

**FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO *Cordyceps fumosorosea* NO
CONTROLE DE *Bemisia tabaci* EM FEIJOEIRO COMUM**

Renata da Silva Gondim
Eng. Agrônoma

RENATA DA SILVA GONDIM

**FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO *Cordyceps fumosorosea* NO
CONTROLE DE *Bemisia tabaci* EM FEIJOEIRO COMUM**

Orientadora: Dra. Mônica Alves de Macedo
Coorientador: Dr. Carlos Alessandro de Freitas

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GO
2021

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

GG637f Gondim, Renata
 Fungo entomopatogênico *Cordyceps fumosorosea* no
 controle de *Bemisia tabaci* em feijoeiro comum /
 Renata Gondim; orientadora Mônica Alves de Macedo;
 co-orientador Carlos Alessandro de Freitas. --
 Urutaí, 2021.
 36 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação
em Proteção de Plantas) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Urutaí, 2021.

1. *Phaseolus vulgaris*; . 2. mosca-branca. 3.
controle químico. 4. controle biológico. I. Alves de
Macedo, Mônica, orient. II. Alessandro de Freitas,
Carlos, co-orient. III. Título.



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

FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Título da dissertação: Fungo entomopatogênico *Cordyceps fumosorosea* no controle de *Bemisia tabaci* em feijoeiro comum.

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Alves de Macedo

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Alessandro de Freitas

Autora: Renata da Silva Gondim

Dissertação de Mestrado **APROVADA** em **28 de julho de 2021**, como parte das exigências para obtenção do Título **MESTRA EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

Profa. Dra. Mônica Alves de Macedo

Orientadora - IF Goiano
- Campus Urutaí

Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

IF Goiano - Campus
Urutaí

Dra. Alice Kazuko Inoue Nagata

Embrapa Hortaliças

Documento assinado eletronicamente por:

- Alice Kazuko Inoue Nagata, Alice Kazuko Inoue Nagata - Professor Avaliador de Banca - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças-Cnph- Embrapa (00348003005503), em 03/08/2021 15:18:54.
- Flavio Goncalves de Jesus, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/07/2021 16:35:00.
- Mônica Alves de Macedo, Mônica Alves de Macedo - Professor Colaborador - Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí (10651417000259), em 29/07/2021 12:43:06.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/07/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 294478
Código de Autenticação: 483ece0027



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Urutaí
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, URUTAI / GO, CEP 75790-000
(64) 3465-1900

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

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

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Renata da Silva Gondim

Matrícula: 2019101330540207

Título do Trabalho: Fungo entomopatogênico *Cordyceps fumosorosea* no controle de *Bemisia tabaci* em feijoeiro comum

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 24/08/2021.

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que: ✓

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutai _____, 24/08/21 _____
Local Data

Renata da Silva Gondim _____
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Mônica Alves de Mauda _____
Assinatura do(a) orientador(a)

DEDICATÓRIA

Dedico esta minha vitória aos meus pais Luiz Antônio Martins Gondim e Maria Madalena da Silva Gondim, por serem o meu maior exemplo de luta, honestidade e trabalho, sem eles nada teria sentido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por ter me dado força, perseverança e fé para chegar até aqui.

Aos meus pais, Luiz Gondim e Madalena Gondim, por serem a minha inspiração, pelo incentivo e apoio que sempre me deram para alcançar os meus objetivos.

Ao meu noivo, Helder Barbosa Costa Júnior, por acreditar em mim, pela paciência, apoio e companheirismo de sempre.

A todos os meus familiares e amigos que acreditaram e torceram por mim, em especial, minha amiga Laylla Luanna de Mello Frasca.

A minha orientadora, Mônica Macedo, pela orientação, paciência, auxílio sempre que necessário, e por compartilhar comigo todo seu conhecimento. Ao Carlos Alessandro, pela coorientação.

A todos os professores e funcionários do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, por esse período de convivência e pelo conhecimento compartilhado.

As empresas Adama, Vital Force e Sementes Aliança, pelo fornecimento dos produtos e sementes utilizadas para a realização deste trabalho.

A minha banca examinadora da dissertação Flávio Gonçalves de Jesus e Alice Kazuko Inoue Nagata pela disponibilidade.

Por fim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente, para a concretização dessa vitória.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	4
MATERIAL E MÉTODOS	5
RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
CONCLUSÕES.....	18
REFERÊNCIAS	19
ANEXOS	27

RESUMO

O feijoeiro comum é uma das principais culturas em termos socioeconômicos no Brasil. A mosca-branca (*Bemisia tabaci*) é considerada uma das principais pragas nessa cultura, sendo também vetora do mosaico-dourado. O controle químico de *B. tabaci* é ainda o mais utilizado, no entanto, estratégias de controle biológico ganham cada vez mais espaço. O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de *B. tabaci* em feijoeiro comum através da aplicação de conídios de *Cordyceps fumosoroseae* (BioIsa®) isolado e associado a Acetamiprid+Pyriproxyfen (Trivor®). Quatro tratamentos (BioIsa®; Trivor®; BioIsa® + Trivor® e testemunha) foram utilizados em duas aplicações nos estádios V2 e V2+10 dias do feijoeiro. Os experimentos foram realizados em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas. Avaliou-se o número de ovos, ninfas e adultos de *B. tabaci* aos 0, 4 e 8 dias após cada aplicação e a incidência do mosaico dourado aos 0, 4, 8, 12, 19, 26 e 33 dias após a primeira aplicação. As análises dos dados foram realizadas com o modelo linear generalizado, com distribuição de Poisson e Binomial, respectivamente para os dados de contagem de insetos e incidência da doença. A associação do produto químico com o biológico não apresentou sinergismo no controle de *B. tabaci*. A utilização dos produtos BioIsa® e Trivor® mostrou-se eficiente no controle de ninfas, no entanto, esses produtos apresentaram baixa eficiência na redução do número de ovos e adultos. Esse resultado pode estar associado a falta de mobilidade dessa fase comparado aos adultos, o que favorece a colonização do fungo. A incidência do mosaico dourado foi superior a 90% em todas as parcelas avaliadas, portanto, a redução do número de insetos em campo não foi capaz de reduzir o número de plantas infectadas.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; mosca-branca; controle químico; controle biológico

ABSTRACT

Common bean is one of the main crops in Brazil. The whitefly (*Bemisia tabaci*) is considered one of the main pests in this culture and is also the vector of the golden mosaic. Chemical control is still the most used method to control *B. tabaci*, however, biological control is gaining more space. The objective of this study was to evaluate the control of *B. tabaci* in common bean by applying conidia of the *Cordyceps fumosoroseae* (BioIsa®) isolated and associated with Acetamiprid + Pyriproxyfen (Trivor®). The experiments were carried out in the experimental field of the Instituto Federal Goiano of Urutaí. Four treatments (BioIsa ®; Trivor ®; BioIsa ® + Trivor ® and control) were used in two applications in the common bean stages V2 and V2 + 10 days. The experiments were carried out in randomized blocks in a split-plot scheme. The number of eggs, nymphs and adults of *B. tabaci* was recorded at 0, 4 and 8 days after each application and the incidence of golden mosaic at 0, 4, 8, 12, 19, 26, e 33 days after the first application. Data analyzes were performed using the Poisson and Binomial generalized linear model, respectively, for insect count and disease incidence data. The chemical and biological association did not show synergistic effects in the control of *B. tabaci*. The BioIsa® and Trivor® products were effective in controlling nymphs, however, these products showed low efficiency to reduce the number of eggs and adults. These results may be associated with a lack of mobility at this stage compared to adults, which favors fungus colonization. The incidence of golden mosaic was greater than 90% in all evaluated plots, therefore, the reduction of the number of insects in the field was unable to reduce the number of infected plants.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*; whitefly; chemical control; biological control

INTRODUÇÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) é uma das leguminosas de maior importância socioeconômica no Brasil e no mundo. Esse grão é um dos produtos mais importantes que fornece proteína na dieta alimentar humana, sendo um alimento básico da população brasileira (MOURA; BRITO, 2015). O feijoeiro por ter boa adaptabilidade a diferentes ambientes, coloca o Brasil em posição de destaque mundial, sendo atualmente o terceiro maior produtor (GOUVEIA, 2011). Além disso, o país destaca-se também como o maior consumidor desse grão (SILVA et al., 2017). No Brasil, quase 90% de todo o volume produzido é destinado ao consumo interno. Em 2020, levando em consideração as três safras de feijão produzidas no ano, a produção total foi de 3,1 milhões de toneladas do grão, numa área plantada de 2,92 mil hectares (CONAB, 2021).

