

## Fungos entomopatogênicos associados ao controle da mosca-branca: Uma revisão

### Entomopathogenic fungi associated with whitefly control: A review

### Hongos entomopatógenos asociados al control de la mosca blanca: Una revisión

Recebido: 29/07/2022 | Revisado: 06/08/2022 | Aceito: 13/08/2022 | Publicado: 21/08/2022

#### Francis Moretti de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3279-2589>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [francis.souza@estudante.ifms.edu.br](mailto:francis.souza@estudante.ifms.edu.br)

#### Rafael Azevedo da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3629-1543>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [rafael.silva@ifms.edu.br](mailto:rafael.silva@ifms.edu.br)

#### Larissa da Silva Magalhães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7769-5221>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [agromagalhaes20@outlook.com](mailto:agromagalhaes20@outlook.com)

#### Elisângela de Souza Loureiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9708-3775>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [elisangela.loureiro@ufms.br](mailto:elisangela.loureiro@ufms.br)

#### Resumo

Atualmente, o desenvolvimento e registro de uma série de produtos à base de *Cordyceps fumosorosea* e *Beauveria bassiana* tem demonstrado uma grande capacidade de suprimir e controlar mosca-branca em condições de casa-de-vegetação e a campo. Contudo, alguns fatores pesam negativamente para um uso mais frequente desses produtos como a ação lenta, baixa eficiência sobre adultos e ovos, bem como a interação negativa com fungicidas e as limitações em relação as condições climáticas. Entretanto, estudos vêm sendo desenvolvidos para superar essas limitações, e várias práticas culturais estão favorecendo o incremento da eficiência desses organismos. Diante disso, a presente revisão tem por objetivo elencar quais são os fungos entomopatogênicos que apresentam efeito de controle sobre *Bemisia tabaci*, bem como quais as condições favoráveis para o controle deste inseto-praga utilizando fungos como agentes de controle. Para tal, foi realizado uma revisão de literatura através de artigos científicos, analisando trabalhos que utilizaram fungos entomopatogênicos no controle de *B. tabaci*, além das condições ambientais favoráveis para o controle, e os ínstaras mais sensíveis a ação destes organismos de controle. Podendo concluir que se forem adotadas as seguintes medidas: a) uso em ínstaras ninfais; b) uso em condições ambientais favoráveis para os agentes biológicos; c) uma maior eficiência na aplicação dos esporos pelo uso da tecnologia de aplicação; d) aplicação de forma assíncrona com fungicidas, é possível manejar *B. tabaci* como uso de fungos entomopatogênicos, além de se obter uma maior segurança alimentar e ambiental devido a inocuidade destes organismos.

**Palavras-chave:** *Bemisia tabaci*; Controle biológico; *Beauveria bassiana*; *Cordyceps fumosorosea*.

#### Abstract

Currently, the development and registration of a series of products based on *Cordyceps fumosorosea* and *Beauveria bassiana* have shown to be highly able to suppress and control whitefly under greenhouse and field conditions. However, some factors have weighed negatively on their use as slow action, low efficiency against adults and eggs, negative interaction with fungicides, and climatic limitations. Accordingly, studies have been developed to overcome those limitations, using several cultural practices to increase the efficiency of those organisms. Therefore, this review aims to list which entomopathogenic fungi have a control effect against *Bemisia tabaci* and what are the favourable conditions for this control. To that end, a literature review was carried out on scientific papers, analyzing studies with entomopathogenic fungi to control *B. tabaci* and those on the favourable environmental conditions for it, in addition to those that selected which instars are the most sensitive to the action of such control organisms. In conclusion, we may infer that *B. tabaci* can be managed by entomopathogenic fungi if the following measures are adopted: a) use against nymphal instars; b) use under favourable environmental conditions for the biological agents; c) use of application technology to increase the efficiency of the application of spores; and d) asynchronous application with fungicides. Furthermore, due to the innocuousness of these organisms, food and environmental security can also be increased.

**Keywords:** *Bemisia tabaci*; Biological control; *Beauveria bassiana*; *Cordyceps fumosorosea*.

## Resumen

Actualmente, el desarrollo y registro de una serie de productos a base de *Cordyceps fumosorosea* y *Beauveria bassiana* ha demostrado una gran capacidad para suprimir y controlar la mosca blanca en condiciones de invernadero y campo. Sin embargo, algunos factores pesan negativamente para un uso más frecuente de estos productos como la acción lenta, baja eficacia sobre adultos y huevos, así como la interacción negativa con fungicidas y limitaciones con relación a las condiciones climáticas. Sin embargo, se han desarrollado estudios para superar estas limitaciones, y varias prácticas culturales están favoreciendo el aumento de la eficiencia de estos organismos. Por lo tanto, esta revisión tiene como objetivo enumerar cuáles son los hongos entomopatógenos que tienen efecto de control sobre *Bemisia tabaci*, así como las condiciones favorables para el control de esta plaga utilizando hongos como agentes de control. Para ello se realizó una revisión bibliográfica a través de artículos científicos, analizando estudios que utilizaron hongos entomopatógenos para el control de *B. tabaci*, además de las condiciones ambientales favorables para el control, y los estadios más sensibles a la acción de estos organismos de control. Se puede concluir que si se adoptan las siguientes medidas: a) uso en estadios ninfales; b) uso en condiciones ambientales favorables para los agentes biológicos; c) mayor eficiencia en la aplicación de esporas mediante el uso de tecnología de aplicación; d) aplicación asincrónica con fungicidas, es posible manejar la *B. tabaci* utilizando hongos entomopatógenos, además de lograr una mayor seguridad alimentaria y ambiental debido a la inocuidad de estos organismos.

**Palabras clave:** *Bemisia tabaci*; Control biológico; *Beauveria bassiana*; *Cordyceps fumosorosea*.

## 1. Introdução

Um inseto-praga que tem aumentado em importância nos últimos anos é a mosca-branca (*Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Esta praga apresenta a capacidade de ocasionar danos diretos devido sua alimentação diretamente no floema, debilitando assim a planta, além disso, pode ocasionar danos indiretos que podem ocorrer por meio da excreção açucarada *honeydew*, que acaba favorecendo o desenvolvimento do fungo *Capnodium* (fumagina), impedindo as trocas gasosas, afetando a capacidade de fotossíntese e conseqüentemente diminuindo a produção (Lopez *et al.*, 2008; Lima *et al.*, 2017; Lima *et al.*, 2018). Este inseto é altamente polífono e invasivo, colonizando mais de 1000 diferentes espécies de plantas, e *vetor* de mais de 300 viroses de plantas (Abd-Rabou & Simmons, 2010; Navas-Castillo *et al.*, 2011). Perdas na produção agrícolas vêm aumentando nos últimos anos, e poucos países não apresentam uma distribuição cosmopolita e subsequente estabelecimento de pelo menos uma espécie críptica, com exceção de uma pequena parte na União Europeia (Finlândia, Irlanda, Reino Unido e parte de Portugal) (Cuthbertson *et al.*, 2011).

