

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE AGRONOMIA

DARLIN HENRIQUE RAMOS DE OLIVEIRA

**PATOGENICIDADE E VIRULÊNCIA DE *Beauveria bassiana* E
Metarhizium anisopliae A *Euschistus heros* (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2017

DARLIN HENRIQUE RAMOS DE OLIVEIRA

**PATOGENICIDADE E VIRULÊNCIA DE *Beauveria bassiana* E
Metarhizium anisopliae A *Euschistus heros* (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de “Engenheiro Agrônomo”.

Orientador: Prof. Dr. Everton Ricardi Lozano

DOIS VIZINHOS

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

PATOGENICIDADE E VIRULÊNCIA DE *Beauveria bassiana* E *Metarhizium anisopliae* A *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

DARLIN HENRIQUE RAMOS DE OLIVEIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 09/06/2017 como requisito parcial para a obtenção do título de “Engenheiro Agrônomo”. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Everton Ricardi Lozano
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- UTFPR-DV
(Orientador)

Prof^a. Dra. Angélica Signor Mendes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná-
UTFPR-DV
(Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso)

Prof. Dr. Alfredo Gouvea
Universidade Tecnológica Federal do Paraná-
UTFPR-DV
(Membro titular)

Prof. Dr. Lucas Domingues
Coordenador do Curso
UTFPR – Dois Vizinhos

Prof^a. Dr^a. Michele Potrich
Universidade Tecnológica Federal do Paraná-
UTFPR-DV
(Membro titular)

“O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar com mais inteligência”.

(Henry Ford)

RESUMO

OLIVEIRA, D. H. R. **PATOGENICIDADE E VIRULÊNCIA DE *Beauveria bassiana* E *Metarhizium anisopliae* A *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**. 48 p. Trabalho de conclusão de curso II (Engenheiro Agrônomo). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

A cultura da soja, *Glycine max* (L) Merrill (Fabaceae), apresenta importância econômica e social no setor agrícola, com destaque para sua participação na alimentação humana e animal. *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), popularmente conhecido como percevejo-marrom da soja é, atualmente, praga-chave na cultura, devido aos danos provocados nas vagens e grãos, reduzindo a produtividade e, conseqüentemente, a qualidade (vigor e germinação) das sementes. Com a ascensão da produção e consumo de alimentos orgânicos, em especial a soja orgânica, torna-se necessário a busca por alternativas de controle que possam ser eficientes e ao mesmo tempo pouco danosas ao ambiente. O controle biológico com fungos entomopatogênicos pode ser uma estratégia viável devido ao amplo espectro de ação do patógeno. Produtos à base de fungos entomopatogênicos são utilizados e registrados para o controle de diversas espécies de insetos-praga, inclusive para hemípteros, porém, o conhecimento dos efeitos desses fungos sobre *E. heros* são limitados e não há produtos à base de fungos registrados para a referida praga. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a patogenicidade e virulência de diferentes dosagens de produtos comerciais à base de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* sobre *E. heros*, em condições de laboratório. Para tal, os produtos foram obtidos em loja de insumos agrícolas e preparadas suspensões nas dosagens de 500 g ha⁻¹, 1000 g ha⁻¹, 2000 g ha⁻¹ e 4000 g ha⁻¹, nas concentrações de 1,0x10⁸ e 1,39x10⁸ conídios g⁻¹, respectivamente para *B. bassiana* e *M. anisopliae*. Os produtos, nas diferentes dosagens foram aplicados em 1) Ovos com 24 horas, 2) ninfas de terceiro ínstar e 3) adultos de *E. heros*. Cada tratamento (dosagem) contou com quatro repetições de 20 ovos cada (1) e/ou 15 insetos (2 e 3). A aplicação dos fungos foi realizada via imersão em 1 mL para (1) e de 2 mL das suspensões para (2 e 3), em recipiente com capacidade volumétrica de 50 mL. As testemunhas foram constituídas por tratamento sem aplicação e com aplicação de água destilada + Tween 80[®] (0,01%). As placas foram acondicionadas em câmara climatizada à temperatura de 27±2°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas. A avaliação foi realizada diariamente, durante 10 dias, quantificando-se a eclosão diária (1) e a mortalidade diária das ninfas (2 e 3). Não verificou efeito ovicida dos bioinseticidas sobre *E. heros* em condições de laboratório. Os tratamentos constituídos dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* apresentaram patogenicidade e virulência sobre ninfas de *E. heros*, sendo o bioinseticida a base de *B. bassiana* na dosagem de 4000 g ha⁻¹ (95%) o tratamento que apresentou a maior virulência. Para adultos de *E. heros*, todos os tratamentos utilizando-se dos bioinseticidas a base de fungos entomopatogênicos (*B. bassiana* e *M. anisopliae*) apresentaram efeito de patogenicidade e virulência em condições de laboratório. Visando a necessidade do desenvolvimento de novas alternativas para o controle de pragas em sistemas agroecológicos de produção, demais estudos e o desenvolvimento de trabalhos futuros a campo se fazem necessários.

