



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS AVANÇADO LAGOA DA CONFUSÃO – TO
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA AGRONÔMICA**

AMANDA BATISTA DAMASCENO

**EFICÁCIA DO FUNGO ENTOMOPATOGENICO *Cordyceps javanica* NO
CONTROLE BIOLÓGICO DE *Bemisia tabaci* NA CULTURA DA SOJA (*Glycine
max (L.) MERR.*)**

**LAGOA DA CONFUSÃO
2023**

AMANDA BATISTA DAMASCENO

**EFICÁCIA DO FUNGO ENTOMOPATOGENICO *Cordyceps javanica* NO
CONTROLE BIOLÓGICO DE *Bemisia tabaci* NA CULTURA DA SOJA (*Glycine
max (L.) MERR.*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia agrônômica da
Unidade Campus avançado Lagoa da Confusão do
Instituto Federal do Tocantins, como exigência à
obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia
Agrônômica.

Orientador: Jardel Barbosa dos Santos

**LAGOA DA CONFUSÃO
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

- D155e Damasceno, Amanda Batista
 Eficácia do fungo entomopatogênico *Cordyceps javanica* no controle biológico de
 Bemisia tabaci na cultura da soja (*Glycine max* (L.) MERR.) / Amanda Batista
 Damasceno. — Lagoa da Confusão, TO, 2023.
 30 p.: il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônoma) —
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Avançado Lagoa
 da Confusão, Lagoa da Confusão, TO, 2023.
- Orientador: Jardel Barbosa Dos Santos
1. Controle biológico. 2. fungo entomopatogênico. 3. soja. I. Santos, Jardel
 Barbosa Dos. II. Título.
-

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pela auto

AMANDA BATISTA DAMASCENO

**EFICÁCIA DO FUNGO ENTOMOPATOGENICO *Cordyceps javanica* NO
CONTROLE BIOLÓGICO DE *Bemisia tabaci* NA CULTURA DA SOJA (*Glycine
max (L.) MERR.*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia agrônômica da
Unidade Campus avançado Lagoa da Confusão do
Instituto Federal do Tocantins, como exigência à
obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia
Agrônômica.

Orientador: Jardel Barbosa dos Santos

Aprovado em: 21/06/2023

BANCA EXAMINADORA

Dr. Jardel Barbosa dos Santos
Orientador
IFTO/Campus Avançado Lagoa da Confusão

Dr. João Paulo de Oliveira Santos
IFTO/Campus Avançado Lagoa da Confusão

Dr^a. Natália do Couto Abreu
IFTO/Campus Avançado Lagoa da Confusão

Dedico este trabalho a minha família, que muito me apoiou e incentivou a realizá-lo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a espiritualidade pelo dom da vida, pela oportunidade dessa existência para meu crescimento e evolução, e por ter me sustentado, me dado ânimo e inspiração para concluir o curso.

Agradeço ao meu esposo e grande amigo Alexandre por acreditar e apoiar todos os meus sonhos e por todos os gestos de amor e compreensão durante essa jornada.

Agradeço aos meus amados filhos João Pedro e Maria Luísa por serem minha fonte de alegria, força e motivação diária. Por serem meus grandes companheiros de existência e também por compreenderem todas as minhas ausências necessárias à realização de atividades referente ao curso.

Agradeço aos meus pais José Carlos e Marlete por serem o início da minha história, por toda luta e esforço, pela educação que me deram, pelos ensinamentos e incentivo. E a minha irmã, comadre e amiga Andréia, por todo carinho, palavras e gestos de apoio.

Agradeço a todos os demais familiares que torceram, incentivaram e oraram por mim durante essa caminhada.

Agradeço a todos os amigos por todos os momentos alegres e por todo auxílio durante os momentos difíceis.

Agradeço aos meus colegas de curso, com quem convivi muitíssimo durante os últimos anos, pelo companheirismo, cordialidade e pela troca de experiências ao longo deste percurso.

Agradeço aos professores, pelos ensinamentos e correções que muito contribuíram para o meu aprendizado e formação profissional.

Agradeço ao meu orientador Jardel Barbosa dos Santos por todo aprendizado e apoio. Aos demais integrantes da banca, João Paulo de Oliveira Santos e Natália do Couto Abreu, pela disponibilidade.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para o meu êxito nessa missão. Meu muitíssimo obrigada!

“A natureza, em seus caprichos e mistérios,
condensa em pequenas coisas o poder de
dirigir as grandes; nas sutis, a potência de
dominar as mais grosseiras; nas coisas simples,
a capacidade de reger as complexas.”

(Ana Maria Primavesi)

RESUMO

A soja desempenha importante papel socioeconômico, pois sendo a cultura mais cultivada atualmente no Brasil é responsável pela geração de milhares de empregos e pelo fortalecimento da economia. A mosca-branca (*Bemisia tabaci*) é considerada uma das principais pragas nessa cultura. O controle químico de mosca-branca é ainda o mais utilizado, no entanto, estratégias de controle biológico ganham cada vez mais espaço. O objetivo deste trabalho será avaliar o controle de *Bemisia tabaci* na cultura da soja, por meio da aplicação do produto biológico *Cordyceps javanica* cepa (BRM27666) isolado e de associado a outros produtos disponíveis no mercado, a fim de estabelecer um comparativo com o tratamento químico padrão em condições de campo. Será feito 4 repetições de sete tratamentos (*Cordyceps javanica* (100), *Cordyceps javanica* (200), *Cordyceps javanica* + sulfoxaflor (100 + 300), *Cordyceps javanica* + adjuvante (200+300), adjuvante (300), acetamiprido + piriproxifem (250) e testemunha) utilizados em duas aplicações. Os experimentos serão realizados em blocos casualizados em esquema de 28 parcelas subdivididas. Será avaliado o número de ovos, ninfas e adultos e pupário vazio de *Bemisia tabaci* na prévia da aplicação A, na prévia da aplicação B, e aos 3, 7, 10 e 14DAAB.