No Brasil, o ataque deste inseto era observado há vários anos, porém, sem causar prejuízos. No entanto, a partir de 1991, começou a causar prejuízos devido às altas infestações em diversas espécies de plantas cultivadas, principalmente as olerícolas (Lourenção & Nagai 1994; França *et al.*, 1996; Villas Bôas *et al.*, 1997). Hoje está completamente disseminada em território brasileiro, causando problemas principalmente no algodoeiro, cucurbitáceas, feijoeiro, soja, tomateiro e em hortaliças (Dinsdale, 2010; Silva *et al.*, 2017). A população desta praga é extremamente afetada por condições atmosféricas como temperatura. Estudos demonstraram que temperaturas superiores a 33° C tende a ter um aumento da oviposição, no entanto, para eclosão de ovos, sobrevivência a ninfal e sucesso reprodutivo a temperatura ideal para *B. tabaci* ocorre no intervalo entre 27 a 35° C (Guo *et al.*, 2012; Curnutte *et al.*, 2014). Contudo, segundo Guo *et al.*, (2012), temperaturas superiores a 37° C afetou negativamente o desenvolvimento e a sobrevivência de *B. tabaci*. A chuva e a umidade relativa do ar são outros fatores abióticos que afeta a população de mosca-branca, sendo uma importante agente de regulação natural de Aleirodídeos, exercendo papel na mortalidade de adultos através da ação mecânica de gotas de chuva, além de favorecer um microclima para a ocorrência de predadores, parasitóides e entomopatógenos (Silva *et al.*, 2011a; Silva *et al.*, 2011b; Silva *et al.*, 2014).

Atualmente, o principal método de controle desta praga se dá pelo uso de inseticidas químicos, no entanto, observa-se alta complexidade em controlar *B. tabaci*, tendo em vista que poucos modos de ação apresentam efeito de controle satisfatório, demonstrando a fragilidade da dependência exclusiva de poucas moléculas no controle químico desta praga, principalmente quando considera que as chances de evolução de resistência e transmissão integral à progênie são reais e intensificadas sob alta pressão de seleção. Portanto, medidas de manejo da resistência e outras medidas que incorporem métodos de controle e

amostragem distintos devem ser implementadas (Esashika, 2016). Diante disso, um sistema de Manejo Integrado de Pragas (MIP) que englobe uma série de manejos é de suma importância no controle deste inseto-praga. Face a isso, o uso de fungos entomopatogênicos pode ser encarada com uma opção dentro do manejo desta praga. Uma característica que se deve analisar quando for escolher o método de controle biológico para *B. tabaci*, é sua forma de alimentação que consiste na perfuração dos tecidos das plantas e sucção direta dos feixes vasculares.

Contudo, fungos entomopatogênicos possuem a capacidade de penetrar diretamente através do tegumento do inseto. Portanto, esses agentes de controle são os mais importantes agentes naturais de controle para mosca-branca (Faria & Wright, 2001). Nesse contexto, para designar um método de manejo satisfatório, é preciso estudar o efeito destes produtos entomopatogênicos sobre a praga alvo, e deve-se ter conhecimento sobre a biologia destes insetos para o controle ser eficiente (Goulart, 2022). No entanto, o presente trabalho tem por objetivo revisar quais os fungos entomopatogênicos estão associados de forma epizoótica e comercialmente disponíveis no manejo de *B. tabaci*.

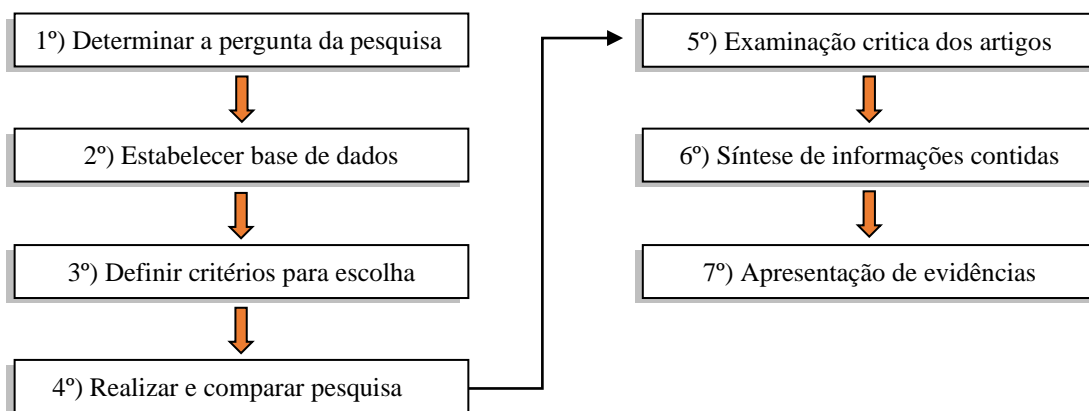
## 2. Metodologia

### 2.1 Identificação e critérios de busca

A pesquisa foi realizada por meio de uma revisão sistemática de literatura. Foram selecionados os seguintes bancos de dados para a realização da revisão: *Scopus*, *Web of Science* e o *Google acadêmico*. Segundo Sampaio e Mancini (2007) uma revisão sistemática é uma análise que busca materiais secundários em verificação de evidências sobre um determinado tema. Sendo assim, foram considerados todos os tipos de materiais científicos considerados úteis para a pesquisa, como teses e dissertações, artigos científicos, publicações em artigos científicos. Foram considerados neste estudo todos os trabalhos publicados nos idiomas português, inglês e espanhol. A busca foi norteada pela utilização das palavras-chaves: fungos entomopatogênicos e *bemisia tabaci*. De acordo com Forza (2002), essa metodologia tem como propósito edificar uma ideia preambular no que se refere a um assunto, facultando apoio para uma pesquisa mais detalhada, ou seja, para aprimorar um conjunto de métodos e procedimentos atuais.

Com isso, analisou-se trabalhos experimentais *in vitro* e a campo que buscassem o controle de *B. tabaci* através do uso de fungos entomopatogênicos. As etapas da revisão são apresentadas na sequência (Figura 1).

