIA registra 500 g ha-1 e prevê aplicações iniciadas com as primeiras ninfas, podendo ocorrer em sequência a cada sete dias (BRASIL, 2024). O tratamento de 600 g ha-1 foi experimental e a presente pesquisa não avaliou custo, retorno econômico, resíduos de aplicação, compatibilidade ou programa sequencial. Portanto, a conclusão tecnicamente defensável é apenas que a dose de 600 g ha-1 apresentou maior supressão no ensaio, não que deva substituir a dose registrada.

A comparação com o imidacloprido também precisa ser interpretada no contexto do modo de ação. O padrão químico reduziu rapidamente a densidade, chegando a 3,5 ninfas por folíolo aos 14 DAA. Fungos entomopatogênicos, por sua vez, requerem tempo para que o processo infeccioso se complete. Essa diferença de velocidade é esperada e explica parte da distância entre os tratamentos; contudo, do ponto de vista do produtor, a velocidade de supressão é um componente real da eficácia e não deve ser descartada na avaliação.

A pergunta feita pelo orientador na versão preliminar - por que chamar o biológico de 'alternativa promissora' diante de 50,1% e 63,4%, comparados a 86,2% do químico - exige uma resposta precisa. Os dados deste experimento não sustentam o termo 'promissor' se ele for entendido como equivalente ou substituto direto do imidacloprido. O que os resultados sustentam é um **potencial complementar**: o produto alterou significativamente a dinâmica da população e pode integrar uma estratégia de MIP por apresentar mecanismo microbiológico

distinto. Essa utilidade potencial precisa ser confirmada em programas de aplicação condizentes com a bula, com avaliação de custo e acompanhamento por período maior.

A literatura oferece base para esse enquadramento. Faria e Wraight (2007) mostram que micoinseticidas são empregados mundialmente como componentes de programas de controle e não necessariamente como soluções isoladas. Sani et al. (2020) e Souza et al. (2022) destacam que a eficácia de fungos contra mosca-branca varia amplamente conforme formulação, condições ambientais e estágio do inseto. Portanto, comparar apenas um percentual final sem considerar o sistema de manejo pode subestimar o papel do agente, enquanto classificá-lo como substituto equivalente pode superestimar seu desempenho.

Outro aspecto relevante é que o ensaio realizou apenas uma aplicação. A bula oficial do TEC ISARIA indica a possibilidade de quatro aplicações em intervalos de sete dias, iniciadas com as primeiras ninfas (BRASIL, 2024). Isso cria uma diferença entre o esquema experimental e o programa de uso atualmente registrado. É plausível que aplicações sequenciais alterem a exposição da população ao fungo, mas essa hipótese não pode ser transformada em resultado. O presente trabalho não testou quatro aplicações e, portanto, não pode atribuir a elas uma eficiência específica.

A ausência de dados climáticos completos também impede explicar quantitativamente a resposta com base em umidade, temperatura ou radiação. Rojas et al. (2023) demonstraram, em isolados brasileiros de *C. fumosorosea*, que UV-B e temperatura elevada podem reduzir a germinação de conídios e que há variação entre isolados. Rodrigues et al. (2022) mostraram associações entre variáveis ambientais e dinâmica de *B. tabaci* em soja. Essas evidências justificam a importância do clima, mas não autorizam afirmar que uma correlação específica ocorreu neste experimento sem a série de dados correspondente.

Por esse motivo, foi retirada a correlação r = 0,66 que aparecia na versão preliminar. O orientador observou corretamente que o texto não informava o número de observações, quais valores haviam sido correlacionados, o período nem o resultado referente à temperatura. Uma correlação calculada apenas com cinco datas teria, além disso, poder estatístico limitado. Sem a planilha original e os registros microclimáticos completos, manter esse resultado criaria uma aparência de precisão que não poderia ser auditada.

A mesma lógica foi aplicada aos sintomas de micose. A versão anterior mencionava 18,4% e 11,7% de insetos com micélio branco, porém não informava o total de insetos examinados, o número de repetições, a variabilidade ou método de confirmação do agente. Visualmente, micélio branco é compatível com vários fungos e não identifica, por si só, *I. fumosorosea*. Em uma pesquisa que pretenda quantificar micose, seria recomendável coletar

cadáveres, realizar isolamento em meio de cultura e confirmar caracteres morfológicos ou moleculares. Como isso não está documentado, tais percentuais foram excluídos das conclusões.