Palavras-chave: Fungos entomopatogênicos, percevejo-marrom da soja, controle biológico.

ABSTRACT

OLIVEIRA, D. H. R. **PATHOGENICITY AND VIRULENCE OF *Beauveria bassiana* AND *Metarhizium anisopliae* TO *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE).**

48 p. Completion of course work II (Agronomist Engineer). Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Soybean yield, *Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae), plays a strategic role in economic and social development towards agriculture, especially as a resource of protein for human and animal diet. *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), commonly known as neotropical brown stink bug is a major pest of soybean due to damage to pods and grains, reducing yields and consequently the quality (vigor and germination) of the seeds. With the rise of production and consumption of organic foods, especially organic soy, requires alternatives methods of control that can be efficient and at the same time not harmful to the environment. Biological control with entomopathogenic fungi might be a profitable strategy due to the broad spectrum of action of the pathogen. Entomopathogenic fungi products are used to control several species of insect pests, including hemiptera, however, the effects of these fungi on *E. heros* are limited. The aim of this work was to evaluate the pathogenicity and virulence of different concentrations of commercial products based on *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* on *E. heros* under laboratory conditions. For this, the products were obtained from an agricultural supply store and prepared suspensions at the dosages of 500 g ha⁻¹, 1000 g ha⁻¹, 2000 g ha⁻¹ e 4000 g ha⁻¹, at concentrations of 1,0x10⁸ and 1,39x10⁸ conidia g⁻¹, respectively for *B. bassiana* and *M. anisopliae*. The products in the different dosages were applied in 1) 24 hour eggs, 2) third instar nymphs and 3) *E. heros* adults. Each treatment (dosage) had four replicates of 20 eggs each (1) and / or 15 insects (2 and 3). The fungi were applied by immersion in 1 mL for (1) and 2 mL of the suspensions for (2 and 3), in a 50 mL volumetric vessel. The control samples were treated without application and with distilled water + Tween 80[®] (0.01%). The plates were conditioned in a climatic chamber at a temperature of 27 ± 2°C, relative humidity of 70 ± 10% and photophase of 12 hours. The evaluation was performed daily for 10 days, quantifying daily hatching (1) and daily mortality (2 and 3). There was no ovicidal effect of the bioinsecticides on *E. heros* under laboratory conditions. The treatments consisting of fungi *B. bassiana* and *M. anisopliae* presented pathogenicity and virulence on *E. heros* nymphs, with *B. bassiana* being the bioinsecticide at the dosage of 4000 g ha⁻¹ (95%) the treatment that presented the greater virulence. For *E. heros* adults, all treatments using the entomopathogenic fungi (*B. bassiana* and *M. anisopliae*) bioinsecticides showed pathogenicity and virulence effects under laboratory conditions. The other treatments did not present significant results. Aiming at the need to develop new alternatives for pest control in agroecological systems of production, other studies and the development of future fieldwork are necessary.

Key-words: Entomopathogenic fungi, Neotropical brown stink bug, biological control.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 CULTURA DA SOJA.....	11
2.1.1 Origem, Histórico e Panorama Nacional	11
2.1.2 A Soja em Sistemas Alternativos de Produção.....	13
2.1.3 Principais Pragas no Sistema Orgânico de Produção	17
2.2 PERCEVEJO-MARROM DA SOJA, <i>Euschistus heros</i> (FABRICIUS, 1798).....	18
2.2.1 Origem e Descrição da Praga	18
2.2.2 Ciclo de Desenvolvimento.....	19
2.2.3 Prejuízos, Danos e Estratégia de Sobrevivência.....	21
2.3 CONTROLE BIOLÓGICO DE INSETOS-PRAGA	22
2.3.1 Controle Biológico com Fungos Entomopatogênicos	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 CRIAÇÃO DE <i>Euschistus heros</i> EM LABORATÓRIO.....	28
3.2 AVALIAÇÃO DA PATOGENICIDADE E VIRUIÊNCIA DE BIOINSETICIDAS COMERCIAIS a BASE DE <i>B. bassiana</i> E <i>M. anisoplie</i> SOBRE <i>E. heros</i>	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja *Glycine max* (L) Merrill (Fabaceae) figura dentre as principais oleaginosas utilizadas para a alimentação. O sucesso de seu uso está atribuído ao elevado valor proteico, garantindo qualidade nutricional ao farelo de soja destinado a alimentação animal e também ao valor energético do grão, possibilitando a industrialização de óleo comestível, frequentemente utilizado na alimentação humana (FREITAS, 2011).