Palavras-chave: Soja; Mosca-branca; *Cordyceps javanica*; Biocontrole

ABSTRACT

Soy plays an important socioeconomic role, as it is the most cultivated crop currently in Brazil and is responsible for generating thousands of jobs and strengthening the economy. The whitefly (*Bemisia tabaci*) is considered one of the main pests in this crop. Whitefly chemical control is still the most used, however, biological control strategies are gaining more and more space. The objective of this work will be to evaluate the control of *Bemisia tabaci* in the soybean crop, through the application of the biological product *Cordyceps javanica* cepa (BRM27666) isolated and associated with other products available on the market, in order to establish a comparison with the standard chemical treatment under field conditions. There will be 4 repetitions of seven treatments (*Cordyceps javanica* (100), *Cordyceps javanica* (200), *Cordyceps javanica* + sulfoxaflor (100 + 300), *Cordyceps javanica* + adjuvant (200+300), adjuvant (300), acetamiprid + pyriproxyfen (250) and control) used in two applications. The experiments will be carried out in randomized blocks in a 28 split-plot scheme. The number of eggs, nymphs and adults and empty puparium of *Bemisia tabaci* will be evaluated in the preview of application A, in the preview of application B, and at 3, 7, 10 and 14 DAAB.

Keywords: Soy; Whitefly; *Cordyceps javanica*; Biocontrol

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Exportações mensais do Brasil versus o complexo soja	17
Figura 2	– Fases do controle biológico no Brasil.....	19
Figura 3	– Estimativa de crescimento global dos produtos biológicos.....	20
Figura 4	– Modo de ação do fungo <i>Cordyceps javanica</i>	21
Figura 5	– Area experimental do IFTO.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos, dosagens e sorteio de aplicação.....	24
Tabela 2 – Cronograma das atividades projetadas para elaboração do projeto.....	26
Tabela 3 – Orçamento para realização do projeto.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Soja (<i>Glicyne max</i>)	16
2.2 Mosca-branca (<i>Bemisa tabaci</i>).....	17
2.3 Controle biológico de pragas.....	19
2.4 Fungos entomopatogênicos	20
3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS	23
4 CRONOGRAMA	26
5 ORÇAMENTO	27
6 RESULTADOS ESPERADOS	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja possui uma grande relevância econômica para o Brasil, visto que o país é um importante produtor e exportador mundial desse grão. Atualmente, o ranking mundial de maiores produtores de soja conta com o Brasil na primeira posição, diante de uma projeção estimada em 154,8 milhões de toneladas prevista para a safra 2022/23, conforme dados da Conab (2023). Estima-se que a cadeia produtiva da soja reúna no país mais de 243 mil produtores, e um mercado de 1,4 milhões de empregos (APROSOJA, 2023).

No entanto, os agricultores enfrentam um grande desafio devido à presença de diversos tipos de pragas, como por exemplo a mosca-branca (*Bemisia tabaci*), que apresentam característica polífaga, alta capacidade reprodutiva e resistência a alguns inseticidas. Além de se alimentar com os nutrientes da planta, essa praga tem a capacidade de transmitir diversos vírus e favorecer o crescimento do fungo *Capnodium sp.* que prejudicam a produtividade da soja (MOZZAQUATRO, 2020).

Dessa forma, o controle biológico surge como uma alternativa sustentável para o manejo dessa praga, utilizando-se dos agentes de controle natural, tais como o fungo entomopatogênico *Cordyceps javanica*, que desponta como uma alternativa para ajudar a controlar as populações dessa praga, reduzindo o uso de pesticidas químicos, diminuindo os riscos de danos ambientais e são inofensivos ao meio ambiente e à saúde da população.

O objetivo deste trabalho será avaliar o controle de *Bemisia tabaci* na cultura da soja, por meio da aplicação do produto biológico *Cordyceps javanica* cepa (BRM27666) isolado e associado a outros produtos disponíveis no mercado, a fim de estabelecer um comparativo com o tratamento químico padrão (Acetamiprido + piriproxifem) em condições de campo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Soja (*Glicyne max*)

A soja é uma cultura milenar, iniciada há mais de cinco mil anos na Ásia, quando era ainda uma planta rasteira e muito diferente das cultivares atuais. Ambientada às condições de temperaturas amenas e altas latitudes, foi introduzida no Brasil no final do século XIX (DUCLÓS, 2014).

Atualmente a soja é a principal oleaginosa anual produzida e consumida no mundo e o principal produto do agronegócio brasileiro (OLIVEIRA *et al.*, 2019). A produção de soja no Brasil na safra anterior (2021/2022) foi de 125.552,3 mil toneladas em uma área total de 41.452,0 mil hectares e alcançou uma produtividade de 3.029 kg/ha (CONAB, 2022).