Diversos fatores afetam o cultivo de feijoeiro no Brasil, dentre os quais a incidência de insetos praga e vetor de doenças, levando a perdas consideráveis na produção (SILVA et al., 2017; TOSCANO et al. 2016). A mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), possui destaque devido a transmissão do mosaico dourado, principal vírus que ocorre na cultura do feijoeiro no Brasil (QUINTELA et al., 2013). Antigamente classificada em biótipos, *B. tabaci* é atualmente classificada em espécies morfologicamente indistinguíveis (DE BARRO et al., 2011). No Brasil, as espécies nativas eram predominantes até a introdução da espécie exótica *B. tabaci Middle East Asia Minor 1 – MEAM1* na década de 90 (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994). As espécies nativas brasileiras foram gradativamente substituídas pela espécie exótica MEAM1, que é a espécie predominante no país (LIMA et al., 2000). A presença de outra espécie exótica, *B. tabaci Mediterranean – MED*, foi relatada no sul do Brasil (FONSECA et al., 2015), e encontra-se atualmente distribuída em diversos outros estados brasileiros (BARBOSA et al., 2015; MORAES et al., 2017).

Bemisia tabaci é um inseto sugador de seiva, polífago, causador de danos diretos às plantas em função da sua alimentação pela retirada de seiva do floema e pela inoculação de toxinas e/ou vírus que provocam alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta, e que pode reduzir drasticamente a produtividade e a qualidade dos grãos (SILVA et al., 2017; WALKER et al., 2010).

Alta população de *B. tabaci* e incidência do mosaico dourado é frequentemente relatada nos cultivos de feijoeiro nas principais regiões produtoras (FARIA; YOKOYAMA, 2008). Essa virose é causada pelo begomovírus bean golden mosaic virus (BGMV) que pertence à família

Geminiviridae, ao gênero *Begomovirus* e espécie *Bean golden mosaic virus*. Esse vírus é transmitido por *B. tabaci* de maneira circulativa não propagativa, ou seja, o vírus circula pelo corpo do inseto, sem multiplicar-se (Rosen et al., 2015). Os sintomas típicos da virose são mosaicos no limbo foliar, podendo ocasionar encarquilhamento e enrugamento da folha, nanismo, encurtamento de entrenós, perda de dominância apical e brotamento das gemas axilares. Ocorre também deformação nas vagens, além da redução do tamanho e número de grãos (KIMATI et al., 2011).

Nas principais regiões brasileiras produtoras de feijão são realizadas três safras anuais. A primeira safra, conhecida como “safra das águas”, ocorre na primavera; a segunda safra, chamada de “safra da seca” ou “safrinha”, acontece no fim do verão; e a 3ª safra, a do feijão irrigado, acontece no outono e inverno (OLIVEIRA e SILVA, 2012). A maior infestação de *B. tabaci* e incidência do vírus do mosaico dourado ocorre na época da seca, causando prejuízos significativos à produção do feijoeiro (LEMOS et al., 2003).

Embora o sistema de cultivo do feijoeiro como um todo tenha evoluído, o controle de *B. tabaci* continua sendo uma preocupação constante, no qual tem-se observado o uso quase que exclusivo de inseticidas (SILVA et al., 2017). Os inseticidas mais utilizados, atualmente, para o controle de *B. tabaci* são os neonicotinóides, juvenóides e os inibidores de síntese de quitina, além das misturas de neonicotinóides com piretróides. Porém, o uso excessivo e contínuo desses produtos podem desencadear diversos problemas no agroecossistema, como em efeitos em organismos não-alvos e seleção de populações de insetos resistentes, com consequente redução da eficiência dos ingredientes ativos utilizados (DÂNGELO et al. 2018).

Neste contexto, devido ao crescente apelo por uso de tecnologias ecologicamente sustentáveis visando a diminuição do impacto negativo dos produtos químicos no ambiente e saúde humana, o uso de agentes biológicos no controle de *B. tabaci* é uma tática promissora (YÁNES et al., 2019). Outro fator importante do manejo biológico é a redução da dependência do uso de produtos químicos, reconstituindo assim o equilíbrio entre o inseto-praga e seus inimigos naturais (PIRES et al., 2006).

Nos últimos anos, tem aumentado o interesse em fungos entomopatogênicos, como a *Cordyceps fumosorosea* (Ascomycota: Hypocreales: Cordycipitaceae), pois infectam diferentes estádios de desenvolvimento do inseto, apresentando, portanto, grande potencial no controle desta praga (SANTOS, 2018). Esse fungo é encontrado comumente nos solos infectando diversas espécies de artrópodes e produtos comerciais à base deste fungo já são utilizados

principalmente na América do Norte, México, Colômbia e Europa para o controle de mosca-branca, pulgões e tripes (FARIA; WRAIGHT, 2007).

Diante disso, trabalhos que avaliam a eficiência de inseticidas biológicos e sua associação com inseticidas químicos podem trazer informações essenciais para auxiliar o manejo integrado de pragas. A adoção dessas práticas pode contribuir para a reduzir o nível populacional das pragas e conseqüentemente possibilitar o equilíbrio ambiental dentro do sistema agrícola (YÁNES et al., 2019). No Brasil, os produtos biológicos já são comumente utilizados, mas ainda existem uma carência de informações sobre a eficiência destes produtos em condições ambientais locais.

OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o controle de *Bemisia tabaci* em feijoeiro comum, por meio da aplicação do produto biológico BioIsa® (*C. fumosorosea*) isolado e associado ao produto químico Trivor® (Acetamiprid + Pyriproxyfen), em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, (Lat.17° 29’ 5’’ S, Long. 48° 12’ 44’’ O, Alt. 720 m) sob condições de campo. As datas de plantio do primeiro e segundo experimento foram respectivamente 27 de janeiro e 09 de fevereiro de 2021. A variedade de feijão Pérola, do tipo carioca, foi utilizada nos experimentos por ser suscetível ao mosaico dourado do feijoeiro e por ser a mais utilizada na região sudeste goiana. Essa variedade possui porte semiereto, ciclo de 85 a 95 dias, alto potencial produtivo e grãos de elevado padrão comercial.

O preparo do solo foi realizado de maneira convencional, com espaçamento de 0,5 m, com densidade final de plantio igual a 9 plantas por metro linear. O manejo fitotécnico foi realizado de acordo com a recomendação comercial para a cultura do feijoeiro.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com quatro tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi composta por cinco linhas de 3 metros de comprimento (6 m²), totalizando 16 parcelas, sendo utilizadas apenas as três linhas centrais para as avaliações. Os produtos químico e biológico utilizados foram respectivamente, BioIsa® e Trivor® de acordo com a tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Especificações dos produtos Trivor e BioIsa, utilizados nos ensaios 1 e 2.

Produto	Empresa	Grupo químico	Ingrediente ativo	Dose
Trivor®	Adama	Neonicotinóide e Éter piridiloxipropílico	Acetamiprid 186 g/l + Pyriproxyfen 124 g/l	0,250 L/ha
BioIsa®	Vital Force	Biológico	<i>Cordyceps fumosoroseae</i> 5x10 ⁹ conídios/ml	0,150 L/ha

Os tratamentos avaliados estão descritos na Tabela 2. As doses utilizadas para os produtos comerciais foram as recomendadas pelos fabricantes e as aplicações foram realizadas com o auxílio de pulverizador costal manual. Em cada tratamento foram realizadas duas aplicações: (i) a primeira foi realizada quando as plantas estavam no estágio V2, ~ 20 dias após o plantio; (ii) e a segunda foi realizada 10 dias após a primeira aplicação.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos.

Tratamento	Inseticidas
1	BioIsa® (A1)
2	Trivor® (A2)
3	BioIsa® + Trivor® (A3)
4	Testemunha (A4)

As avaliações foram realizadas aos 0, 4 e 8 dias após cada aplicação (avaliação 1, 2, 3, 4, 5, e 6, respectivamente, após 0, 4 e 8 dias após a primeira avaliação e após 0, 4 e 8 dias após a segunda avaliação). Em cada parcela, 10 plantas foram avaliadas (o segundo trifólio mais novo em cada planta), totalizando 10 trifólios/parcela, ou seja, 30 folíolos/parcela

As variáveis analisadas foram: número de ovos, número de ninfas e número de adultos. Ninfas e ovos foram avaliados com auxílio de um microscópio estereoscópico (40x) delimitando 1x1cm na face abaxial de cada folíolo. Os insetos adultos foram avaliados visualmente contando-se o número de insetos presentes no segundo trifólio de cada planta do ápice para a base.