Trata-se de uma *commodity* de alta demanda, de forma que sua produção atinge recordes de produtividade a cada ano. Na safra 2014/2015 a cultura da soja, em nível mundial, ocupou 118,135 milhões de hectares área plantada, atingindo produção de 317,253 milhões de toneladas (USDA, 2016). Para este ano de 2017 as projeções indicam aumento na produção total, estimada em 320,05 milhões de toneladas (USDA, 2017). No Brasil, nas últimas três décadas, a soja foi a cultura de interesse agrícola com maior crescimento registrado, representando 49% da área total plantada em grãos (MAPA, 2015).

Diversos fatores (bióticos e abióticos) podem interferir sobre o máximo potencial produtivo da soja, desencadeando quebras de produção irreversíveis e, conseqüentemente, prejuízos financeiros aos produtores. Com relação aos fatores bióticos, as pragas possuem importante destaque, pois figuram durante todo o ciclo da cultura. Em determinados momentos, através de surtos populacionais, podem vir a acometer o sucesso no crescimento e desenvolvimento de partes vegetativas e reprodutivas das plantas.

Tratando-se de insetos-praga, os percevejos fitófagos são considerados como as principais pragas da soja (GODOY; ÁVILA; ARCE, 2007). Os danos geralmente são irreversíveis, pois os percevejos atacam diretamente aos grãos, reduzindo a qualidade e também a produtividade. O ataque se dá desde a formação da vagem, tornando os grãos pequenos, chochos, enrugados, causando injúrias (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000) e inviabilizando a formação e desenvolvimento do embrião contido na semente.

A família Pentatomidae é considerada a principal família de percevejos sugadores, destacando-se o percevejo-marrom da soja *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) como a espécie mais abundante no país, tendo a soja como sua principal hospedeira (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

Nos sistemas convencionais de cultivo da cultura da soja, a principal ferramenta para o controle dos percevejos fitófagos são os inseticidas sintéticos. Já nos sistemas alternativos produção, os parasitoides de ovos constituem importante estratégia no controle destes percevejos. O uso de pequenos himenópteros, em especial à espécie *Telenomus podisi* (Ashmed) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de ovos de *E. heros*, pode garantir naturalmente durante a safra, índices de parasitismo em ovos que variam de 30 a 70% (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

Outro método alternativo que vêm sendo pesquisado é o uso de extratos vegetais no controle de pragas. Plantas como *Annona coriacea* (Mart.) e *Annona crassiflora* (Mart.) (Magnoliales: Annonaceae) podem apresentar para *E. heros* eficiência de controle entre 16% e 26% respectivamente. A utilização de extratos vegetais é promissora para o controle de pragas em nível de campo (SILVA; PEREIRA; TURCHEN, 2013).

Os fungos entomopatogênicos são importantes e promissores agentes de controle, pois possuem amplo espectro de ação sobre o inseto alvo, podendo infectar suas diferentes fases de desenvolvimento, como: ovos, ninfas, larvas, pupas e adultos (ALVES, 1998). Além disso, outra vantagem do modo de ação dos fungos entomopatogênicos é de não precisar existir a ingestão direta dos patógenos, sendo possível a infecção do inseto através do contato físico (ERTHAL JUNIOR, 2011).

Com relação ao controle microbiano de percevejos fitófagos destaca-se a ação dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. Porém, naturalmente na cultura da soja, a incidência destes fungos é extremamente baixa (cerca de 0,5% de ocorrência natural) (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

Com o intuito de aumentar a incidência de fungos entomopatogênicos na cultura de interesse, a aplicação de *B. bassiana* e *M. anisopliae*, na forma de inseticidas biológicos comerciais, garante maior probabilidade de sucesso no controle de pragas (GALLO, 2002). Bioinseticidas a base de *B. bassiana* e a base de *M. anisopliae*, estão dentre os produtos comerciais mais utilizados em programas de controle de pragas agrícolas. Apesar da recomendação destes bioinseticidas no controle de diferentes insetos-praga que ocorrem em diversas culturas, não há registro destes para o controle de *E. heros*. O que se observa atualmente em alguns sistemas alternativos de produção é a utilização arbitrária (sem informações de efeito e eficiência) de produtos à base destes fungos, no intuito de controlar populações de *E. heros*.