O cultivo de soja, que no Brasil, ocupa mais de 40 milhões de hectares, tem contribuído de forma positiva para uma nova dinâmica produtiva. Sistemas de cultivo de soja como uma monocultura, seguindo tratamentos calendarizados, utilizando grandes quantidades de agroquímicos e dependentes de regularidade hídrica, estão com seus dias contados, haja visto a demanda mundial por uma agricultura mais ecológica e sustentável (MEYER *et al.*, 2022).

De acordo com Dall'Agnol *et al.* (2021), o crescimento vertiginoso da produção de soja no país determinou uma série de mudanças sem precedentes na história da agricultura brasileira. A soja foi uma das grandes responsáveis pela implementação da agricultura comercial no Brasil, por acelerar a mecanização das lavouras, modernizar o sistema de transportes, expandir a fronteira agrícola, profissionalizar e incrementar o comércio internacional, modificar e enriquecer a dieta alimentar dos brasileiros, acelerar a urbanização do País, interiorizar a população brasileira, tecnificar outras culturas, impulsionar e descentralizar a agroindústria nacional, patrocinando a expansão da produção de suínos e aves.

Embora a soja não seja conhecida mundialmente como alimento básico, é uma das culturas mais importantes do mundo, principalmente como fonte de proteína e óleo vegetal (SILVA, *et al.*, 2022). Segundo informações da ABIOVE (2023), o complexo soja (grão, farelo e óleo) tem um papel importante no desenvolvimento da economia brasileira, registrando sucessivos recordes de exportação.

Figura 1- Exportações mensais do Brasil versus o complexo soja

Mês	Total Brasil (US\$ 1.000)		Complexo Soja (US\$ 1.000)		Part. Complexo Soja sobre total do Brasil (%)	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Jan	19.780.390	22.812.550	2.087.835	1.510.099	10,6	6,6
Fev	23.513.665	20.314.894	3.983.830	3.783.303	16,9	18,6
Mar	29.409.587	33.045.498	7.471.206	8.668.587	25,4	26,2
Abr	28.963.029		8.058.984		27,8	
Mai	29.648.653		8.160.882		27,5	
Jun	32.743.972		8.014.286		24,5	
Jul	29.845.680		6.026.052		20,2	
Ago	30.781.273		4.979.282		16,2	
Set	28.626.954		3.857.910		13,5	
Out	26.868.170		3.489.785		13,0	
Nov	27.636.418		2.644.256		9,6	
Dez	26.645.288		2.175.681		8,2	
Total	43.294.055	76.172.942	6.071.665	13.961.989	14,0	18,3

Fonte: Abiove (2023)

A sojicultura, sem dúvidas, será uma atividade ainda mais lucrativa nos próximos anos, pois haverá muita demanda e poucos países aptos a supri-las. Além disso, a necessidade de produzir outras culturas e a atividade pecuária os impedem de expandir a área de cultivo de soja (SILVA *et al*, 2022).

2.2 Mosca-branca (*Bemisia tabaci*)

A mosca-branca é um inseto pertencente à Ordem Hemiptera, Subordem Sternorrhyncha, Superfamília Aleyrodoidea e Família Aleyrodidae (GRAZIA *et al.*, 2012). Foi descrita inicialmente por Gennadius (1889) como *Aleurodes tabaci* coletada na Grécia, na cultura do fumo. São insetos pequenos de 1mm de comprimento com quatro asas membranosas recobertas por uma pulverulência branca (GALLO *et al*, 2002).

Os aleirodídeos apresentam metamorfose incompleta, sendo observada uma grande variação na biologia de espécies dentro da mesma família. O ciclo de vida envolve, basicamente, uma fase de ovo, três instares ninfais ativos que se alimentam, seguido de um quarto que é inativo. Esta fase é dividida em três estádios morfologicamente distintos, sendo usualmente o último denominado de pupário. Após a quarta ecdise ocorre a emergência dos adultos (BYRNE E BELLOWS, 1991).

É considerada uma das pragas de insetos mais destrutivas de vegetais e culturas ornamentais em todo o mundo (SANI, 2020). É a segunda praga artrópode mais difundida e economicamente importante no mundo, com frequentes surtos populacionais acontecendo no Brasil, que acarreta em crescentes danos econômicos na cultura da soja (PADILHA, *et al.*,

2021).

Essa espécie apresenta diversos biótipos e sua identificação é de grande importância por ser indicativa de sua agressividade e suscetibilidade a inseticidas (SILVA *et al*, 2022). *Bemisia tabaci* engloba um complexo de espécies crípticas com pelo menos 44 espécies, dentre as quais as espécies Middle East-Asia Minor 1 (MEAM1), também conhecida como biótipo B, e Mediterranean (MED), também conhecida como biótipo Q, têm maior importância em todo o mundo (KANAKALA e GHANIM, 2019).

A *B. tabaci* biótipo B foi introduzida no Brasil no início da década de 90. Esse biótipo de mosca-branca passou a ser importante devido a altas infestações em uma ampla variedade de plantas de interesse econômico como: hortaliças, feijão, algodão, soja e plantas ornamentais (PEREIRA, 2019). O biótipo B além de possuir maior quantidade de plantas hospedeiras, se caracteriza também por ter maior resistência a diversos inseticidas e capacidade de induzir desordens fisiológicas a certos tipos de hospedeiros (SUEKANE, 2013)

Villas Boas (2005), ressalta que dentre as plantas hospedeiras da mosca-branca destacam-se ainda várias espécies de plantas daninhas, o que significa que, na entressafra, esses insetos sobrevivem muitas vezes em alta população nas áreas de cultivo.