A incidência do mosaico dourado do feijoeiro foi realizada aos 0, 4, 8, 12, 19, 26 e 33 dias após a primeira aplicação dos tratamentos, a partir da análise visual de sintomas típicos da doença. Plantas apresentando mosaico, enrugamento e deformação nas folhas foram consideradas sintomáticas (Anexo1). A incidência foi avaliada em 15 plantas em cada uma das 3 linhas centrais das parcelas, totalizando 45 plantas por parcela.

Para a realização da análise da espécie de *B. tabaci*, foram coletadas cinco amostras com 30 indivíduos por meio de um aspirador bucal. O método utilizado se baseia na amplificação do gene mitocondrial do citocromo oxidase I (COI), seguido de digestão enzimática. Esses insetos foram armazenados em etanol 96 GL a 4 °C até a extração do DNA. O DNA total foi extraído macerando os insetos em 60 µl de tampão de extração (10 mM Tris-HCl, pH 8; 1 mM EDTA; 1% Triton X-100; proteinase K 60 g / mL⁻¹). O extrato obtido foi incubado por 45 min a 65 °C e depois a 90 °C por 10 min, seguido de armazenamento a 4 °C. O DNA total dos insetos foi submetido a PCR com o par de primers C1-J-2195 e TL2-N-3014 que amplificam um fragmento de ~800 pares de bases do gene COI. O fragmento amplificado foi digerido com

Taq I e o padrão RFLP resultante foi utilizado para identificar as espécies crípticas de *B. tabaci*, conforme descrito por Bosco et al. (2006).

Modelos lineares generalizados com as distribuições Poisson, Quasi-Poisson e Binomial negativo foram gerados para os dados de contagem de insetos e Binomial, Quasi-binomial e Betabinomial para os dados de incidência da doença. O modelo Poisson foi o que melhor se ajustou para as variáveis respostas de contagem. E o modelo Binomial foi o que melhor se ajustou aos dados de incidência, utilizando a função *cbind*.

A verificação da qualidade dos ajustes dos modelos de Poisson e binomial foi feita com uso de gráfico meio-normal de probabilidades com o envelope do pacote Half-Normal Plots (MORAL et al., 2017). Quando diferenças significativas foram verificadas na análise de deviance, as médias foram comparadas pelo Teste Chisq ($P < 0,05$), por meio da função “*glht*” do pacote “*multcomp*” (Hothorn et al., 2008) utilizando o programa estatístico “R”, versão 4.0.4 (R Core Team, versão 4.0.2, 2020).

RESULTADOS

O controle de *Bemisia tabaci* em feijoeiro comum cv. Pérola foi avaliado por meio da aplicação do produto biológico BioIsa® (*C. fumosorosea*) isolado e associado ao produto químico Trivor® (Acetamiprid + Pyriproxyfen), em condições de campo. O número de ovos, de ninfas e de adultos foram avaliados aos 0, 4 e 8 dias após cada aplicação e a incidência do mosaico dourado do feijoeiro foi realizada aos 0, 4, 8, 12, 19, 26 e 33 dias após a primeira aplicação dos tratamentos, a partir da análise visual de sintomas típicos da doença.

Número de ovos

Os resultados obtidos no primeiro experimento indicaram que os tratamentos apresentaram efeito positivo na redução do número de ovos de *B. tabaci* em comparação com o tratamento controle. No entanto, nenhum tratamento apresentou um controle satisfatório em todas as avaliações (Tabela 3).

As menores médias de número de ovos após 4 dias da primeira aplicação foram observadas para os tratamentos Trivor® (1,67) e BioIsa® (1,72). Aos 8 dias após a primeira aplicação, os tratamentos que apresentaram as menores médias foram os tratamentos Trivor® (1,65) e BioIsa® (1,97). Já aos 4 dias após a segunda aplicação, o tratamento BioIsa® (2,42) apresentou a menor média, diferindo estatisticamente do tratamento controle (6,9) (Tabela 3, Figura 1A).

Tabela 3. Média e erro padrão do número de ovos de *Bemisia tabaci* por folíolo (1x1cm) de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a diferentes tratamentos - experimento 1. Urutaí - GO, 2021.

Tratamentos	Primeira aplicação			Segunda aplicação	
	Dias após a aplicação				
	0	4	8	4	8
1	1,07 ± 0,6 aD	1,72 ± 0,5 abC	1,97 ± 0,5 bcBC	2,42 ± 0,9 bB	4,22 ± 0,9 aA
2	1,92 ± 0,9 aC	1,67 ± 0,6 bC	1,65 ± 0,8 cC	2,85 ± 1,0 abB	5,97 ± 1,0 aA
3	1,50 ± 0,5 aD	2,20 ± 1,0 bC	3,15 ± 0,7 abB	5,37 ± 1,1 abA	5,10 ± 1,0 aA
4	2,40 ± 1,2 aD	3,80 ± 0,8 aC	5,15 ± 0,8 aB	6,90 ± 1,1 aA	4,12 ± 0,9 aC

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si (GLM com distribuição Poisson, seguido pelo Teste Chisq (P<0,05)).

Uma tendência de aumento do número de ovos ao longo do tempo foi observada em todas as parcelas avaliadas desde a primeira avaliação. O aumento no número de ovos nos

tratamentos BioIsa®, Trivor®, BioIsa® + Trivor® e controle foram respectivamente iguais a 74,64%, 67,84%, 70,59% e 41,75%.

No experimento 2, nas duas avaliações após a primeira aplicação dos tratamentos e na primeira avaliação após a segunda aplicação, nenhum tratamento apresentou redução significativa do número de ovos em relação ao tratamento controle. Apenas aos 8 dias após a segunda aplicação, foi verificado um controle significativo quando utilizados os tratamentos Trivor® (2,42) e Trivor® + BioIsa® (2,52) em relação ao tratamento controle (3,92) (Tabela 4).

Diferente do experimento 1, no experimento 2 observou-se uma tendência de diminuição de ~34% no número de ovos no tratamento BioIsa®, ao longo das avaliações. Essa tendência não foi observada de forma clara nos demais tratamentos (Tabela 4, Figura 1B).

Tabela 4. Média e erro padrão médio do número de ovos de *Bemisia tabaci* por folíolo (1x1 cm) de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) submetidas à diferentes tratamentos - experimento 2. Urutaí - GO, 2021.

Tratamentos	Primeira aplicação			Segunda aplicação	
	Dias após a aplicação				
	0	4	8	4	8
1	5,15 ± 0,8 aA	4,97 ± 1,1 aAB	4,12 ± 0,9 aBC	3,80 ± 0,7 aC	3,40 ± 0,9 abC
2	2,90 ± 0,6 bcB	2,82 ± 0,8 aB	3,85 ± 0,7 abA	1,67 ± 0,6 bC	2,42 ± 0,7 bB
3	2,42 ± 0,5 cB	3,87 ± 1,1 aA	3,50 ± 1,0 abA	2,10 ± 0,6 bB	2,52 ± 0,7 bB
4	4,45 ± 1,0 abA	3,80 ± 0,9 aA	2,15 ± 0,6 bB	1,67 ± 0,5 bB	3,92 ± 0,8 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si (GLM com distribuição Poisson, seguido pelo Teste Chisq ($P < 0,05$)).