**Figura 1:** Etapas da revisão sistemática.

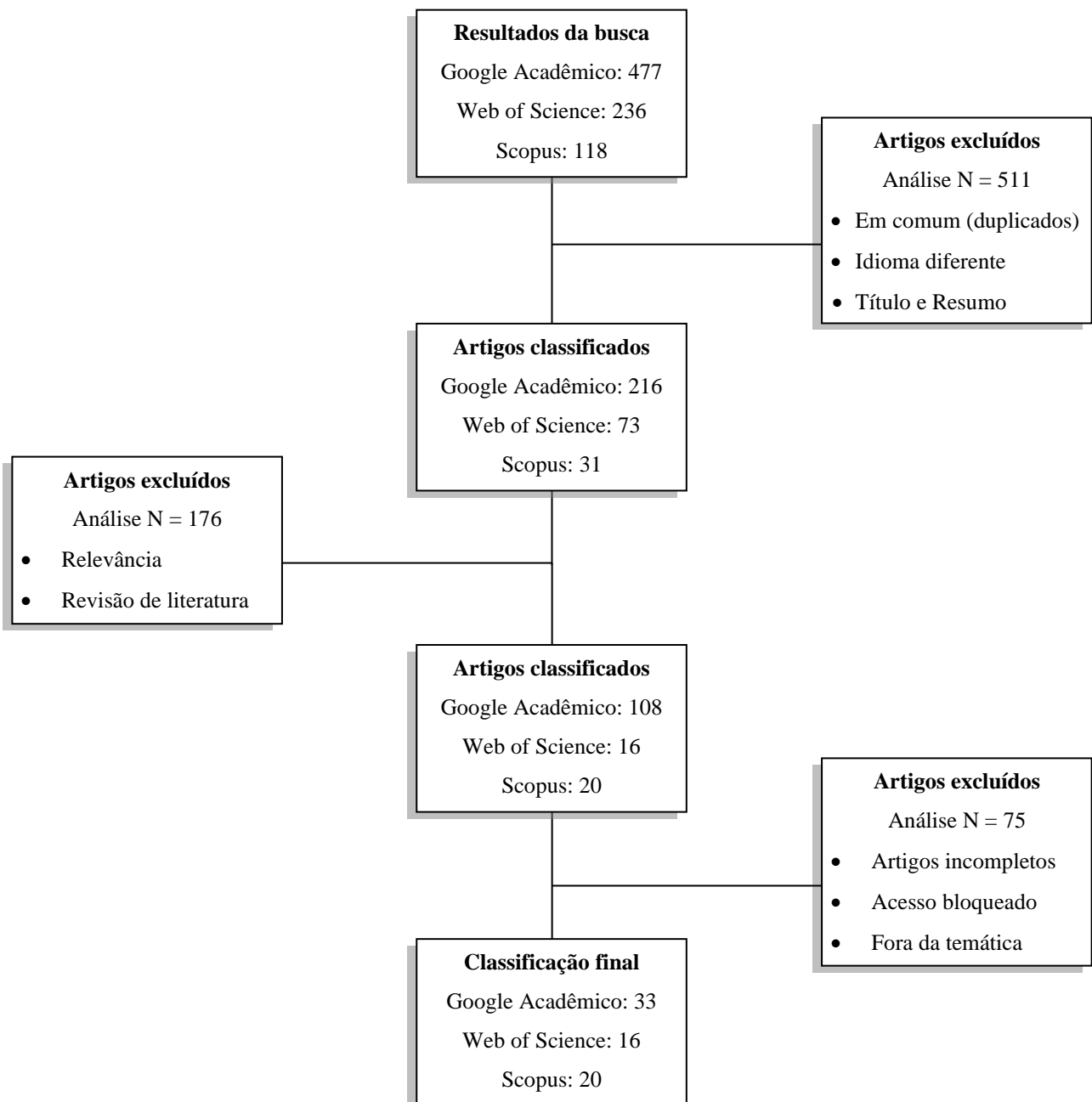


Fonte: Adaptado de Sampaio e Mancini (2007).

## 2.2 Critérios de inclusão e exclusão

Foi analisado e considerando todos os trabalhos indexados em periódicos nacionais e internacionais de forma criteriosa, publicados na base de dados citadas anteriormente, dentro das palavras chaves, artigos completos e de acesso livre compartilhado na íntegra. O período específico temporal de pesquisa foram dos últimos doze anos (2010-2022). Trabalhos supressos: artigos duplicados, fora das palavras chaves, artigos de revisão, artigos incompletos, sem relação com a temática após leitura do Título e/ ou Resumo, artigos pagos e fora do tema e do período. Em seguida, o fluxograma mostra de forma detalhada todo processo de avaliação de inclusão e exclusão dos artigos encontrados.

**Figura 2** – Extrato do processo de seleção dos artigos para revisão de literatura.



Fonte: Autores (2022).

Foram encontrados 831 artigos contidos na base de dados. Considerando os critérios pré-estabelecidos, foram avaliados e excluídos 511 artigos analisando o título, resumo, idioma e duplicados entre as bases de dados. Logo em seguida, foi analisado e excluído 176 artigos com base na relevância e caso fosse uma revisão de literatura. Por fim foi realizado a leitura, e 75 artigos que não apresentava uma relação com a temática foi descartado, restando 66 artigos.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Bioecologia da Mosca-branca (*Bemisia tabaci* Middle East Asia Minor 1)

A mosca-branca é considerada um dos mais importantes, invasivos e prejudiciais insetos-praga do mundo, sendo responsável por grandes perdas em diversas culturas (Zaidi *et al.*, 2017). Foi descrita inicialmente por Gennadius (1889) como *Aleurodes tabaci* coletada na Grécia, na cultura do fumo. Após décadas de estudo, e inúmera sinonimização com outras moscas-brancas, está claro que *B. tabaci* é um complexo de espécies morfológicamente indistinguíveis, sendo a Middle East Asia Minor 1 (MEAM1), previamente conhecido como Biótipo B ou *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Dinsdale *et al.*, 2010; Boykin, 2014), e a mosca-branca Mediterranean (MED), conhecida como Biótipo Q e provavelmente a verdadeira *B. tabaci* (Cuthbertson & Vänninen, 2015), como as espécies mais predominantes (Perring *et al.*, 2018).

Esta praga possui a capacidade de ocasionar danos diretos ou indiretos nas culturas, sendo todos ocasionados pelo seu processo de alimentação, em que ao se alimentar diretamente do floema da planta, a mesma pode ficar debilitada devido a sucção constante (Perring *et al.*, 2018), ou o excesso de seiva absorvido pela alimentação, é excretado na forma de uma substância açucarada *honeydew*, também conhecida como melado, favorecendo o desenvolvimento do fungo *Capnodium* (fumagina), impedindo as trocas gasosas, afetando a capacidade de fotossíntese e consequentemente diminuindo a produção (Lopez *et al.*, 2008; Lima *et al.*, 2017; Lima *et al.*, 2018).

Além disso, *B. tabaci* é um eficiente vetor de fitovírus, tendo a capacidade de transmitir mais de cem espécies de vírus (McKenzie *et al.*, 2014), sendo as principais do gênero *Begomovirus* (Família Geminiviridae), *Crinivirus*, *Carlavirus*, *Torradovirus* e *Ipomovirus* (Navas-Castillo *et al.*, 2011) e *Poleovirus* (Família: Luteoviridae) (Ghosh *et al.*, 2019).

Em relação a sua biologia, a mesma se caracteriza por apresentar seis estádios: ovo, quatro ínstaras ninfais e adultos. O ovo apresenta um pedicelo na base, que é uma extensão do córion do ovo, sendo este inserido na epiderme celular, permitindo a permanência do ovo na região abaxial da folha, absorvendo água e solutos das folhas e direcionando para o ovo, por meio de uma estrutura porosa e fibrosa em sua estrutura (Walker *et al.*, 2010).