O dano direto que a mosca-branca causa é através da alimentação, onde ela perfura os tecidos das plantas para sugar a seiva diretamente dos feixes vasculares, o que ocasiona o murchamento das folhas e redução do crescimento e rendimento (FARIA, 2001).

Lopez *et al.* (2008) afirma que os prejuízos de *B. tabaci* na cultura da soja, decorrem, em geral, da sucção da seiva, da excreção de um melado rico em açúcares que serve de substrato para o desenvolvimento do fungo fumagina (*Capnodium spp.*), que deixa a planta cobertas de micélio preto capaz de afetar a fotossíntese, e pela transmissão de viroses.

Na soja, a mosca-branca é transmissora do vírus da “necrose-da-haste”, do grupo dos carlavírus, que com a evolução dos sintomas, pode levar a planta à morte. Entretanto, já existe variedades resistentes a esse vírus (BUENO, CAMPO E GOMES, 2021).

Defensivos químicos sintéticos são usados para controlar *B. tabaci*, no entanto, seu uso extensivo levou a uma série de preocupações inerentes à saúde humana e à contaminação ambiental. Portanto, é de grande interesse desenvolver uma alternativa mais segura e ecológica para o controle de *B. Tabaci* (SANI, 2020).

Wagner (2020), ressalta que o uso excessivo de inseticidas sintéticos contribui para a redução das populações de inimigos naturais, polinizadores e outros insetos não-alvo, degradação ambiental e aumento dos riscos toxicológicos para agricultores e consumidores

2.3 Controle biológico de pragas

O controle biológico é a ação de inimigos naturais sobre uma população de pragas, culminando numa posição geral de equilíbrio, mais baixa do que prevaleceria na ausência desses (GRAVENA, 1992).

O controle biológico com entomopatógenos pode ser definido como o uso de fungos, vírus, bactérias, nematóides e protozoários no controle de insetos-praga (VALICENTE, 2009). É caracterizado por relações ecológicas que envolvem a competição do homem com as pragas por recursos naturais e a presença do agente de controle biológico como aliado do homem e inimigo natural da praga (FONTES, PIRES E SUJII, 2020).

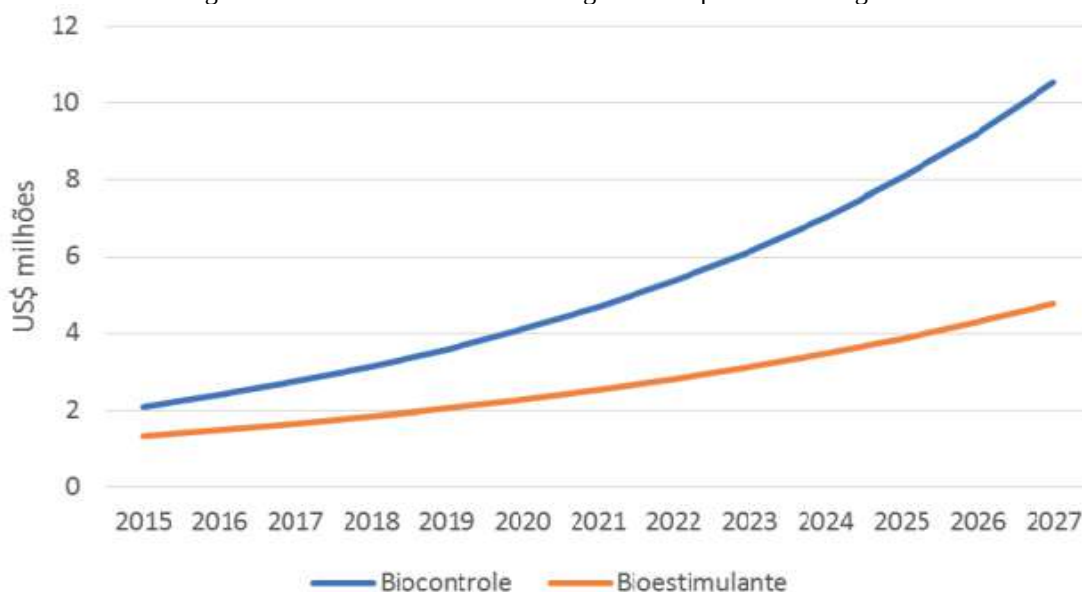
Figura 2 – Fases do controle biológico no Brasil