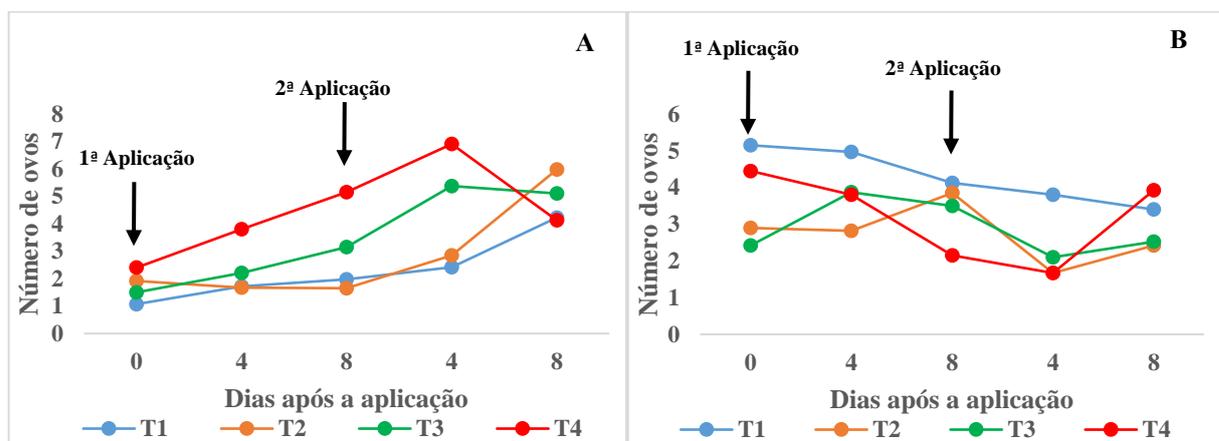


Figura 1. Média do número de ovos de *Bemisia tabaci* por folíolo (1x1 cm) de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a diferentes tratamentos no experimento 1 (A) e no experimento 2 (B). Urutaí - GO, 2021.

Número de ninfas

Os resultados obtidos no experimento 1 indicaram que os tratamentos avaliados apresentaram um efeito positivo na redução do número de ninfas em relação ao tratamento controle. Os três tratamentos avaliados apresentaram um controle eficiente de ninfas na maioria das avaliações (Tabela 5).

Na avaliação aos 4 dias após a primeira aplicação, as menores médias foram observadas respectivamente para os tratamentos BioIsa® (0,75) e Trivor® + BioIsa® (1,05) e Trivor® (1,15), diferindo do tratamento controle (2,30). Aos 8 dias após a primeira aplicação, apenas o tratamento Trivor® diferiu dos demais, apresentando a menor média (0,45). Para as avaliações realizadas aos 4 e 8 dias após a segunda aplicação, o tratamento com BioIsa® apresentou as menores médias diferindo dos demais tratamentos (Tabela 5, Figura 2A).

Uma tendência de diminuição do número de ninfas foi observada ao longo das avaliações. A diminuição no número de ninfas nos tratamentos BioIsa®, Trivor®, BioIsa® + Trivor® e controle foi respectivamente iguais a 87,21%, 60%, 43, 18% e 14,49%.

Tabela 5. Média e erro padrão médio do número de ninfas de *Bemisia tabaci* por folíolo (1x1cm) de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) submetidas à diferentes tratamentos - experimento 1. Urutá - GO, 2021.

Tratamentos	Primeira aplicação			Segunda aplicação	
	Dias após a aplicação				
	0	4	8	4	8
1	1,72 ± 0,6 aA	0,75 ± 0,3 bB	1,92 ± 0,6 aA	0,90 ± 0,4 bB	0,22 ± 0,1 cC
2	1,50 ± 0,9 aA	1,15 ± 0,3 bA	0,45 ± 0,3 bB	1,10 ± 0,5 abA	0,60 ± 0,4 bB
3	2,20 ± 0,9 aA	1,05 ± 0,5 bC	1,60 ± 0,4 aAB	1,32 ± 0,7 abBC	1,25 ± 0,8 aBC
4	2,07 ± 0,6 aAB	2,30 ± 0,6 aAB	2,62 ± 1,4 aA	1,75 ± 0,8 aB	1,77 ± 0,8 aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si (GLM com distribuição Poisson, seguido pelo Teste Chisq ($P < 0,05$)).

No experimento 2, um controle satisfatório do número de ninfas de *B. tabaci* foi verificado apenas após a segunda aplicação. Após 4 e 8 dias, os tratamentos BioIsa®, Trivor®, e a combinação dos dois produtos apresentam médias significativamente inferiores ao tratamento controle (Tabela 6, Figura 2B). Houve tendência de diminuição no número de ninfas

de ~82%, 82% e 89%, respectivamente nos tratamentos com BioIsa® e Trivor® e a combinação de ambos, ao longo das avaliações e aumento no tratamento controle (54,47%) (Tabela 6).

Tabela 6. Média e erro padrão médio do número de ninfas de *Bemisia tabaci* por folíolo (1x1cm) de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) submetidas à diferentes tratamentos - experimento 2. Urutaí - GO, 2021.

Tratamentos	Primeira aplicação			Segunda aplicação	
	Dias após a aplicação				
	0	4	8	4	8
1	1,22 ± 0,3 abA	1,02 ± 0,6 aA	0,85 ± 0,4 bAB	0,52 ± 0,3 bB	0,22 ± 0, bc
2	0,85 ± 0,4 bB	0,87 ± 0,5 aB	1,35 ± 0,6 aA	0,12 ± 0,3 cC	0,15 ± 0,1 bC
3	1,55 ± 0,4 aA	1,12 ± 0,6 aA	1,37 ± 0,6 aA	0,10 ± 0,1 cB	0,17 ± 0,2 bB
4	1,07 ± 0,3 abBC	0,85 ± 0,5 aC	1,20 ± 0,5 abBC	1,57 ± 0, aB	2,35 ± 0,7 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si (GLM com distribuição Poisson, seguido pelo Teste Chisq (P<0,05)).

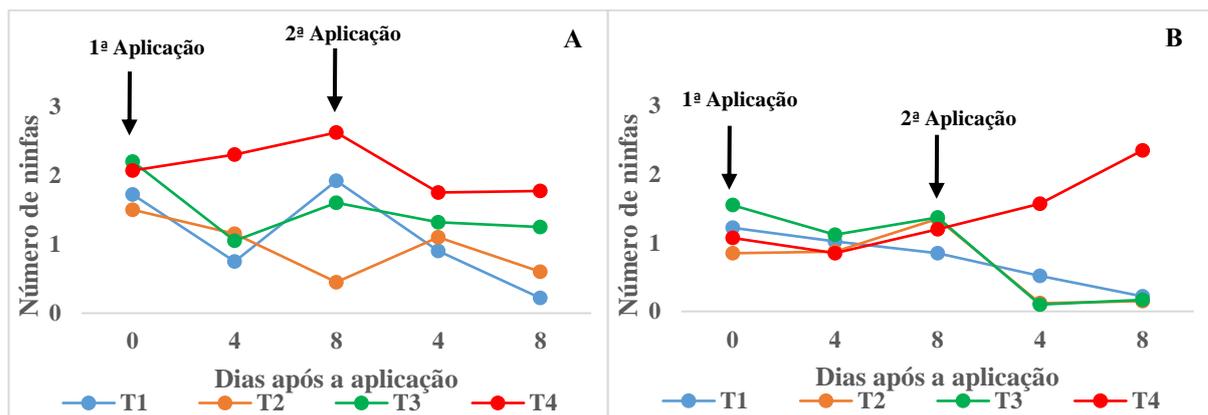


Figura 2. Média -do número de ninfas de *Bemisia tabaci* por folíolo (1x1cm) de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) submetidas à diferentes tratamentos no experimento 1 (A) e no experimento 2 (B). Urutaí - GO, 2021.

Número de adultos

O número de adultos de *B. tabaci* foi alto em todas as parcelas avaliadas nos dois experimentos, independentemente do tratamento aplicado (Tabela 7 e 8). Uma média de 3,32 e 4,67 insetos adultos de *B. tabaci* foi verificada por folíolo, na avaliação 0, respectivamente nos experimentos 1 e 2. No experimento 1, não foi verificada nenhuma tendência clara de aumento ou diminuição do número de adultos ao longo do tempo (Figura 3). Os tratamentos avaliados não apresentaram efeito significativo na redução do número de adultos nas parcelas avaliadas no experimento 1 (Tabela 7, Figura 3A).

Tabela 7. Média e erro padrão médio do número de adultos de *Bemisia tabaci* por folíolo de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a diferentes tratamentos - experimento 1. Urutaí - GO, 2021.