Os estádios ninfais de *B. tabaci* apresentam uma morfologia padrão, sendo ovais e achatados dorsoventralmente. O primeiro instar apresenta uma característica de ser móvel, comumente chamado de “rastreador” em decorrência de sua alta mobilidade a procura de um local adequado para inserção dos estiletes e seu respectivo processo de alimentação (Stansly & Naranjo, 2010). Uma vez que o local para alimentação foi encontrado, a ninfa passa por mais três ínstaras adicionais (segundo-quarto), permanecendo imóvel pelo resto do seu desenvolvimento ninfal neste local, apresentando pernas reduzidas e são incapazes de se movimentar (Walker *et al.*, 2010). No quarto instar, o inseto entra em um subestágio de transição, ocorrendo a apólise e formação da cutícula adulta. Esta fase é facilmente reconhecida pela pigmentação amarelada, e pelos olhos vermelhos, que consiste de dois pequenos pontos que carecem de uma córnea cuticular e apresentam uma retina subdesenvolvida, apresentado a simples função de detecção da luz (Walker *et al.*, 2010).

O quarto instar também é conhecido como estágio “pupal”, no entanto, Gill (1990) observou a alimentação da ninfa no início deste instar, portanto, não apresentando as mesmas características de insetos holometabólicos. Contudo, é uma dramática metamorfose para a apresentação das características da morfologia adulta, sendo observado neste momento a formação dos olhos compostos, bem como a formação das asas, e em algum momento do quarto instar o inseto para de se

alimentar e retira os estiletes da planta. Próximo do momento da eclosão, o quarto ínstar é quase totalmente transparente, e o adulto pharato se torna visível por baixo (Walker *et al.*, 2010).

Ao contrário da drástica redução anatômica do estágio ninfal, adultos de mosca-branca apresenta a típica morfologia de adultos de Sternorrhyncha (Walker *et al.*, 2010). As asas de *B. tabaci* são recobertas com uma substância cerosa branca que é secretada assim que o adulto eclode do último ínstar ninfal (Gill, 1990). As asas são mantidas em forma de telhado sobre o abdômen, dando a impressão alongada do inseto na folha, sendo encontrados preferencialmente na parte abaxial das folhas. Apresentam dimorfismo sexual, em que as fêmeas são maiores que os machos e apresentam um abdômen mais arredondando, e o do macho mais pontiagudo (Perring *et al.*, 2018). Apresentam um sistema de reprodução por partenogênese arrenótoca em que os ovos não fertilizados dão origem a machos haplóides, e os ovos fertilizados dão origem as fêmeas diploides (Walker *et al.*, 2010).

Em um trabalho de revisão do ciclo de vida de *B. tabaci*, Naranjo *et al.*, (2010) resumiu pesquisas que haviam sido feitas até aquele momento, chegando à conclusão de que o desenvolvimento, sobrevivência e reprodução deste inseto-praga é intimamente ligado a temperatura. Sendo que o período de desenvolvimento de ovo até adulto pode variar de 105 dias à 15° C para 14 dias à 30° C, e a fecundidade pode variar de uma média de 324 ovos por fêmea à 20° C para 22 ovos por fêmea à 30° C. Yang & chi (2006) construíram uma tabela de vida calculando a taxa intrínseca de aumento natural, utilizando as temperaturas de 15, 20, 25, 28, 30 e 35° C, respectivamente. A média da geração foi determinada em 81.9, 48.6, 28.4, 25.3, 22.1 e 18.2 dias, respectivamente.

Além da temperatura, outro fator que afeta a biologia de *B. tabaci* é a planta hospedeira sendo demonstrado por Butler *et al.*, (1983), Coudriet *et al.*, (1985), Bethke *et al.*, (1991), Perring *et al.*, (1992, 1993), Nava-Camberos *et al.*, (2001), Kakimoto *et al.*, (2007), e Lorenzo *et al.*, (2016). Sendo que um trabalho feito por Hai Lin *et al.*, (2014), demonstrou que a planta hospedeira apresentou um impacto maior no desenvolvimento do ovo, em relação a temperatura, humidade e fotoperíodo.

Esta praga apresenta uma distribuição mundial, ocorrendo em todos os continentes (Ghahari *et al.*, 2013; Cabi, 2020). Originalmente, era conhecida como uma praga subtropical e de regiões áridas do mundo, no entanto, atualmente a mesma só não é encontrada em uma pequena parte na União Europeia (Finlândia, Irlanda, Reino Unido e parte de Portugal) (Cuthbertson *et al.*, 2011). Este inseto é polífago, sendo estimado mais de 900 plantas hospedeiras (McKenzie *et al.*, 2014), sendo que a maior parte das espécies do complexo *B. tabaci* se alimenta de um número limitado de plantas, e em alguns casos de apenas uma única espécie de planta hospedeira. No entanto, MEAM1 e MED são anomalias dentro do complexo, possuindo a capacidade de se alimentar de um número maior de diferentes plantas hospedeiras (Walker *et al.*, 2010).

### 3.2 Controle biológico da Mosca-branca

Mosca-branca apresenta uma enorme variedade de inimigos naturais, sendo que (Cabi, 2020) listou 48 espécies de predadores, 34 de parasitóides e 12 de entomopatógenos que estão associados a redução populacional de *B. tabaci*. No entanto, nesta revisão estaremos discutindo apenas os entomopatógenos que atualmente estão listados na literatura, visando o controle de *B. tabaci* como um componente do Manejo Integrado de Pragas-MIP.

#### 3.2.1 Ocorrência natural de fungos entomopatogênicos sobre Mosca-branca

Em determinadas condições, epizootias naturais de fungos podem suprimir a população de *B. tabaci* (Tabela 1). Por exemplo, epizootias causadas por *Cordyceps fumosorosea* podem diminuir drasticamente a população de *B. tabaci* durante ou imediatamente períodos chuvosos, ou até mesmo períodos prolongados de condições frias e úmidas em condições de campo ou casa-de-vegetação (Carruthers *et al.*, 1993; Lacey *et al.*, 1993; Castineiras, 1995).



Contudo, essas epizootias de ocorrência natural de fungos não podem ser consideradas como medidas de controle. Somente algumas espécies de fungos apresentam a capacidade de causar níveis elevados de mortalidade, sendo que essas epizootias naturais são dependentes das condições climáticas descritas acima, mas também são fortemente influenciadas pelas práticas culturais adotadas, sendo imprevisível sua ocorrência. Além disso, geralmente essas epizootias ocorrem após intensa injúria ocasionada pela mosca-branca (Faria & Wraightb, 2001). Sosa-Gómez e Moscardi (1994), observaram que o plantio direto favorece a prevalência e colonização de fungos entomopatogênicos, do gênero *Metarhizium*, *Beauveria*, *Cordyceps*, *Aschersonia*, *Paecilomyces*, entre outros (Tabela 1). Em seguida, é apresentado de forma organizada a ocorrência natural mundial de fungos citados anteriormente, e a localização em que foram encontrados.