Fase 1 - Antes de 2005	Fase 2 - 2005 a 2014	Fase 3 - 2014 a 2022	Fase 4 - Pós 2022
- Produção exclusivamente on farm ou caseira <i>Metarhizium anisopliae</i> <i>Beauveria bassiana</i> <i>Trichoderma</i> spp. <i>Trichoderma stromaticum</i> <i>Dycima pulvinata</i> <i>Acremonium</i> <i>Clonostachys</i> <i>Cotesia flavipes</i> - Produtos comercializados sem registro, exceto <i>Bacillus thuringiensis</i> (não está sendo considerado o controle biológico clássico)	- Primeiro ABC registrado - Criação da ABCBio - Crescimento no número de produtos registrados - Novas empresa - Mudança nos processos de registro - Crescimento de vendas de produtos à base de <i>Beauveria</i>, <i>Bacillus</i>, <i>Metarhizium</i>, <i>Trichoderma</i>, <i>Cotesia</i>, etc. - Explosão da <i>Helicoverpa armigera</i> - Início da produção on farm de <i>Bacillus thuringiensis</i> para controle de <i>H. armigera</i>	- Consolidação do controle biológico - Crescimento no número de empresas - Crescimento no número de produtos registrados - Crescimento da produção on farm de <i>Bacillus</i> spp., <i>Trichoderma</i>, <i>Beauveria</i>, <i>Metarhizium</i>, etc. - Programa de Bioinsumos do MAPA - Forte crescimento do mercado	- Consolidação das empresas - Novas empresas serão criadas - Aumento da oferta de ingredientes ativos - Aumento da oferta de produtos - Mistura de bioagentes - Produtos com novas tecnologias - Crescimento do mercado - Mudanças no processo de registros - Regulamentação da produção on farm - Bioherbicidas - Prebióticos - Manipulação do microbioma

Fonte: ABCBio - Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico (2022)

A expectativa é a de que o mercado mundial de bioinsumos continue apresentando elevada taxa de crescimento, alcançando um valor acima de US\$ 10 bilhões para biodefensivos e US\$ 3 bilhões para bioestimulantes (MEYER, *et al*, 2022).

Figura 3 - Estimativa de crescimento global dos produtos biológicos



Fonte : Dunham Trimmer, 2021

Diversos aspectos têm estimulado o crescimento da utilização de biológicos no Brasil. O primeiro deles é a crescente pressão de órgãos reguladores no sentido de restringir a aprovação de produtos químicos, impondo critérios mais rígidos em termos de toxicidade e persistência no ambiente. Com isso, o tempo e o custo envolvido desde a descoberta de uma nova molécula até a disponibilização de novos defensivos químicos, que já eram elevados, torna-se ainda maiores (MEYER *et al.*, 2022).

2.4 Fungos entomopatogênicos

Os fungos entomopatogênicos são espécies capazes de causar doenças ou a morte de insetos (VALADARES-INGLIS, LOPES E FARIA, 2020). Esses fungos têm sido usados ativamente para o manejo de uma infinidade de pragas econômicas de plantas cultivadas por aproximadamente 200 anos (BAMISILE *et al.*, 2021).

Os fungos entomopatogênicos são responsáveis por um controle biológico “silencioso”, pois são microrganismos e, muitas vezes, os sintomas de seu ataque nas pragas são pouco perceptíveis. O principal efeito esperado é a morte do inseto, no entanto, por se tratar de um agente biológico, durante o processo de ação do FE até a morte do inseto, sintomas como redução na alimentação e ovoposição são percebidos. (MEYER, *et al.*, 2022).

Os fungos entomopatogênicos (EPF) são considerados como potenciais agentes de biocontrole contra várias pragas de insetos desde o final do século XIX. Desde então, mais de 170 micoinseticidas foram produzidos com pelo menos 12 espécies, das mais de 800 espécies de fungos identificadas como patogênicas para insetos (DEB & MAJUMDER, 2019).

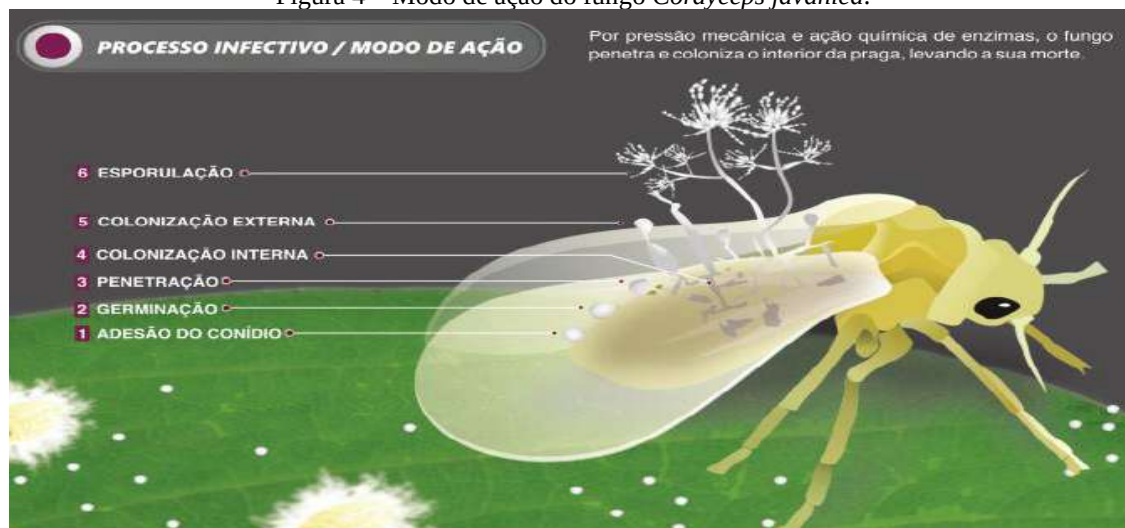
Tem aumentado nos últimos anos o interesse em fungos entomopatogênicos, como o *Cordyceps javanica*, pois infectam diferentes estádios de desenvolvimento do inseto, apresentando, portanto, grande potencial no controle desta praga (ESPINOSA, 2016).