Tratamentos	Primeira aplicação			Segunda aplicação	
	Dias após a aplicação				
	0	4	8	4	8
1	3,35 ± 1,0 aB	2,60 ± 0,8 aBC	2,45 ± 0,6 cC	4,57 ± 0,9 aA	4,40 ± 1,4 aA
2	3,65 ± 0,8 aB	2,00 ± 0,5 aC	3,35 ± 0,7 bB	6,05 ± 1,2 aA	4,02 ± 1,3 aB
3	2,52 ± 0,4 bC	2,80 ± 0,8 aBC	3,35 ± 0,7 bB	5,12 ± 1,1 aA	3,42 ± 1,1 aB
4	3,77 ± 0,6 aB	2,67 ± 0,7 aC	4,42 ± 0,9 aB	5,95 ± 1,0 aA	4,60 ± 1,5 aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si (GLM com distribuição Poisson, seguido pelo Teste Chisq ($P < 0,05$)).

No experimento 2, uma tendência de diminuição do número de adultos de *B. tabaci* foi verificada ao longo do tempo (Figura 3). A diminuição do número de adultos foi de ~74, ~71%, ~75% e ~56%, respectivamente para os tratamentos BioIsa®, Trivor®, BioIsa + Trivor® e controle. Aos 4 e 8 dias após a primeira aplicação, nenhum tratamento apresentou diferença estatística entre si. No entanto, aos 4 e 8 dias após a segunda aplicação, os três tratamentos avaliados foram superiores ao tratamento controle (Tabela 8, Figura 3B).

Insetos adultos de *B. tabaci* totalmente colonizados com o fungo entomopatogênico foram observados em algumas avaliações (Anexo2).

Tabela 8. Média e erro padrão médio do número de adultos de *Bemisia tabaci* por folíolo de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a diferentes tratamentos - experimento 2. Urutaí - GO, 2021.

Tratamentos	Primeira aplicação			Segunda aplicação	
	Dias após a aplicação				
	0	4	8	4	8
1	5,10 ± 1,0 bA	1,67 ± 0,4 aCD	2,17 ± 0,4 aC	3,07 ± 0,7 bB	1,35 ± 0,3 bD
2	4,10 ± 0,5 bcA	1,90 ± 0,6 aC	2,57 ± 0,6 aB	3,05 ± 0,5 bB	1,17 ± 0,3 bD
3	3,67 ± 0,6 cA	1,92 ± 0,5 aB	2,07 ± 0,6 aB	3,30 ± 0,5 bA	0,90 ± 0,3 bC
4	5,87 ± 3,0 aA	2,07 ± 0,4 aC	2,57 ± 0,8 aC	4,62 ± 0,6 aB	2,57 ± 0,6 aC

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si (GLM com distribuição Poisson, seguido pelo Teste Chisq ($P < 0,05$)).

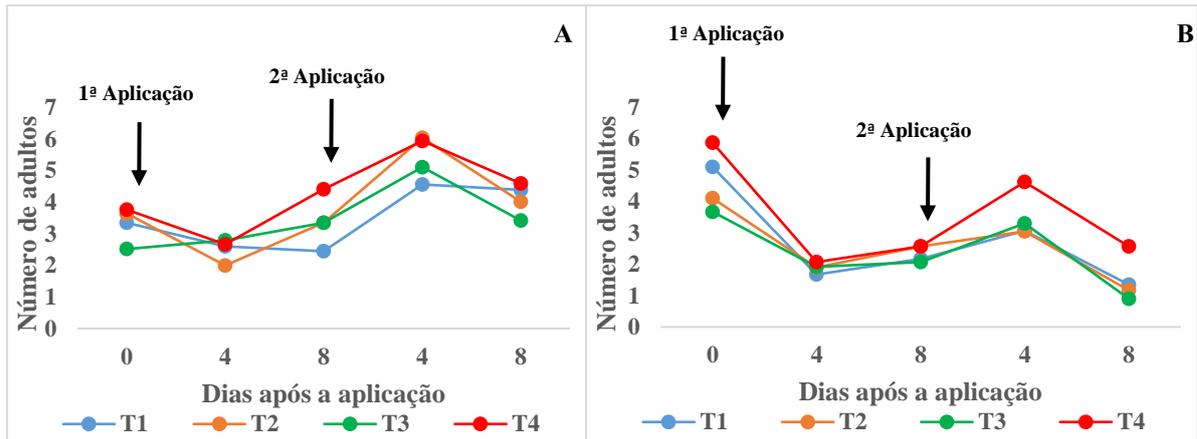


Figura 3. Média do número de adultos de *Bemisia tabaci* por folíolo de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) submetidas à diferentes tratamentos no experimento 1 (A) e no experimento 2 (B). Urutaí - GO, 2021.

Incidência de mosaico dourado

Nos dois experimentos realizados, não foi observada diferença significativa entre o número de plantas sintomáticas com mosaico dourado entre os tratamentos avaliados, utilizando análise de deviance para o modelo binomial (Teste Chisq, $P < 0,05$) (dados não mostrados). Uma tendência de aumento da incidência da doença foi verificada ao longo das avaliações (Figura 4).

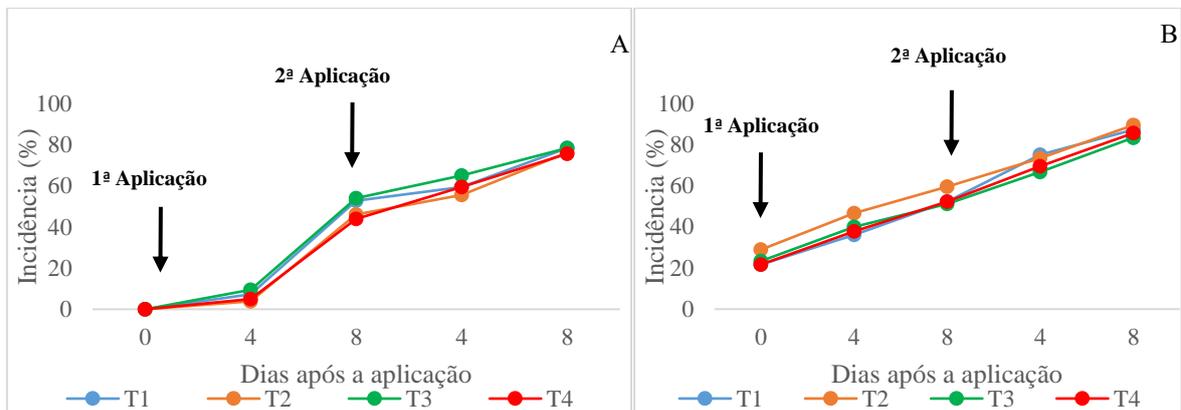


Figura 4. Incidência de mosaico-dourado em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a diferentes tratamentos no experimento 1 (A) e no experimento 2 (B). Urutaí - GO, 2021.

O DNA total dos insetos adultos de *B. tabaci* submetidos a PCR com os primers C1-J-2195 e TL2-N-3014 amplificou um fragmento de ~800 pares de bases. A digestão desses fragmentos com a enzima endonuclease *Taq* I apresentou padrões de bandas correspondentes a espécie MEAM1.

DISCUSSÃO

O controle de *B. tabaci*, principalmente como vetora de doenças virais, tem fracassado em diversos cultivos no Brasil (Bergamin et al., 2016; Bergamin et al., 2020). Altas infestações desse inseto são frequentemente relatadas em diversas culturas, inclusive no feijoeiro (QUINTELA, 2013). Uma resposta para esse insucesso no controle tem sido atualmente atribuída a um controle local, visando apenas o cultivo alvo (Bergamin et al., 2016). Além disso, o uso intensivo e indiscriminado de inseticidas químicos vem levando ao surgimento de populações resistentes em campo (DENNEHY et al., 2005; SILVA et al., 2009). O fungo *Cordyceps* sp. é considerado como um importante aliado no manejo integrado desses insetos, sendo atualmente utilizado em produtos comerciais para o controle de *B. tabaci* (SHAPIRO-ILAN et al., 2012).

A presença do fungo *Cordyceps* spp. associado a ninfas e adultos de *B. tabaci* foi observada em cultivos de feijão e soja no Distrito Federal e Goiás (Quintela et al., 2016). No entanto, nem sempre esses microrganismos agem como agentes de controle biológico, visto que depende de fatores bióticos e abióticos para que ocorra a interação fungo-inseto-hospedeira (DUBOVSKIY et al., 2014). Para que haja interferência do fungo na *B. tabaci*, os conídios precisam penetrar na cutícula do inseto, produzir enzimas e superar os mecanismos de defesa do hospedeiro (ORTIZ-URQUIZA; KEYHANI, 2013). O produto BioIsa® da Vital Force é um inseticida microbiológico utilizado para o controle de *B. tabaci* em todas as culturas de ocorrência do inseto (AGROLINK, 2021).