**Tabela 1** - Ocorrência natural de fungos entomopatogênicos sobre a população de *Bemisia tabaci*<sup>(a)</sup>.

Fungo	Localização	Fonte
<b>Hypocreales</b>		
<i>Aschersonia aleyrodis</i>	Taiwan	Yen & Tsai (1969) <sup>(b)</sup>
<i>Aschersonia andropogonis</i>	EUA Taiwan	Berger (1921) <sup>(c)</sup> ; Yen & Tsai (1969) <sup>(b)</sup>
<i>Aschersonia cf. goldiana</i>	Brasil	Lourenção <i>et al.</i> , (1999) <sup>(d)</sup>
<i>Beauveria bassiana</i>	Taiwan Israel	Yen & Tsai (1969) <sup>(b)</sup> ; Ben-Ze'ev <i>et al.</i> , (1994) <sup>(d)</sup>
<i>Cordyceps farinosus</i>	Grecia	Kirk <i>et al.</i> , (1993) <sup>(d)</sup>
<i>Cordyceps fumosorosea</i>	Índia Brasil Venezuela México Cuba Trinidad Havaí EUA Índia Nepal Paquistão Indonésia Filipinas	Nene (1973) <sup>(c)</sup> Sosa-Gomez <i>et al.</i> (1997) <sup>(d)</sup> R. Hall (Comunicação na imprensa) <sup>(d)</sup> Garza Gonzalez (1993) <sup>(d)</sup> Castineiras (1995) <sup>(d)</sup> Hall <i>et al.</i> , (1994) <sup>(d)</sup> R. Humber (Comunicação na imprensa) <sup>(d)</sup> Carruthers <i>et al.</i> , (1993) <sup>(d)</sup> Balakrishnan and Nene (1980) <sup>(d)</sup> Lacey <i>et al.</i> , (1993) <sup>(d)</sup> Lacey <i>et al.</i> , (1993) <sup>(d)</sup> Lacey <i>et al.</i> , (1993) <sup>(d)</sup> Lacey <i>et al.</i> , (1993) <sup>(d)</sup>
<i>Paecilomyces javanicus</i>	Japão	T. Poprawski & R. Carruthers (Comunicação na imprensa) <sup>(d)</sup> S. Kurogi (Comunicação na imprensa) <sup>(d)</sup>
<i>Lecanicillium lecanii</i>	Argentina Colômbia Venezuela México Israel Dinamarca Espanha Japão Brasil	Scorsetti <i>et al.</i> , (2008) Drummond <i>et al.</i> , (1987) <sup>(d)</sup> R. Hall (Comunicação na imprensa) <sup>(d)</sup> Nier <i>et al.</i> , (1991) <sup>(d)</sup> Ben-Ze'ev (1993) <sup>(d)</sup> R. Humber (Comunicação na imprensa) <sup>(d)</sup> Lacey <i>et al.</i> , (1993) <sup>(d)</sup> S. Kurogi (Comunicação na imprensa) <sup>(d)</sup> Lourenção <i>et al.</i> , (2001)
<i>Cordyceps javanica</i>	Argentina	Scorsetti <i>et al.</i> , (2008)
<b>Entomophthorales</b>		
<i>Conidiobolus</i> spp.	Israel Israel EUA	Ben-Ze'ev (1993) <sup>(d)</sup> Gindin & Ben-Ze'ev (1994) <sup>(d)</sup> R. Carruther (Comunicação na imprensa) <sup>(d)</sup>
<i>Entomophthora</i> sp.	EUA	R. Carruther (Comunicação na imprensa) <sup>(d)</sup>
<i>Zoophthora (Erynia) radicans</i>	Chade	Silvie & Papierok (1991) <sup>(d)</sup>
Espécie não identificada	Israel Brasil	Ben-Ze'ev <i>et al.</i> , (1988) <sup>(d)</sup> Sosa-Gomez <i>et al.</i> , (1997) <sup>(d)</sup>

<sup>a</sup>Adaptado/atualizado de Lacey *et al.*, (1996)

<sup>b</sup>Mencionado por Fransen (1990).

<sup>c</sup>Mencionado por Cock (1993).

<sup>d</sup>Mencionado Faria & Wraight (2001). Fonte: Autores (2022).

### 3.2.2 Uso de fungos entomopatogênicos no controle da Mosca-branca

Atualmente, existem três espécies de fungos comercialmente vendidos para o controle de *B. tabaci*, *Cordyceps* (*Isaria fumorosea*), *Lecanicillium* (*Verticillium*) *lecanii* e *Beauveria bassiana*. As duas primeiras espécies são encontradas naturalmente infectando *B. tabaci*, no entanto, *B. bassiana* somente infecta quando é pulverizado sobre a população deste inseto (Stansly & Natwick, 2010).

Em culturas perenes, que apresentam condições de suportar a sobrevivência de inimigos naturais por longos períodos, o controle a partir de entomopatógenos apresenta grande sucesso, no entanto, em culturas de ciclo anual à manutenção de inimigos naturais não é suficiente, impedindo que o nível de controle biológico atinja níveis desejados (Faria & Wraight, 2001). Em decorrência disso, o manejo de *B. tabaci* neste tipo de cultura demanda o controle através de intervenções inundativas de fungos, com pulverizações constantes e de altas doses de esporos infecciosos (Wraight & Carruthers, 1999).

Fungos patogênicos têm demonstrado capacidade de controlar *B. tabaci* nas mais diversas condições, sendo que estudos revelaram que as condições de alta umidade requeridas para a ocorrência de epizootias naturais, não são necessárias para a infecção de fungos. Além disso, muitos patógenos encontram umidade suficiente para germinação e penetração no hospedeiro dentro da folha ou através do microclima gerado pelo inseto, como demonstrado para *Beauveria bassiana* e *C. fumosorosea* (Wraight *et al.*, 2000).

Em relação aos estágios de vida, o controle de *B. tabaci* por fungos entomopatogênicos é baixo na fase de ovo por *B. bassiana* (Ramos *et al.*, 2000), *C. fumosorosea* (Lacey *et al.*, 1999), *Isaria farinosus* (Negasi *et al.*, 1998), *Paecilomyces amoenoroseus* (Candido, 1999) e *Lecanicillium lecanii* (Meade & Byrne, 1991). Resultados parecidos foram encontrados para adultos de *B. tabaci* pelos fungos *B. bassiana* e *C. fumosorosea* (Wraight *et al.*, 2000).

Contudo, o período ninfal é extremamente susceptível por um grande número de espécies de fungos, podendo ser citado *B. bassiana* (Eyal *et al.*, 1994; Wraight *et al.*, 1998; Ramos *et al.*, 2000; Vicentini *et al.*, 2001; Maranhão *et al.*, 2011; Potrich *et al.*, 2011; Garrido-Jurado *et al.*, 2016), *P. amoenoroseus* (Candido, 1999), *C. fumosorosea* (Eyal *et al.*, 1994; Wraight *et al.*, 1998; Potrich *et al.*, 2011; Macias *et al.*, 2013) e *L. lecanii* (Meade & Byrne, 1991).