Cordyceps javanica é um fungo entomopatogênicos com distribuição global e é utilizado para o controle biológico de pragas agrícolas. Alta produtividade de conídios e tolerância a estresses abióticos, como temperatura elevada e radiação ultravioleta (UV-B), são características desejadas em isolados candidatos a produtos comerciais (ROJAS, 2023). O gênero *Cordyceps* apresenta essas qualidades, o que estimula as pesquisas sobre o uso deste entomopatógeno no controle de mosca-branca (GODOI, 2019).

Ao contrário de outros agentes de controle biológico, os fungos entomopatogênicos desempenham um papel importante na regulação natural das populações de pragas, pois infectam penetrando diretamente na cutícula da praga e não precisam ser ingeridos para iniciar a doença (FARIA e WRAIGHT, 2007).

Recentemente foi desenvolvido um bioinseticida que possui como ingrediente ativo uma cepa do fungo *Cordyceps javanica* (BRM27666), pela Embrapa em parceria com a empresa Lallemand Plant Care (ARAÚJO, 2023).

Figura 4 – Modo de ação do fungo *Cordyceps javanica*.



Fonte: Lallemand Plant Care (2023).

O desenvolvimento de fungos entomopatogênicos em uma estratégia integrada de manejo de pragas contra *B. tabaci* pode reduzir nossa dependência de pesticidas químicos e nos ajudar a garantir a segurança alimentar preservando a natureza (SANI, 2020).

De acordo com Souza *et al* (2022), se forem adotadas as seguintes medidas: uso em ínstares ninfais, uso em condições ambientais favoráveis para os agentes biológicos, maior eficiência na aplicação dos esporos pelo uso da tecnologia de aplicação, aplicação de forma

assíncrona com fungicidas, é possível manejar *B. tabaci* com o uso de fungos entomopatogênicos, além de se obter uma maior segurança alimentar e ambiental devido a inofensividade destes organismos.

O controle biológico de pragas com fungos entomopatogênicos apresenta vantagens e desvantagens, por isso, não deve ser enxergado como a única alternativa a ser adotada. O tempo relativamente longo para levar os hospedeiros à morte é considerado uma desvantagem, mas somente nos casos em que a sobrevivência do inseto na lavoura possa resultar em perdas econômicas significativas (VALADARES-INGLIS, LOPES E FARIA, 2020).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O ensaio será realizado em uma área experimental do Instituto Federal do Tocantins – Campus Avançado Lagoa da Confusão (Lat. 10°44'21.48"S Long. 49°35'31.08"W) sob condições de campo.

A cultura escolhida foi a soja (*Glycine max*), e será utilizada a cultivar BRSMAX BÔNUS IPRO – 8579 (grupo de maturação 7.9), material com a tecnologia INTACTA RR2 PRO; hábito de crescimento indeterminado; cor de flor roxa; cor da pubescência cinza; cor do hilo preto imperfeito; porte alto, índice de ramificação médio e moderadamente resistente ao acamamento. O solo da área experimental é um Plintossolo e o manejo fitotécnico será realizado de acordo com as recomendações de Tecnologias de Produção de Soja (EMBRAPA, 2013).

Figura 5 – Área experimental do IFTO



Fonte: Google Earth (2023)

O delineamento experimental será de blocos casualizados (DBC) com 7 tratamentos e 4 repetições, incluindo uma testemunha sem aplicação de inseticida químico e biológico. O tamanho de cada parcela será de 8 linhas de soja espaçadas em 0,5, por 5,00 metros de comprimento, totalizando 28 parcelas e uma área total de 630,00 m² de experimento.

O principal tratamento a ser avaliado é um produto à base de *Cordyceps javanica* cepa (BRM27666), desenvolvido pela Embrapa em parceria com a empresa Lallemand Plant Care, e vendido sob o nome comercial de LalGuard java® na concentração de $1,00 \times 10^{10}$, o que corresponde a 150g por quilo de produto.

Tabela 1 – Tratamentos, dosagens e sorteio de aplicação

Nº do tratamento	Nome do tratamento	Dose (g/ha)	Dose (2L)	Parcelas
1	Testemunha	-	-	101-203-302-404
2	Cordyceps javanica	100	1,0	102-206-304-406
3	Cordyceps javanica	200	2,0	103-201-306-403
4	Cordyceps javanica + Sulfoxaflor	100+300	1,0+3,0	104-205-301-407
5	Cordyceps javanica + Adjuvante	200+300	2,0+3,0	105-207-303-402
6	Adjuvante	300	3,0	106-204-307-405
7	Acetamiprido + piriproxifem	250	2,5	107-202-305-401

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Para as aplicações aéreas deverá ser utilizado pulverizador costal pressurizado a CO₂, com pressão constante de 40 libras pol⁻², dotado de seis pontas de pulverização tipo leque 110.02, espaçadas em 0,5 m, totalizando uma faixa de aplicação de 3,0 m. O Volume de calda a ser aplicado é de 200 l/ha, e deverá ocorrer em duas ocasiões: **Aplicação A:** Início da Infestação (média de 5 folhas de mosca-branca por folha no terço médio e **Aplicação B:** 7-10 dias após aplicação A.