Os dados de adultos também não foram mantidos como resultado quantitativo. A metodologia preliminar descrevia contagem de adultos em dez folíolos do terço superior, mas o conjunto fornecido não apresenta tabela, médias, erro, coeficiente de variação ou agrupamentos estatísticos para essa variável. Declarar que adultos 'seguiram o mesmo padrão' sem mostrar os dados seria insuficiente. A versão final, portanto, não transforma essa afirmação em evidência.

A análise da densidade de ninfas, ao contrário, possui uma série temporal apresentada em tabela, comparação entre tratamentos e coeficientes de variação. Esse conjunto permite discussão mais sólida. Aos 3 DAA, o padrão químico já apresentou forte redução, enquanto T2 e T3 mostraram resposta intermediária. Aos 7, 10 e 14 DAA, o distanciamento entre testemunha e tratamentos se manteve. Essa persistência do efeito durante duas semanas é relevante para caracterizar o comportamento de uma aplicação única.

O resultado de 63,4% na dose de 600 g ha-1 situa o tratamento biológico em uma faixa de supressão moderada, não de controle total. Em programas de MIP, uma supressão dessa magnitude pode ter valor quando associada a baixa população inicial, monitoramento, conservação de inimigos naturais e outras medidas. Por outro lado, se a infestação estiver elevada e o risco de dano for imediato, um produto de ação mais rápida pode ser necessário. Assim, o posicionamento agronômico deve ser contextual e baseado no nível de infestação.

A literatura recente em soja reforça a importância do momento de intervenção. Silva et al. (2025) mostram distribuição agregada de adultos e ninfas, e Rodrigues et al. (2022) descrevem fases de colonização ao longo do ciclo. A bula do TEC ISARIA orienta iniciar as aplicações quando forem observadas as primeiras ninfas. Esses elementos convergem para a ideia de que agentes microbiológicos tendem a ser mais coerentes com estratégias preventivas ou de início de infestação do que com tentativas tardias de eliminar populações muito altas.

A tecnologia de aplicação é outro ponto crítico. *B. tabaci* ocorre preferencialmente na face abaxial das folhas, e fungos entomopatogênicos dependem de contato. Pelegrini et al. (2022) demonstraram, em soja, que modificações na pulverização não garantiram automaticamente ganho de controle em todas as situações, evidenciando a complexidade da deposição de gotas no dossel. No experimento de Porangatu, o volume de 200 L ha-1 é consistente com a bula consultada, mas não há dados de tamanho de gota, pressão, ponta,

velocidade ou cobertura; portanto, o papel da tecnologia de aplicação permanece como aspecto não mensurado.

A atualização taxonômica também melhora a qualidade acadêmica da discussão. Trabalhos recentes utilizam *Cordyceps fumosorosea*, enquanto o produto comercial e o material experimental usam *Isaria fumosorosea*. A Anvisa reconhece explicitamente a sinonímia (ANVISA, 2019). Ao apresentar essa relação, o trabalho evita a falsa impressão de que estudos sob os dois nomes tratam de organismos completamente diferentes e facilita a localização da literatura atual.

Em síntese, o experimento fornece evidência útil de que o bioinseticida reduziu a população de ninfas e de que a dose experimental de 600 g ha-1 foi mais eficiente que 500 g ha-1 no período avaliado. A evidência não sustenta equivalência ao imidacloprido, não comprova influência de fatores climáticos específicos e não comprova esporulação ou persistência do fungo. Essa delimitação torna a conclusão menos abrangente do que a versão preliminar, porém cientificamente mais defensável e alinhada aos dados disponíveis.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo de avaliar a eficiência de *Isaria fumosorosea* no controle de ninfas de *Bemisia tabaci* em soja foi atendido com base na série de dados documentada para 0, 3, 7, 10 e 14 dias após a aplicação. A população da testemunha aumentou ao longo do período, enquanto as duas doses do bioinseticida reduziram a densidade de ninfas. Aos 14 DAA, foram registradas 12,8 ninfas por folíolo no tratamento de 500 g ha-1 e 9,4 ninfas por folíolo no tratamento de 600 g ha-1, contra 25,7 na testemunha e 3,5 no padrão químico.