O segundo e terceiro ínstar são mais susceptíveis para *B. bassiana* e *I. fumosorosea*. Conídios de *B. bassiana* germinam mais rapidamente na cutícula no segundo ínstar (54% de germinação), e *C. fumosorosea* no terceiro ínstar (45%). O quarto ínstar apresenta baixa susceptibilidade para esses patógenos, e a germinação dos esporos sobre a cutícula no quarto ínstar é muito baixa para *B. bassiana* (7%) e intermediária para *C. fumosorosea* (33%) (James *et al.*, 2003).

A espécie *L. lecanii* apresenta uma alta patogenicidade para todos os estágios de desenvolvimento de *B. tabaci*, no entanto, o segundo ínstar é o mais susceptível a infecção. A patogenicidade deste fungo envolve a adesão dos esporos na cutícula do inseto, germinação, penetração, colonização e a morte do hospedeiro. Além disso, foi comprovado que *L. lecanii* apresenta a capacidade de produzir metabólitos secundários com propriedade inseticida durante a colonização (Wang *et al.*, 2007; Perring *et al.*, 2018).

*B. tabaci* pode ser controlado por diversos meses com apenas uma aplicação de *L. lecanii* se a temperatura permanecer entre 15-25° C e a umidade for maior que 90% por ao menos 10 h/dia. Além disso, *L. lecanii* pode matar de 80-97% das ninfas, e subsequente emergência de adultos das ninfas que sobreviveram (Perring *et al.*, 2018).

Em condições normais, a infecção é observada com 7-10 dias após a aplicação, contudo, muitas moscas-brancas não demonstram a coloração típica de morte pelo fungo, exceto em condições de alta umidade que permitem a esporulação (Perring *et al.*, 2018).



Entomopatógenos são de fácil aplicação, necessitando de uma boa cobertura na face abaxial da folha, devido este o local de ocorrência das ninfas. Esses fungos não apresentam riscos para a saúde humana e muitos estudos tem demonstrado que são relativamente inócuos para outros inimigos naturais (Goettel *et al.*, 2001; Vestergaard *et al.*, 2003; Zimmerman, 2008).

O fungo *C. fumosorosea* é compatível com *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) e *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae). Contudo, *L. lecanii* é patogênico para *Encarsia* quando aplicado diretamente (Perring *et al.*, 2018).

O registro de entomopatógenos é facilitado no Brasil e nos EUA, no entanto, não é na Europa, onde, é necessário a comprovação da eficiência. Esses fungos são compatíveis com vários inseticidas e a resistência a esses micopesticidas ainda não foi reportado a campo, contudo, os fungos são lentos no controle quando comparados com inseticidas, e incompatíveis com muitos fungicidas (Inglis *et al.*, 2001; Faria & Wraight 2001; Vidal *et al.*, 2003). Segundo Azevedo (2005), bioinseticidas à base de fungos entomopatogênicos são mais eficientes para o controle de ninfas de *B. tabaci*, e apresenta baixa taxa de mortalidade em adultos.

Esses resultados podem haver associação com a baixa mobilidade da fase ninfal quando comparado com adultos, o que favorece a colonização dos entomopatogênicos sobre *B. tabaci* em instares ninfais (Gondim, 2021).

#### 4. Considerações Finais

Diante das informações apresentadas, é possível observar que o controle de *B. tabaci* por meio de fungos entomopatogênicos, é uma ferramenta importantíssima dentro do Manejo Integrado de Pragas. No entanto, deve ser respeitado os fatores limitantes para o seu uso, como alta umidade relativa do ar, bem como o uso preferível no momento mais sensível da mosca-branca (período ninfal).

Além disso, a educação de agentes extensionista e produtores para o reconhecimento de inimigos naturais é de suma importância, bem como a elucidação de dúvidas a respeito destes organismos de controle. Saber utilizar esses produtos biológicos de forma sinérgica com adjuvantes específicos tem gerado bons resultados, além de estabelecer uma maior adesão do produto com os insetos, proporcionando melhor permeabilidade para os conídios, protegendo de intempéries climáticas, contudo, o uso de entomopatógenos associados a outros defensivos agrícolas, bem como o entendimento sobre a utilização em regiões com grande oscilação de temperatura e umidade relativa do ar, é pouco conhecido, portanto, estudo nesse sentido é de fundamental importância para estudos futuros envolvendo entomopatógenos no controle de *B. tabaci*.

#### Referências

- Abd-Rabou, S., & Simmons, A. M. (2010). Survey of reproductive host plants of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Egypt, including new host records. *Entomological news*, 121(5), 456-465.
- Azevedo, F. R. de, Guimarães, J. A., Braga Sobrinho, R., & Lima, M. A. A. (2005). Eficiência De Produtos Naturais Para O Controle De *Bemisia Tabaci* Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) Em Meloeiro. *Arquivos do Instituto Biológico*, 72(1), 73-79. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v72p0732005>
- Bethke, J. A., Paine, T. D., & Nuessly, G. S. (1991). Comparative biology, morphometrics, and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. *Annals of the Entomological Society of America*, 84(4), 407-411.
- Biológico, S., & Paulo. (2006). (pp. 487-489). [http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/suplementos/v68\\_supl/p487-489.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/suplementos/v68_supl/p487-489.pdf)
- Boykin, L. M. (2014). *Bemisia tabaci* nomenclature: lessons learned. *Pest management science*, 70(10), 1454-1459.
- Butler Jr, G. D., Henneberry, T. J., & Clayton, T. E. (1983). *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): development, Oviposition, and longevity in relation to temperature. *Annals of the Entomological Society of America*, 76(2), 310-313.
- CABI, 2020 Center for Agriculture and Biosciences International, Invasive Species Compendium. *Bemisia tabaci* (tobacco whitefly). <http://www.cabi.org/isc/datasheet/8927>.
- Candido, G. F. O. (2000). Virulence of the entomopathogenic fungus *Paecilomyces amoenoroseus* (Hennings) Samson toward the whitefly *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring. Ph.D. Tese. University of California, USA.