Será avaliado o número de ninfas, adultos e pupário vazio de *Bemisia tabaci* por folíolo, na prévia da aplicação A, na prévia da aplicação B e aos 3, 7, 10 e 14 DAAB (Após aplicação B).

Para avaliação dos adultos deverá ser feita uma contagem “*in loco*” do número de indivíduos encontrados no folíolo central do terço médio das folhas do baixeiro. O número de folhas avaliadas será 10 unidades por parcela.

Para avaliar as ninfas e pupários vazios deverá ser coletado 10 folíolos por parcela. O folíolo a ser coletado deverá ser o central do terço médio das folhas do baixeiro das plantas localizadas nas linhas centrais da parcela. Depois de coletados, os folíolos devem ser acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados com o respectivo número da parcela. Posteriormente a contagem deverá ser feita em laboratório com o auxílio de lupa de aumento em 40x.

A colheita deverá ser realizada de forma manual, sendo colhidas 10,00 m nas duas linhas centrais de cada parcela (5 m em cada), posteriormente os grãos deverão ser pesados e os dados transformados para sacas de 60,0 kg ha⁻¹, com a umidade corrigida para 13,0%. Além desses dados, para determinação da produtividade deverá ser avaliado o número de vagens, número de nós e o peso de mil grãos (PMG) de 10 plantas por parcela na colheita.

Também será realizada avaliação da eficiência (Abbott) sobre o número médio de ninfas e adultos por folíolo. As análises estatísticas serão feitas com o auxílio do software R Studio, que tem como objetivo facilitar a análise e visualização de dados.

4 CRONOGRAMA

Tabela 2: Cronograma das atividades projetadas para elaboração do projeto.

ATIVIDADES	Mês					
	1	2	3	4	5	6
Pesquisa do Tema	X					
Revisão bibliográfica	X	X				
Preparo de solo			X			
Plantio			X			
Estaqueamento				X		
Avaliação prévia				X		
Aplicação A				X		
Avaliação A				X		
Aplicação B				X		
Avaliação B				X		
Tabulação de dados				X	X	X
Colheita						X
Análise dos resultados						X
Elaboração do TCC						X

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

5 ORÇAMENTO

Tabela 3: Orçamento para realização do projeto

ITEM	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT. (R\$)	TOTAL
Papel A4	Resma	01	R\$ 35,00	R\$ 35,00
Luvras nitrílicas	Caixa	01	R\$ 48,90	R\$ 48,90
Sacos plásticos (100 unidades)	Pacote	01	R\$10,00	R\$10,00
Sementes de soja	Saca	01	R\$ 148,00	R\$ 148,00
Adubo (50kg)	Saca	01	R\$ 160,00	R\$ 160,00
Bandeirinhas de fibra de vidro (135cm)	Unidade	40	R\$ 3,45	R\$ 138,00
Remuneração de serviço de terceiros	Diária	8	R\$ 100,00	R\$ 800,00
Combustível	Litro	20	R\$ 5,80	R\$ 116,00
Recarga de CO2	Cilindro	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
KIT de EPI para aplicação	-	1	R\$ 173,43	R\$ 173,43
Cordyceps javanica (BRM27666)	Quilo	1	R\$ 355,00	R\$ 355,00
Adjuvante	Litro	1	R\$ 120,00	R\$ 120,00
Sulfoxaflor	Litro	1	R\$ 205,00	R\$ 205,00
Acetamiprido + piriproxifem	Litro	1	R\$ 387,95	R\$ 387,95
Total				R\$ 2.747,28

Fonte: Elaborada pela autora (2023)

6 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se definir a eficácia do fungo *Cordyceps javanica* (BRM27666), no controle de mosca-branca na cultura da soja, em condições de cerrado tocantinense, bem como definir uma dosagem ideal para o controle dessa praga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE – Associação brasileira das indústrias de óleos vegetais. **Exportações mensais do Brasil versus o complexo soja**. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 30 de abr. de 2023.

ARAÚJO, S. J. **Bioinseticida à base de Cordyceps javanica para controle biológico de mosca-branca**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/11043/bioinseticida-a-base-de-cordyceps-javanica-para-controle-biologico-de-mosca-branca>. Acesso em 26 de maio de 2023.

BAMISILE, B. S., AKUTSE, K. S., SIDDIQUI, J. A., & XU, Y. (2021). Model Application of Entomopathogenic Fungi as Alternatives to Chemical Pesticides: Prospects, Challenges, and Insights for Next-Generation Sustainable Agriculture. **Frontiers in Plant Science**, 12. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2021.741804>, 2021.

BUENO, A. F.; CAMPO, C. B. H.; GOMES, D. R. S. **Mosca-branca**. Embrapa, 2021. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica>. Acesso em 08 de maio de 2023.

BYRNE, D.N.; BELOWS JUNIOR, T.S. Whitefly biology. **Annual review of entomology**, v.36, p. 431-457, 1991.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.9, n.12, Brasília: Conab, 2022.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** – v.10, n.8, Brasília: Conab, 2023.

DALL'AGNOL, A. *et al.* **Importância socioeconômica da soja**. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 30 de abr. de 2023.

DEB, L.; MAJUMDER, D. Entomopathogenic fungi: potential tool for biological control of plant diseases. **Today and Tomorrow Printers and Publishers**, 2019.