As eficiências reportadas ao final do período foram de 50,1% para 500 g ha-1, 63,4% para 600 g ha-1 e 86,2% para o imidacloprido. Assim, a dose de 600 g ha-1 apresentou desempenho superior à dose registrada de 500 g ha-1 dentro do ensaio, porém ambas foram inferiores ao padrão químico. O resultado não permite recomendar a dose experimental de 600 g ha-1 fora das condições de pesquisa nem afirmar equivalência entre o bioinseticida e o imidacloprido.

A resposta ao problema de pesquisa é, portanto, que *I. fumosorosea* apresentou eficiência moderada e dependente da dose na redução de ninfas sob as condições documentadas, podendo ser interpretado como ferramenta complementar para o Manejo Integrado de Pragas, especialmente por possuir mecanismo de ação distinto do controle químico. Seu uso deve ser posicionado de acordo com monitoramento, nível de infestação, bula e condições favoráveis à ação de fungos entomopatogênicos.

Não foram sustentadas conclusões sobre adultos, micose, esporulação, persistência ou correlações climáticas, porque os registros fornecidos não continham dados suficientes para validar essas variáveis. Estudos futuros devem registrar datas exatas, cultivar, tecnologia de aplicação, dados brutos por repetição, software e testes estatísticos, série microclimática completa e métodos de confirmação do agente fúngico. Também é recomendável avaliar o programa sequencial de aplicações previsto em bula, em vez de apenas uma aplicação, para verificar a eficiência agronômica e econômica em condições comerciais.

REFERÊNCIAS

ANHÊ, Bruno Borella. Aplicação do fungo Cordyceps fumosorosea e do extrato de Sophora flavescens (matrine) no controle e na distribuição espaço-temporal de Bemisia tabaci em tomate orgânico. 2024. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2024. DOI: https://doi.org/10.11606/T.11.2024.tde-09052024-154211. Acesso em: 9 set. 2026.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Monografia C77 - Cordyceps fumosorosea. Brasília, DF: Anvisa, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/c/4269json-file-1. Acesso em: 9 set. 2026.

AVILA, Crebio José; VESSONI, Izabela Carla; SILVA, Ivana Fernandes da; VIEIRA, Elizete Cavalcante de Souza; MARIANI, Andressa. Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da soja: um estudo de caso no sul de Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2023. 37 p. (Documentos, 147). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1154898. Acesso em: 9 set. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. TEC ISARIA: bula do produto - registro MAPA n. 28824. Brasília, DF: MAPA, 2024. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2024-10/tecisaira.pdf. Acesso em: 9 set. 2026.

BUENO, Adeney de Freitas; CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding; HOFFMANN-CAMPO, Clara Beatriz; SOSA-GÓMEZ, Daniel Ricardo; HIROSE, Edson; ROGGIA, Samuel. Manejo integrado de pragas da soja: MIP-Soja. Londrina: Embrapa Soja, 2023. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1162267. Acesso em: 9 set. 2026.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Produção de grãos atinge novo recorde com 350,2 milhões de toneladas colhidas na safra 2024/25. Brasília, DF, 11 set. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-graos-atinge-novo-recorde-com-350-2-milhoes-de-toneladas-colhidas-na-safra-2024-25. Acesso em: 9 set. 2026.

DE BARRO, Paul J.; LIU, Shu-Sheng; BOYKIN, Laura M.; DINSDALE, Adam B. Bemisia tabaci: a statement of species status. Annual Review of Entomology, v. 56, p. 1-19, 2011. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085504. Acesso em: 9 set. 2026.

FARIA, Marcos R. de; WRAIGHT, Stephen P. Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. Biological Control, v. 43, n. 3, p. 237-256, 2007. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.08.001. Acesso em: 9 set. 2026.

HENDERSON, Chas. F.; TILTON, Elvin W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. Journal of Economic Entomology, v. 48, n. 2, p. 157-161, 1955. DOI: https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157. Acesso em: 9 set. 2026.

PELEGRINI, Gabriela; SOUZA, Antônio Maricélio Borges de; FERREIRA, Pedro H. U.; MONTEIRO, Gabriel G.; FERREIRA, Marcelo C. Air-assisted spraying and electrically charged droplets for Bemisia tabaci control in soybeans. Pest Management Science, v. 78, n. 11, p. 4618-4627, 2022. DOI: https://doi.org/10.1002/ps.7082. Acesso em: 9 set. 2026.