- Carruthers, R. I., Wraight, S. P., & Jones, W. A. (1993). An overview of biological control of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*. In: *Proceedings of the Beltwide Cotton Conference*, 2, 680–685.
- Castineiras, A. (1995). Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in Cuba. *Florida Entomologist*, 538-538.
- Cock, M. J. W. (1993). *Bemisia tabaci* an UPDATE 1986-1992: on the cotton whitefly with an annotated bibliography (No. C059. 022). CAB International.
- Coudriet, D. L., Prabhaker, N., Kishaba, A. N., & Meyerdirk, D. E. (1985). Variation in developmental rate on different hosts and overwintering of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, 14(4), 516-519.
- Curnutte, L. B., Simmons, A. M., & Abd-Rabou, S. (2014). Climate change and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae): impacts of temperature and carbon dioxide on life history. *Annals of the Entomological Society of America*, 107(5), 933-943.
- Cuthbertson, A. G., Blackburn, L. F., Eyre, D. P., Cannon, R. J., Miller, J., & Northing, P. (2011). *Bemisia tabaci*: The current situation in the UK and the prospect of developing strategies for eradication using entomopathogens. *Insect Science*, 18(1), 1-10.
- Cuthbertson, A. G., & Vänninen, I. (2015). The importance of maintaining protected zone status against *Bemisia tabaci*. *Insects*, 6(2), 432-441.
- Dinsdale, A., Cook, L., Riginos, C., Buckley, Y. M., & De Barro, P. (2010). Refined global analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae) mitochondrial cytochrome oxidase 1 to identify species level genetic boundaries. *Annals of the Entomological Society of America*, 103(2), 196-208.
- Esashika, D. A. S., Michereff-Filho, M., Bastos, C. S., Inoue-Nagata, A. K., Dias, A. M., & Ribeiro, M. G. P. M. (2016). Suscetibilidade de adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B a inseticidas. *Horticultura Brasileira*, 34(2), 189-195.
- Eyal, J., Mabud, M. A., Fischbein, K. L., Walter, J. F., Osborne, L. S., & Landa, Z. (1994). Assessment of *Beauveria bassiana* Nov. EO-1 strain, which produces a red pigment for microbial control. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 44(1), 65-80.
- Faria, M., & Wraight, S. P. (2001). Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. *Crop protection*, 20(9), 767-778.
- Forza, C. (2002). Survey research in operations management: a process-based perspective. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 152–194.
- França, F. H., Boas, G. L. V., & Branco, M. C. (1996). Ocorrência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) no Distrito Federal. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, 25, 369-72.
- Garrido-Jurado, I., Resquín-Romero, G., Amarilla, S. P., Ríos-Moreno, A., Carrasco, L., & Quesada-Moraga, E. (2017). Transient endophytic colonization of melon plants by entomopathogenic fungi after foliar application for the control of *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae). *Journal of Pest Science*, 90(1), 319-330.
- Ghahari, H., Abd-Rabou, S., Zahradnik, J., & Ostovan, H. (2013). Annotated catalogue of whiteflies (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) from Arasbaran, Northwestern Iran. *Journal of Entomology and Nematology*, 1(1), 007-018.
- Ghosh, S., Kanakala, S., Lebedev, G., Kontsedalov, S., Silverman, D., Alon, T., & Mawassi, M. (2019). Transmission of a new polerovirus infecting pepper by the whitefly *Bemisia tabaci*. *Journal of virology*, 93(15), e00488-19.
- Gill, R. J. (1990). The morphology of whiteflies. In: *Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management*. (pp. 13-46). Andover: Intercept.
- Gondim, R. da S. (2021). Fungo Entomopatogênico *Cordyceps fumosorosea* NO Controle De *Bemisia tabaci* Em Feijoeiro Comum. *Repositorio.ifgoiano.edu.br*. <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2056>
- Goettel, M. S., Hajek, A. E., Siegel, J. P., & Evans, H. C. (2001). Safety of Fungal Biocontrol Agents. In: *Fungi as biocontrol agents* (pp. 347–376). Wallingford: CABI.
- Guo, J. Y., Cong, L., Zhou, Z. S., & Wan, F. H. (2012). Multi-generation life tables of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) under high-temperature stress. *Environmental entomology*, 41(6), 1672-1679.
- Hai-lin, Y. A. N. G., Xiang-yong, L. I., Li-meng, Z. H. A. N. G., Yan-qiong, Y. I. N., Xue-qing, Z. H. A. O., & Ai-dong, C. H. E. N. (2014). Optimization for *Bemisia tabaci* egg development conditions using orthogonal design. *Journal of Southern Agriculture*, 45(11).
- Inglis, G. D., Goettel, M. S., Butt, T. M., & Strasser, H. (2001). Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. In: *Fungi as biocontrol agents* (pp. 23-69). Wallingford: CABI.
- James, R. R., Buckner, J. S., & Freeman, T. P. (2003). Cuticular lipids and silverleaf whitefly stage affect conidial germination of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 84(2), 67-74.
- Kakimoto, K., Inoue, H., Yamaguchi, T., Ueda, S., Honda, K. I., & Yano, E. (2007). Host plant effect on development and reproduction of *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (*B. tabaci* [Gennadius] B-biotype) (Homoptera: Aleyrodidae). *Applied entomology and zoology*, 42(1), 63-70.
- Lacey, L. A., Kirk, A. A., & Hennessey, R. D. (1993). Foreign exploration for natural enemies of *Bemisia tabaci* and implementation in integrated control programs in the United States. In: *Proceedings, Third International Conference on Pests in Agriculture*. 351–360.
- Lacey, L. A., Fransen, J. J., & Carruthers, R. (1996). Global distribution of naturally occurring fungi of *Bemisia*, their biologies and use as biological control agents. In: *Bemisia 1995- Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management* (pp. 401–433). Andover: Intercept.