DUCLÓS, N. **A marcha do grão de ouro: soja, a cultura que mudou o Brasil**. Florianópolis: Expressão, 2014. 144 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja – Região central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja. (Sistemas de Produção, n.16), 265 p., 2013.

ESPINOSA, D.J. L. **Susceptibilidade de Bemisia tabaci biótipo B. (Genn.) (hemiptera: aleyroididae) a fungos entomopatogênicos**. Jaboticabal, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143504>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

FARIA, M.R.D.; WRIGHT, S. P. Biological control of Bemisia tabaci with fungi. **Crop Protection**, 20(9), 767–778. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00110-7](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00110-7), 2001.

FARIA, M.R.D; WRAIGHT, S. P. **MicoInseticidas e micoacaricidas: uma lista abrangente com cobertura mundial e classificação internacional dos tipos de formulação.** biol. ao controle, 2007, p. 237 – 256.

FONTES, E. M. G., PIRES, C. S. S., SUJII, E. R. **Controle Biológico de pragas da Agricultura.** Brasília-DF: Embrapa, p. 21-44, 2020

GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola.** Piracicaba; FEALQ, 2002. 920p.

GODOI, G. A. **Persistência de *Cordyceps javanica* e eficiência de controle de *Bemisia tabaci* em intervalos de aplicação de fungicida.** UNIEVANGELICA - Anápolis, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1117992/persistencia-de-cordyceps-javanica-e-eficiencia-de-controle-de-bemisia-tabaci-em-intervalos-de-aplicacoes-de-fungicidas>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

GRAVENA, Santin. **Controle Biológico no Manejo Integrado de Pragas.** 1992.

GRAZIA, J. *et al.* **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia.** 1ª ed. Ribeirão Preto: Holos, v. 1, 796 p, 2012.

KANAKALA, S.; GHANIM, M. Global genetic diversity and geographical distribution of *Bemisia tabaci* and its bacterial endosymbionts. **PloS one**, v. 14, n. 3, p. 0213946, 2019.

LOPEZ, V. *et al.* Discovery learning about sustainable management of whitefly pests and whitefly-borne viruses. **International Centre for Tropical Agriculture (CIAT)**, v.1, n.1, p.12-37, 2008.

MEYER, M. C. *et al.* **Bioinsumos na cultura da soja.** Brasília, DF: Embrapa, 2022.

MOZZAQUATRO, D. **Quais os danos de mosca-branca em soja?** UFSM, 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/quais-os-danos-de-mosca-branca-em-soja/>. Acesso em: 06 de jun. de 2023.

OLIVEIRA, A. B. *et al.* **Soja: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa, 2019. 274 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208388/1/500-PERGUNTAS-Soja-ed-01-2019.pdf>. Acesso em: 30 de abr. de 2023.

PADILHA, G. *et. al.* Damage assessment of *Bemisia tabaci* and economic injury level on soybean. **Crop Protection**, Volume 143, 105542, ISSN 0261-2194, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105542>, 2021.

ROJAS, V. M. A. *et al.* Characterization of Brazilian *Cordyceps fumosorosea* isolates: Conidial production, tolerance to ultraviolet-B radiation, and elevated temperature. **Journal of Invertebrate Pathology**, Volume 197, 2023, 107888, ISSN 0022-2011, [https://doi.org/10.1016/j.jip.2023.107888.\(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022201123000058\)](https://doi.org/10.1016/j.jip.2023.107888.(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022201123000058))

SANI, I. *et al.* A Review of the Biology and Control of Whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera:

Aleyrodidae), with Special Reference to Biological Control Using Entomopathogenic Fungi. **Insects**, 11(9), 619. <https://doi.org/10.3390/INSECTS11090619>, 2020.

SANTOS dos, J.C.C.; SILVA, D.M.R.; SILVA, C.H.; COSTA, R.N.; AMORIM, D.J.; SILVA, L.K.S.; SANTOS, S.A.; ALVES, R.M. Desempenho de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes anos agrícolas. **Global Science and Technology**. Rio Verde. v.11, n.2, p.175-184. 2018.

SILVA, F. et al. **Soja: do plantio à colheita**. 2ª ed. São Paulo -SP, Oficina de textos, 2022.

SOUZA, F. M. *et al.* **Fungos entomopatogênicos associados ao controle da mosca-branca: Uma revisão**. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 11, n. 11, pág. e252111133536-e252111133536, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33536>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SUEKANE, R. et al. **Danos da Mosca-Branca Bemisia Tabaci (Genn.) e distribuição vertical das ninfas em cultivares de soja em casa de vegetação**. Arquivos do Instituto Biológico, v. 80, p. 151-158, 2013.

VALADARES-INGLIS, M. C.; LOPES, R. B.; FARIA, M. R. **Controle Biológico de pragas na agricultura**. Brasília-DF: Embrapa, p. 201-236, 2020.

VALICENTE, F. H. **Controle biológico de pragas com entomopatógenos**. 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 06 de maio de 2023

VILLAS BÔAS, G. L. **Manejo integrado de mosca-branca**. 2005. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/779132/1/cot30.pdf>. Acesso em 28 de abr. de 2023.

WAGNER, DAVID L. Insect declines in the anthropocene. **Annual review of entomology**. V. 65, P. 457-480, 2020. <http://www.annualreviews.org/doi>. acesso em 02 de maio de 2023.