No presente trabalho, a utilização do produto biológico BioIsa® e do produto químico Trivor® isoladamente ou em mistura foram considerados com baixa eficiência no controle de ovos de *B. tabaci*. Em estudos realizados em condições de casa de vegetação, ovos e ninfas de *B. tabaci* foram altamente suscetíveis ao efeito do fungo *C. fumosorosea* e a mortalidade de ovos e ninfas foi de aproximadamente 70% na última aplicação, num total de cinco (MACÍAS et al., 2013). Nesse mesmo estudo, foi observada alta correlação entre o número de indivíduos mortos nos estádios de ovos e ninfas em relação à variável umidade relativa do ar (o que sugere que a mortalidade de ambos é altamente dependente desse fator). A umidade relativa média observada por Macías et al. (2013) foi de $62,7 \pm 12,7\%$, com umidade máxima de 98% durante o pôr do sol e o nascer do sol. Wraight et al (2000) observaram que a esporulação e crescimento do fungo foi beneficiado durante longos períodos de chuva ou depois de muitas noites de

exposição às condições de alta umidade. Umidade do ar acima de 85% foi relatada como necessária para *C. fumosorosea* infectar *B. tabaci* (LANDA et al., 1994). No presente experimento, as condições de umidade relativa do ar foram em média iguais a 77% (Anexo3). Portanto, o insucesso no controle de ovos de *B. tabaci* pelo produto biológico no presente trabalho pode estar relacionado às condições ambientais não ideais ao desenvolvimento do agente biológico durante a realização dos experimentos.

A temperatura é considerada outro fator essencial no desenvolvimento do agente biológico. Temperaturas entre 20° e 30°C foram consideradas ideais para o crescimento de *C. fumosorosea* (VIDAL et al., 1997), embora, outros estudos tenham identificado esse fungo como uma espécie complexa, existindo cepas que podem crescer em temperaturas entre 5° e 35°C (ZIMMERMANN, 2008). Na época dos ensaios, a temperatura média foi de ~23° C, que está dentro da temperatura considerada ideal para o crescimento de *C. fumosorosea*.

A utilização dos produtos BioIsa® e Trivor® isoladamente ou em mistura foi eficiente na redução do número de ninfas nos dois experimentos instalados. Em algumas avaliações, o produto biológico foi superior ao tratamento químico (isolado ou em mistura), evidenciando uma maior eficiência do produto biológico sobre ninfas de *B. tabaci*. Resultados promissores sob condições de casa-de-vegetação foram obtidos por diversos trabalhos (TIAN et al., 2015; MASCARÍN et al., 2013; MACÍAS, 2013). O melhor controle nas fases de ovo e ninfas relatados em diversos trabalhos está associada à falta de mobilidade (apenas a ninfa de 1° instar é móvel) dessas fases comparado aos adultos, o que favorece a colonização do fungo. Outro ponto importante é que a fase de ninfa é mais longa que a fase de ovo, o que favorece ainda mais a colonização do agente biológico (VILLAS BÔAS et al., 1997; LOURENÇÃO et al., 2003; HAJI et al., 2004).

A utilização dos produtos BioIsa® e Trivor® não apresentou tendência de redução de insetos adultos nas parcelas avaliadas. A flutuação da infestação de *B. tabaci* e aumentos expressivos do número de adultos entre as avaliações parece estar mais relacionada a migrações de insetos oriundos de cultivos vizinhos. Na época em questão, alguns produtores regionais já haviam iniciado a colheita de soja, desalojando as pragas presentes que buscam novos cultivos para sua sobrevivência. Tal fato evidencia a necessidade de controle regional de *B. tabaci*. É possível observar que esse resultado impactou também no número de ovos no experimento 1, que teve aumento em especial, 8 dias após a segunda aplicação, ou seja, o maior número de adultos no experimento pode ter gerado um maior número de ovos. Esse aumento não foi

observado no número de ninfas, possivelmente devido ao número limitado de avaliações realizadas.

No presente trabalho, a incidência de mosaico-dourado foi alta em todas as parcelas, acima de 90%. Essa alta incidência possivelmente é decorrente da migração de insetos virulíferos de cultivos de soja (cultura hospedeira) que se encontravam em colheita na época de condução do ensaio em áreas circunvizinhas, que encontraram fonte de alimento e reprodução nas plantas de feijão em pleno desenvolvimento do experimento. Nenhum tratamento apresentou efeito significativo na redução da incidência do mosaico dourado, como era esperado. Embora diversos trabalhos relatam a eficiência de produtos biológicos ou químicos (isoladamente ou em mistura) na redução da infestação de insetos-praga, como a *B. tabaci*, eles mostram-se ineficientes no controle do inseto como vetor de doenças (TOSCANO et al., 2016; RODRIGUES et al., 1997). Os dados do presente trabalho corroboram com estudos que sugerem que o controle do vetor efetuado apenas no cultivo alvo é ineficaz na redução da incidência de doenças em campo (Bergamin et al., 2016).

Na associação entre produtos químicos e biológicos, como foi realizado no presente estudo, é importante verificar a compatibilidade entre os ingredientes ativos dos inseticidas com os agentes de controle biológico. A associação entre produtos químicos e biológicos pode gerar efeito antagônico, inibindo a germinação, o crescimento micelial e a reprodução do fungo (SILVA et al., 2013; ASI et al., 2010). No experimento 1, foi verificado que a utilização isolada do produto biológico foi mais eficiente para o manejo de ovos e ninfas de *B. tabaci*. Essa diminuição da eficiência do produto biológico em mistura pode estar associada ao um efeito antagônico. Além disso, outras características não estudadas, como por exemplo, condições ambientais e a pressão da infestação de *B. tabaci* também podem ter influenciado a eficiência do produto.

Um estudo de compatibilidade de fungos entomopatogênicos, (*Metarhizium anisopliae* e *Paecilomyces fumosoroseus*) com inseticidas seletivos (à base de clorpirifós, tiodicarbe, metomil, clorfenapir, indoxacarbe, lufenuron, propenofós, piriproxifen, abamectina, triflunuron, flufenoxuron, metoxifenoazide, e epinozade) mostrou significativo efeito inibitório no crescimento micelial e na germinação de conídios do agente de controle biológico (Asi et al., 2010). Os autores associaram esse efeito a sensibilidade dos conídios à toxicidade das moléculas químicas dos inseticidas, o que afetou a colonização das espécies fúngicas.

O fungo *C. fumosorosea* apresenta potencial para ser utilizado como um agente

biológico no controle de ninfas de *B. tabaci* no cultivo de feijoeiro sob condições de campo, visto que o controle biológico isoladamente apresentou bons resultados. No entanto, a associação desse fungo a produtos químicos deve estar atrelada a estudos de compatibilidade, para evitar efeitos de antagonismo. Outro ponto relevante, é a condição ambiental da região do cultivo, pois a eficiência do controle biológico está altamente relacionada a condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do fungo entomopatogênico.

CONCLUSÕES

A utilização dos produtos BioIsa® e Trivor® (isoladamente ou em mistura) reduziu significativamente o número de ninfas de *B. tabaci*.

Os produtos BioIsa® e Trivor® em aplicação isolada ou em mistura apresentaram baixa eficiência no controle de ovos ou adultos de *B. tabaci*.

A associação do produto químico com o biológico não apresentou sinergismo no controle de *B. tabaci* em campo.

A redução do número de ovos, ninfas e adultos de *B. tabaci* proporcionada pela aplicação isolada ou combinada dos produtos BioIsa® e Trivor® não foram capazes de reduzir a incidência do mosaico dourado em plantas de feijoeiro.