Informações da patogenicidade e virulência de fungos entomopatogênicos sobre percevejos fitófagos da soja são escassos na literatura. Além do mais, tais informações são cotidianamente demandadas por agricultores que trabalham com agricultura orgânica e também por produtores convencionais que percebem a redução contínua de eficiência dos inseticidas sintéticos ao longo dos anos e buscam novas alternativas de controle. Sabendo-se da importância dos fungos entomopatogênicos (bioinseticidas) no controle de insetos-praga e conhecendo-se a representatividade de dano do percevejo-marrom na cultura da soja, estudos relacionados ao assunto podem contribuir como ferramenta adicional no controle de *E. heros*, bem como na fomentação de informações científicas para técnicos e agricultores.

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a patogenicidade e virulência de diferentes dosagens de bioinseticidas comerciais à base de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* sobre ovos, ninfas e adultos de *E. heros*, em condições de laboratório.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DA SOJA

2.1.1 Origem, Histórico e Panorama Nacional

A soja, *Glycine max* (L) Merrill (Fabaceae), é uma dicotiledônea, herbácea (45-120 cm de altura), de ciclo anual (90-150 dias), de porte ereto, podendo possuir crescimento determinado, semi-determinado ou indeterminado (IAC, 2014). Seu centro de origem situa-se ao entorno da costa leste da Ásia, ao longo do Rio Yangtese, na China. As plantas ancestrais apresentavam estruturas rasteiras, muitas vezes utilizadas para a alimentação de animais. Acredita-se que as cultivares atuais surgiram a partir do cruzamento natural entre duas espécies selvagens (EMBRAPA, 2016).

A importância da soja está ligada à alimentação humana e animal. O farelo de soja, com teor proteico entre 44% a 48%, é amplamente utilizado como suplemento alimentar na criação de gado, peixes, aves domésticas e suínos. Além disso, produtos como a torta, o óleo de soja e a farinha de soja (49% de proteína) são amplamente utilizados na indústria para a fabricação de margarinas, maioneses, óleos de cozinha, produção de cereais, pães, biscoitos, massas, como proteínas substitutas da carne e também como matéria-prima para fabricação de biodiesel (MISSÃO, 2006).

Para Freitas (2011), o primeiro relato desta espécie no Brasil foi no século XIX, mais especificadamente no ano de 1882, no estado da Bahia, através de cultivos experimentais. Porém seu marco inicial deu-se no ano de 1901, quando se iniciou o cultivo e distribuição de sementes para produtores paulistas. Posteriormente, em 1914, a soja passou a ser cultivada em demais regiões do país (APROSOJA, 2014).

Na segunda metade da década de 1960, os produtores de trigo, principal cultura da época na região Sul, passaram a perceber na soja uma alternativa de safra de verão em sucessão a cultura do trigo. Neste mesmo período, o Brasil passava a demandar maior

quantidade de farelo de soja, devido aos incentivos para a produção de suínos e aves que ocorriam simultaneamente (EMBRAPA, 2016).

No final dos anos 1970 o cultivo da soja foi impulsionado, principalmente no estado do Paraná, devido à quebra de safra da China e dos Estados Unidos da América. Atrelado a esta fase, muitos produtores de café, abalados pela ocorrência da geada negra (1975), migraram suas produções para a cultura da soja (MISSÃO, 2006).

Na safra de 1985/86 a produtividade média da soja nas lavouras era de 1.369 Kg ha⁻¹ (FREITAS, 2011). Segundo Freitas (2011), durante os últimos anos a cultura da soja apresentou grandes avanços no Brasil, fato este que não se restringe apenas ao aumento da área cultivada, mas também pela aplicação de tecnologias de manejo que permitiram o incremento da produtividade, caracterizando-a como uma das principais *commodities* do Brasil. Atualmente a produtividade referência da soja, em condições normais, varia entre 2.700 a 4.000 Kg ha⁻¹ (IAC, 2014).

Segundo dados da CONAB (2015), a safra 2014/2015, contou com 31,573 milhões de hectares plantados e produção recorde de 96,25 milhões de toneladas, incremento de 11,8% comparado a safra anterior. Já para a safra 2016/2017 totalizou-se em área plantada, cerca de 33.176 milhões de hectares e aproximadamente 96,90 milhões de toneladas produzidas, proporcionando incremento de 0,6% quando comparado a safra anterior (CONAB, 2017)

A Região Centro-Oeste é a maior produtora da oleaginosa do país. Na safra 2016/17 a produção ultrapassou os 50,14 milhões de toneladas. O Estado de Mato Grosso é o maior produtor nacional da soja, com produção superior a 30,5 milhões de toneladas na safra 2016/2017. Segundo dados da CONAB, em seu oitavo levantamento e acompanhamento da safra brasileira de grãos (Maio/2017), estima-se um incremento de 17,2% na produção da soja no estado de Mato Grosso, do que quando comparado à safra anterior (CONAB, 2017).