- Lacey, L. A., Kirk, A. A., Millar, L., Mercadier, G., & Vidal, C. (1999). Ovicidal and larvicidal activity of conidia and blastospores of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) against *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) with a description of a bioassay system allowing prolonged survival of control insects. *Biocontrol Science and Technology*, 9(1), 9-18.
- Fransen, J. J., 1990. Natural enemies of whiteflies: fungi. In: *Whiteflies, their Bionomics, Pest Status and Management*. (pp. 187–210). Andover: Intercept.
- Lima, C. H., Sarmiento, R. A., Pereira, P. S., Galdino, T. V., Santos, F. A., Silva, J., & Picanço, M. C. (2017). Feasible sampling plan for *Bemisia tabaci* control decision-making in watermelon fields. *Pest management science*, 73(11), 2345-2352.
- Lima, C. H., Sarmiento, R. A., Galdino, T. V., Pereira, P. S., Silva, J., Souza, D. J., & Picanço, M. C. (2018). Spatiotemporal dynamics of whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in commercial watermelon crops. *Journal of economic entomology*, 111(4), 1895-1903.
- López, V., Vos, J., Polar, P., & Krauss, U. Discovery learning about sustainable management of whitefly pests and whitefly-borne viruses. *International Centre for Tropical Agriculture (CIAT)*, 1(1), 12-37.
- Lorenzo, M. E., Grille, G., Basso, C., & Bonato, O. (2016). Host preferences and biotic potential of *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in tomato and pepper. *Arthropod-Plant Interactions*, 10(4), 293-301.
- Lourenção, A. L., & Nagai, H. (1994). Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. *Bragantia*, 53(1), 53-59.
- Maranhão, E. A. D. A., Maranhão, E. H. D. A., & de Oliveira, N. Eficácia de fungos entomopatógenos contra *Bemisia tabaci* biótipo B em cultivo de tomate sob condições de telado. *Horticultura Brasileira*, 29(2), S544-S551.
- Macías, A. F., Díaz, M. P., Ramos-López, M. A., Navarro, S. R., Espinosa, G. R., & Ruiz, D. J. (2013). Estudio del hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea* como control microbiológico de la mosquita blanca *Bemisia tabaci*. *Interciencia*, 38(7), 523-527.
- McKenzie, C. L., Kumar, V., Palmer, C. L., Oetting, R. D., & Osborne, L. S. (2014). Chemical class rotations for control of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on poinsettia and their effect on cryptic species population composition. *Pest management science*, 70(10), 1573-1587.
- Meade, D. L., & Byrne, D. N. (1991). The use of *Verticillium lecanii* against subimaginal instars of *Bemisia tabaci*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 57(2), 296-298.
- Nava-Camberos, U., Riley, D. G., & Harris, M. K. (2001). Temperature and host plant effects on development, survival, and fecundity of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, 30(1), 55-63.
- Navas-Castillo, J., Fiallo-Olivé, E., & Sánchez-Campos, S. (2011). Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annual review of phytopathology*, 49, 219-248.
- Naranjo, S. E., Castle, S. J., De Barro, P. J., & Liu, S. S. (2010). Population dynamics, demography, dispersal and spread of *Bemisia tabaci*. In *Bemisia: Bionomics and management of a global pest* (pp. 185-226). Dordrecht: Springer.
- Negasi, A., Parker, B. L., & Brownbridge, M. (1998). Screening and bioassay of entomopathogenic fungi for the control of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *International Journal of Tropical Insect Science*, 18(1), 37-44.
- Perring, T. M., Cooper, A., & Kazmer, D. J. (1992). Identification of the poinsettia strain of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on broccoli by electrophoresis. *Journal of Economic Entomology*, 85(4), 1278-1284.
- Perring, T. M., Cooper, A. D., Rodriguez, R. J., Farrar, C. A., & Bellows, T. S. (1993). Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science*, 259(5091), 74-77.
- Perring, T. M., Stansly, P. A., Liu, T. X., Smith, H. A., & Andreason, S. A. (2018). Whiteflies: biology, ecology, and management. In: *Sustainable Management of Arthropod Pests of Tomato* (pp. 73-110). Cambridge: Academic Press.
- Potrich, M., Neves, P. M. O. J., Alves, L. F. A., Pizzatto, M., Silva, E. R. L., Luckmann, D., & Roman, J. C. (2011). Virulence of entomopathogenic fungi against nymphs of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Semina: Ciências Agrárias*, 32(4Sup1), 1783-1792.
- Ramos, E. Q., Alves, S. B., Tanzini, M. R., & Lopez, R. B. (2000). *Susceptibilidad de Bemisia tabaci a Beauveria bassiana en condiciones de laboratorio*. CATIE, Turrialba (Costa Rica).
- Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 11(1), 83-89.
- Silva, A. G. D., Boiça Junior, A. L., Farias, P. R. S., & Barbosa, J. C. (2011a). Infestação da mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) em pomares de citros, em sistemas de plantio convencional e agroflorestal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 53-60.
- Silva, A. G., Junior, A. L. B., Farias, P. R. S., Rodrigues, N. E. L., Monteiro, B. S., & Santos, N. A. (2011b). Influência de fatores abióticos na infestação de mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) em plantio de citros em sistema agroflorestal no estado do Pará. *EntomoBrasilis*, 4(1), 01-06.
- Silva, A. G., Junior, A. L. B., Farias, P. R. S., de Souza, B. H. S., Rodrigues, N. E. L., & de Jesus, F. G. (2014). Dinâmica populacional de mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro. *EntomoBrasilis*, 7(1), 05-11.
- Silva, A. G., Junior, A. L. B., de Souza, B. H. S., Costa, E. N., da Silva Hoelherth, J., Almeida, A. M., & dos Santos, L. B. (2017). Mosca-Branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro: Características gerais, bioecologia e métodos de controle. *EntomoBrasilis*, 10(1), 01-08.
- Souza, G., L. (2022). *Ação de bioinseticidas formulados a partir de fungos entomopatogênicos sobre diferentes fases de desenvolvimento de Brevicoryne brassicae (Linnaeus) e biologia comparada com Lipaphis pseudobrassicae (Davis) (Hemiptera: Aphididae)*. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/235162>

- Stansly, P. A., & Natwick, E. T. (2009). Integrated systems for managing *Bemisia tabaci* in protected and open field agriculture. In *Bemisia: Bionomics and management of a global pest* (pp. 467-497). Dordrecht: Springer.
- Stansly, P. A., & Naranjo, S. E. (2010). *Bemisia: bionomics and management of a global pest*. Berlin: Springer Science & Business Media.
- Vestergaard, S., Cherry, A., Keller, S., & Goettel, M. (2003). Safety of hyphomycete fungi as microbial control agents. In *Environmental impacts of microbial insecticides* (pp. 35-62). Dordrecht: Springer.
- Vicentini, S., Faria, M., & de Oliveira, M. R. (2001). Screening of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) isolates against nymphs of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) with description of a new bioassay method. *Neotropical Entomology*, 30(1), 97-103.
- Vidal, C., Fargues, J., Rougier, M., & Smits, N. (2003). Effect of air humidity on the infection potential of hyphomycetous fungi as mycoinsecticides for *Trialeurodes vaporariorum*. *Biocontrol Science and Technology*, 13(2), 183-198.
- Villas Bôas, G. L., França, F. H., De Ávila, A. C., & Bezerra, I. C. (1997). Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. *EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças*.
- Walker, G. P., Perring, T. M., & Freeman, T. P. (2010). Life history, functional anatomy, feeding and mating behavior. In *Bemisia: Bionomics and management of a global pest* (pp. 109-160). Dordrecht: Springer.
- Wang, L., Huang, J., You, M., Guan, X., & Liu, B. (2007). Toxicity and feeding deterrence of crude toxin extracts of *Lecanicillium (Verticillium) lecanii* (Hyphomycetes) against sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 63(4), 381-387.
- Wraight, S. P., Carruthers, R., Bradley, C. A., Jaronski, S. T., Lacey, L. A., Wood, P., & Galaini-Wraight, S. (1998). Pathogenicity of the Entomopathogenic Fungi *Paecilomyces* spp. And *Beauveria bassiana* against the Silverleaf Whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 71(3), 217-226.
- Wraight, S. P., & Carruthers, R. I. (1999). Production, delivery, and use of mycoinsecticides for control of insect pests on field crops. In *Biopesticides: use and Delivery* (pp. 233-269). Totowa: Humana Press.
- Wraight, S. P., Carruthers, R. I., Jaronski, S. T., Bradley, C. A., Garza, C. J., & Galaini-Wraight, S. (2000). Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biological control*, 17(3), 203-217.
- Yang, T. C., & Chi, H. (2006). Life tables and development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) at different temperatures. *Journal of Economic Entomology*, 99(3), 691-698.
- Zaidi, S. S. E. A., Briddon, R. W., & Mansoor, S. (2017). Engineering dual begomovirus-*Bemisia tabaci* resistance in plants. *Trends in plant science*, 22(1), 6-8.
- Zimmermann, G. (2008). The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol science and technology*, 18(9), 865-901.