REFERÊNCIAS

- AGROLINK. **Agrolinkfito**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/bioisa_11309.html>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- ASI, M. R.; BASHIR, M. H.; AFZAL, M.; ASHFAQ, M.; SAHI, S. T. Compatibility of entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces fumosoroseus* with selective insecticides. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, n. 6, p. 4207-4214, 2010.
- BARBOSA, L. F.; YUKI, V. A.; MASSAHARU, M. J.; DE MARCHI, B. R.; PERINI, F. L.; PAVAN, M. A.; BARROS, D. R.; GHANIM, M.; MORIONES, E.; NAVAS-CASTILLO, J. First report of *Bemisia tabaci* Mediterranean (Q biotype) species in Brazil. **Pest Management Science**, v. 71, n. 4, p. 501-504, 2015.
- BERGAMIN FILHO, A.; INOUE-NAGATA, A. K.; BASSANEZI, R. B. The importance of primary inoculum and area-wide disease management to crop health and food security. **Food Security**, v. 8, p.1–18, 2016.
- BERGAMIN FILHO, A.; MACEDO, M. A.; FAVARA, G. M.; BAMPI, D.; OLIVEIRA, F. F.; REZENDE, J. A. M. Amplifier Hosts May Play an Essential Role in Tomato Begomovirus Epidemics in Brazil. **Front Plant Science**, v. 15, n. 11, p. 414, 2020.
- BOSCO, D., LORIA, A.; SARTO, C.; CENIS, J. L. Phytoparasitica. PCR-RFLP identification of *Bemisia tabaci* biotypes in the Mediterranean Basin. **Phytoparasitica**, v. 34, p. 243-251, 2006.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2019/20 – Nono Levantamento – Junho/2020**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 17 mai. 2021. DÂNGELO, R. A. C., MICHEREFF-FILHO, M., CAMPOS, M. R., DA SILVA, P. S. GUEDES, R. N. C. Insecticide resistance and control failure likelihood of the whitefly *Bemisia tabaci* (MEAM1; B biotype): a Neotropical scenario. **Annals of Applied Biology**, v. 172, p. 88-99, 2018.

DENNEHY, T. J.; DEGAIN, B. A.; HARPOLD, V. S.; BROWN, J. K.; MORIN, S.; FABRICK, J. A.; NICHOLS, R. L. **New challenges to management of whitefly resistance to insecticides in Arizona**. Cooperative Extension, The University of Arizona, 2005. 32p.

DUBOVSKIY, I. M.; WHITTEN, M. M. A.; YAROSLAVTSEVA, O. N.; GREIG, C.; KRYUKOV, V. Y.; GRIZANOVA, E. V.; MUKHERJEE, K.; VILCINSKAS, A.; GLUPOV, V. V.; BUTT, T. M. Correction: Can Insects Develop Resistance to Insect Pathogenic Fungi? **PLoS ONE**, Arkansas, v. 9, n. 1, 2014.

FARIA, J. C.; YOKOYAMA, M. **Integração da avaliação de danos causados pelo mosaico dourado do feijoeiro: o papel de culturas hospedeiras do vetor do vírus e manejo da praga e doença**. Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 28 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1516-7518; 230).

FARIA, M.R.; WRAIGHT, S.P. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. **Biological Control**, Orlando, v. 43, p. 237-256, 2007.

FONSECA, M. E. N.; BOITEUX, S. L.; LIMA, M. F., MENDONÇA, J. L.; COSTA, A. F.; FONTES, M. G., COSTA, H.; GONZÁLEZ-ARCOS, M. First report of Tomato chlorosis virus infecting eggplant and scarlet eggplant in Brazil. **Plant Disease**, v. 100, p. 867, 2015.

GOUVEIA, C.S.S. **Avaliação de Recursos Genéticos Agrícolas: Análise nutricional e anti-nutricional de variedades regionais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Aplicada). Universidade da Madeira. Funchal. 107p. 2011.

HAJI, F.N.P.; FERREIRA, R.C.F; MOREIRA, A.N. Descrição Morfológica, Aspectos Biológicos, Danos e Importância Econômica. In: HAJI, F.N.P.; BLEICHER, E. (Ed.). Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 21-30.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do feijoeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.

Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas. 4 ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, SP. 2011. 704 p.

LACERDA, J. T.; CARVALHO, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivirus em culturas econômicas. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.2., n.2, p.15-22, 2008.

LANDA, Z., OSBORNE. L.; LOPEZ, F.; EYAL, J. A bioassay for determining pathogenicity of entomogenous fungi on whiteflies. **Biological Control**, v. 4, p. 341-50, 1994.

LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P. Suscetibilidade de genótipos de feijão ao vírus-do-mosaico-dourado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 38, n. 5, 2003.

LIANG, P.; TIAN, Y. A.; BIONDI, A.; DESNEUX, N.; GAO, X. W. Short-term and transgenerational effects of the neonicotinoid nitenpyram on susceptibility to insecticides in two whitefly species. **Ecotoxicology**, v. 21, n. 7, p. 1889-1898, 2012.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. **Bragantia** [online]. 1994, v.53, n.1, p.53-59, 1994.

LOURENÇÃO, A. L.; SOUZA DIAS, J. A. C. S.; FUGI, C. G. Q. Mosca-Branca - Superpraga da agricultura mundial ameaça a bataticultura brasileira. **Batata Show**, Itapetininga, n. 6, ano 3, p. 7-8, 2003.

MACÍAS, F.; DÍAZ, A. P.; RAMOS-LÓPEZ, M.; NAVARRO, M. A. R.; SILVIA, R. E.; JUÁREZ, D. R. Estudio del hongo entomopatígeno *Isaria fumosorosea* como control microbiológico de la mosquita blanca *Bemisia tabaci*. **Interciencia**, v. 38, n. 7, p. 523-527, 2013.

MASCARIN, G. M.; KOBORI, N. N.; QUINTELA, E. D.; DELALIBERA Jr., I. The virulence of entomopathogenic fungi against *Bemisia tabaci* biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) and

their conidial production using solid substrate fermentation. **Biological Control**, Orlando, v. 66, n. 3, p. 209-218, 2013.

MORALES, L. A.; MARUBAYASHI, J. M. M.; YUKI, V. A.; GHANIM, M.; BELLO, V. H.; MARCHI, B. R.; BARBOSA, L. F.; BOYKIN, L. M.; KRAUSE-SAKATE, R.; PAVAN, M. A. New invasion of *Bemisia tabaci* Mediterranean species in Brazil associated to ornamental plants. **Phytoparasitica**, v. 45, n. 4, p. 517-525, 2017.

MORAL, R. A.; HINDE, J.; DEMÉTRIO, C. G. B. **hnp: Half-Normal Plots with Simulation Envelopes**. R package version 1, p. 2-4, 2017.

MOURA, A.D.; BRITO, L.M. Aspectos socioeconômicos. In.: CARNEIRO, J.E.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. (Eds.). **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, p. 16-36, 2015.

NASCIMENTO SILVA, J., MASCARIN, G. M., DOS SANTOS GOMES, I. C., TINÔCO, R. S., QUINTELA, E. D., DOS REIS CASTILHO, L., & FREIRE, D. M. G. New cost effective bioconversion process of palm kernel cake into bioinsecticides based on *Beauveria bassiana* and *Isaria javanica*. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 102, n. 6, p. 2595-2606, 2018.

OLIVEIRA, M. G. C.; SILVA, A. G. Informações técnicas para o cultivo de feijoeiro-comum da Região Central Brasileira: 2012-2014. Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 20 p. – (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 272).

ORTIZ-URQUIZA, A.; KEYHANI, N. O. Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. **Insects**, v. 4, n. 3, p. 357-374, 2013.

PAULA, A.R.; CAROLINO, A.T.; PAULA, C.O.; SAMUELS, R.I. The combination of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* with the insecticide Imidacloprid increases virulence against the dengue vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Parasit Vectors**. v. 4, p. 1–8, 2011.

PIRES, E.M.; PINTO, R.; LACERDA, M.C.; ZANUNCIO, J.C.; FIALHO, M.C.Q. Potencial reprodutivo horário do predador de lagartas desfolhadoras do eucalipto: *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**. Viçosa. v.30, n.6, p.1039-1044. 2006.

QUINTELA, E. D. Mosca-branca, (*Bemisia tabaci* Biótipo B) no feijoeiro. In: PITELLI, R. A.; BERIAM, L. O. S.; BRANDÃO FILHO, J. U. T. (Org.). **Feijão: Desafios Fitossanitários e Manejo Sustentável**. 1ed. Jaboticabal: Multipress, v. 2, p. 39-53, 2013.

QUINTELA, E. D.; BARBOSA, F. R.; MASCARIN, G. M.; MARQUES, M. A. Mosca-branca: Diminuta e letal. *Cultivar: Grandes culturas*, Pelotas, v. 15, p. 19-21, 2013b.

QUINTELA, E. D.; MASCARIN, G. M.; SILVA, R. A. BARRIGOSI, J. A. F. MARTINS, J. F. S. Enhanced susceptibility of *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) to *Metarhizium anisopliae* with sublethal doses of chemical insecticides. **Biological Control**, v. 66, p.56–64, 2013c.