QUINTELA, Eliane D.; ABREU, Aluana G.; LIMA, Julyana F. dos S.; MASCARIN, Gabriel M.; SANTOS, Jardel B. dos; BROWN, Judith K. Reproduction of the whitefly Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) B biotype in maize fields (Zea mays L.) in Brazil. Pest Management Science, v. 72, n. 11, p. 2181-2187, 2016. DOI: https://doi.org/10.1002/ps.4259. Acesso em: 9 set. 2026.

RODRIGUES, Raimundo Henrique Ferreira; SILVA, Luciana Barboza; SILVA, Maria Carolina Faria; LOPES, José Wellington Batista; LIMA, Edivania Araujo; BARBOSA, Ronny Sobreira; ALMEIDA, Lorrana Francisca Oliveira. Population fluctuation and distribution of Bemisia tabaci MEAM1 (Hemiptera: Aleyrodidae) in soybean crops. Frontiers in Agronomy, v. 4, art. 958498, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fagro.2022.958498. Acesso em: 9 set. 2026.

ROJAS, Víctor Manuel Arévalo; IWANICKI, Natasha Sant'Anna; D'ALESSANDRO, Celeste Paola; FATORETTO, Maíra Blumer; DEMÉTRIO, Clarice Garcia Borges; DELALIBERA JUNIOR, Italo. Characterization of Brazilian Cordyceps fumosorosea isolates: conidial production, tolerance to ultraviolet-B radiation, and elevated temperature. Journal of Invertebrate Pathology, v. 197, art. 107888, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jip.2023.107888. Acesso em: 9 set. 2026.

SANI, Ibrahim; ISMAIL, Siti Izera; ABDULLAH, Siti; JALINAS, Jamilah; JAMIAN, Salmah; SAAD, Nur Azura. A review of the biology and control of whitefly, Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. Insects, v. 11, n. 9, art. 619, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/insects11090619. Acesso em: 9 set. 2026.

SILVA, Rafael Azevedo da; DEGRANDE, Paulo Eduardo; SANTOS, Elcio Ferreira dos; SOUZA, Ellen Patrícia de; SILVA, Gutierres Nelson; FERNANDES, Marcos Gino. Spatial distribution of Bemisia tabaci MEAM1 nymphs and adults in soybean crops: an analysis of dispersions and population frequencies. Revista Brasileira de Entomologia, v. 69, n. 3, e20250022, 2025. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2025-0022. Acesso em: 9 set. 2026.

SOUZA, Francis Moretti de; SILVA, Rafael Azevedo da; MAGALHÃES, Larissa da Silva; LOUREIRO, Elisângela de Souza. Fungos entomopatogênicos associados ao controle da mosca-branca: uma revisão. Research, Society and Development, v. 11, n. 11, e252111133536, 2022. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33536. Acesso em: 9 set. 2026.

SUHAG, Archna; YADAV, Honey; CHAUDHARY, Darshna; SUBRAMANIAN, S.; JAIWAL, Ranjana; JAIWAL, Pawan K. Biotechnological interventions for the sustainable management of a global pest, whitefly (Bemisia tabaci). Insect Science, v. 28, p. 1228-1252, 2021. DOI: https://doi.org/10.1111/1744-7917.12853. Acesso em: 9 set. 2026.

SUN, Tingfei; SHEN, Zhang; SHAUKAT, Mobeen; DU, Cailian; ALI, Shaukat. Endophytic isolates of Cordyceps fumosorosea to enhance the growth of Solanum melongena and reduce the survival of whitefly (Bemisia tabaci). Insects, v. 11, n. 2, art. 78, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/insects11020078. Acesso em: 9 set. 2026.

WU, Jianhui; YANG, Bo; XU, Jing; CUTHBERTSON, Andrew G. S.; ALI, Shaukat. Characterization and toxicity of crude toxins produced by Cordyceps fumosorosea against Bemisia tabaci (Gennadius) and Aphis craccivora (Koch). Toxins, v. 13, n. 3, art. 220, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/toxins13030220. Acesso em: 9 set. 2026.