QUINTELA, E. D.; ABREU, A. G.; LIMA, J. F. D. S.; MASCARIN, G. M.; DOS SANTOS, J. B.; BROWN, J. K. Reproduction of the whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) B biotype in maize fields (*Zea mays* L.) in Brazil. **Pest management science**, 2016.

RODRIGUES, F. A.; BORGES, A. C. F.; SANTOS, M. R.; FERNANDES, J. J.; FREITAS JÚNIOR, A. Flutuação populacional da mosca-branca e a incidência de mosaico dourado em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.10, p.1023-1021, 1997.

ROSEN R, KANAKALA S, KLIOT A et al., 2015. Persistent, circulative transmission of begomoviruses by whitefly vectors. **Current Opinion in Virology**, v.18, p.1–8, 2015.

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.

SHAPIRO-ILAN, D. I., BRUCK, D. J., & LACEY, L. A. Lawrence A. Principles of epizootiology and microbial control. **Insect pathology**, v. 2, p. 29-72, 2012.

SILVA da, A.G.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; SOUZA de, B.H.S.; COSTA, E.N.; HOELHERT, J.S.; ALMEIDA, A.M.; SANTOS dos, L.B. Mosca-Branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro: Características gerais, bioecologia e métodos de controle. **EntomoBrasilis**, v.10, n.1, p.01-08. 2017.

SILVA, L. D; OMOTO, C., BLEICHER, E., & DOURADO, P. M. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 116-125, 2009.

SILVA, R. A. DA; QUINTELA, E. D.; MASCARIN, G. M.; BARRIGOSI, J. A. F.; LIÃO, L. M. Compatibility of conventional agrochemicals used in rice crops with the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 70, n. 3, 2013.

TEAM, R.D.C. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org>. 2010.

TIAN, J.; DIAO, H.; LIANG, LI.; ARTHURS, S.; MA, R. Pathogenicity of *Isaria fumosorosea* to *Bemisia tabaci*, with some observations on the fungal infection process and host immune response. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 130, p. 147-153, 2015.

TOSCANO, L. C.; AGUIRRE, W.M.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I.; GOUVEIA, G. C. C.; DIAS, P. M. Dinâmica populacional de mosca-branca, incidência do mosaico dourado do feijoeiro e alternativas de controle da praga no “cultivo das secas” no cerrado. **EntomoBrasilis**. v.9, n.1, p.18-25. 2016.

VIDAL. C.; FARGUES, J. Climatic constraints for fungal biopesticides. In: EKESI, S.; MANIANIA, N. K. (Eds.) Use of Entomopathogenic Fungi in Biological Pest Management. **Research Signpost**, p. 39-55, 1997.

VILLAS BÔAS, G. L. Manejo integrado de mosca branca. Brasília: Embrapa Hortaliça, 2005. 6p. (Embrapa Hortaliça. Comunicado Técnico 28).

WALKER, G. P., PERRING, T. M.; FREEMAN, T. P. Life History, Functional Anatomy, Feeding and Mating Behavior. In STANSLY, P. A.; NARANJO, S. E. (eds.). *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest* (p. 109-160). Dordrecht: Springer, 2010.

WANG, X.; XU, J.; SUN, T.; ALI, S. Synthesis of *Cordyceps fumosorosea* - biochar nanoparticles and their effects on growth and survival of *Bemisia tabaci* (Gennadius). **Front. Microbiol.**, v. 12, p. 630-642, 2021.

WANG, X. S., XU, J., WANG, X. M., QIU, B. L., CUTHBERTSON, A. G. S., DU, C. L. *Isaria fumosorosea*-based-zero-valent iron nanoparticles affect the growth and survival of sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius). **Pest Management Science**, v. 75, p. 2174–218, 2019.

WRAIGHT, S. P.; Carruthers, R. I.; Jaronsek, S. T.; Bradley, C. A.; Garza, C. J.; Galaini-Wraight S. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biological Control*, v. 17, p. 203-217, 2000.

XU, D.; ALI, S.; HUANG, Z. Insecticidal activity influence of 20-Hydroxyecdysone on the pathogenicity of *Isaria fumosorosea* against *Plutella xylostella*. *Biological Control*, v. 56, p. 239–244, 2011.

YÁNEZ, L. H. T.; HERNÁNDEZ, D. J. M.; SÁNCHEZ, N. L. M.; SÁNCHEZ, F. E. N.; CAICEDO, I. A. M. Comparacion de metodos control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*. Gennadius) en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Vinces, Ecuador. **Revista De Producción, Ciencias E Investigación**, v. 3, v. 21, p. 6–12, 2019.

ZIMMERMANN, G. The entomopathogenic fungi *Isaria farinose* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*):

biology, ecology and use in biological control. **Biocontrol Science and Technology**, v. 18, p. 865-901, 2003.

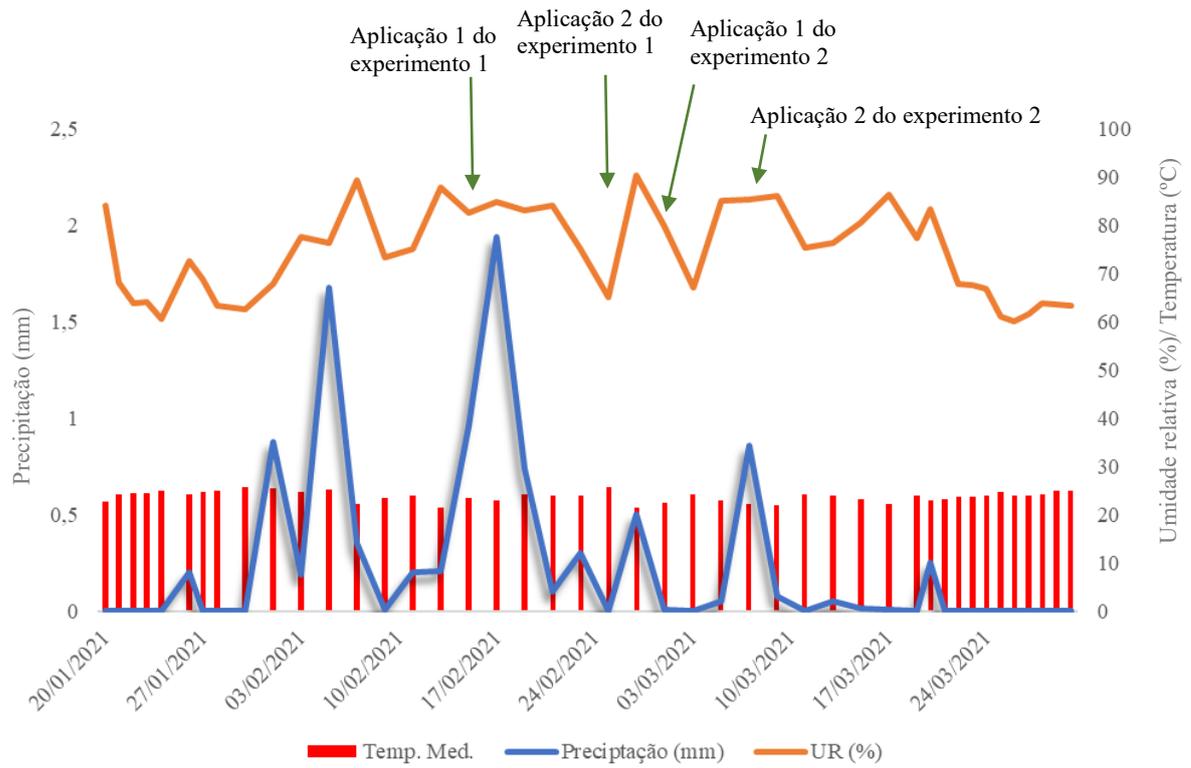
ANEXOS



ANEXO 1 - Plantas de feijoeiro comum infectado com bean golden mosaic virus, apresentando sintomas de mosaico e leve enrolamento foliar.



ANEXO 2 - Adulto de *Bemisia tabaci* colonizado pelo fungo entomopatogênico *Cordyceps fumosorosea*.



ANEXO 3: Precipitação (mm), Temperatura média (°C) e Umidade Relativa do ar (%) na região de Pires do Rio, Goiás (Inmet, 2021).