Na região Sul, segunda maior produtora de soja do país, destaca-se o Estado do Paraná atingindo na safra 2016/2017, produção de 19,5 milhões de toneladas. Este resultado está atrelado à regularidade de chuvas neste período, associado ao uso de pacotes tecnológicos por parte dos produtores, fatores que alavancaram a produtividade média de 3.090 Kg ha⁻¹ para 3.714 Kg ha⁻¹ no decorrer da última safra (CONAB, 2017).

2.1.2 A Soja em Sistemas Alternativos de Produção

Paralelamente a expansão do cultivo em sistemas convencionais, há também o cultivo da soja em sistemas alternativos de produção. Esta prática visa garantir a produção, restabelecendo a harmonia e o equilíbrio natural do meio ambiente.

O sistema alternativo de produção elenca como referência a não dependência de insumos externos, o uso racional de tecnologias que respeitam os princípios ecológicos e que, conseqüentemente, promovam a conservação da biodiversidade (SANTOS et al., 2013).

Segundo Campanhola e Valarini (2001), os sistemas alternativos de produção podem ser classificados em: 1) agricultura biodinâmica, 2) agricultura natural, 3) agricultura biológica, 4) agricultura orgânica e a 5) permacultura.

Todos os sistemas apresentam como fundamento a reciclagem dos recursos naturais, a compostagem e formação de húmus no solo, a correção do solo e da acidez através do uso de calcário dolomítico ou calcítico, uso de cobertura vegetal morta sobre o solo, uso de biofertilizantes, rotação e consorciação de cultivos, restrição ao uso de produtos sintéticos tais como redutores de crescimento, fertilizantes químicos ou agrotóxicos e a utilização do controle biológico de pragas e doenças (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001).

Na Tabela 1 encontram-se condensadas informações sobre os tipos de sistemas alternativos de produção e as principais características dos mesmos.

Tabela 1 - – Tipos de sistemas alternativos de produção e principais características.

SISTEMA ALTERNATIVO	CARACTERÍSTICAS
Agricultura Natural	Método no qual o sistema de produção toma a natureza como modelo. Plantar aquilo que é facilmente produzido naquela região.
Agricultura Biológica	Desenvolve técnicas e práticas de plantio, visando a preservação da fertilidade do solo e preocupando-se com o equilíbrio do ecossistema.

Permacultura	Também conhecida como “Agricultura permanente” preocupa-se com as características naturais de cada lugar, desenvolvendo uma interação entre lavouras, espécies florestais, pastagens e espaços para animais, dividindo espaço com construções civis e demais, sempre levando em conta a preservação dos recursos naturais.
Agricultura Orgânica	Baseia-se na rotação de culturas, manejo e fertilização do solo, além do manejo da matéria orgânica como geração de boa fertilidade e estruturação do solo.
Agricultura Biodinâmica	É uma corrente agroecológica que busca métodos que garantam a maior relação ecológica possível. Prioriza a utilização de preparados bioquímicos, baseados nos princípios da homeopatia, sendo aplicados no solo, nas plantas e nos demais compostos.

Fonte: Santos et al. (2013), adaptado pelo Autor (2016).

Dentre os sistemas alternativos apresentados, a agricultura orgânica tem sido a mais difundida no mundo, justamente por se apresentar como uma tentativa de equilibrar os exageros cometidos na agricultura convencional (SANTOS et al., 2012).

Existem diversos conceitos para o sistema orgânico. Segundo BRASIL, Lei N^o 10.831, de 23 de dezembro de 2003, em seu Art. 01:

“Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente”.

Apesar de ser uma atividade de difícil condução, a agricultura orgânica vem tomando espaço no cenário mundial. É uma prática registrada e executada em mais de 150 países com destaque para a Europa, EUA, Japão e Austrália, considerados os maiores difusores desta prática (SANTOS et al., 2012).

Segundo Santos et al. (2013), no Brasil a produção orgânica começou a manifestar-se, ainda que em pequena escala, no final da década de 1970, ganhando espaço na região Sudeste do país, motivada, principalmente, pela preferência dos consumidores em obter produtos mais saudáveis e também pelo interesse de pequenos produtores em cultivar alimentos com maior viés econômico.

Nos últimos anos intensificou-se a preocupação por parte dos consumidores a respeito da origem dos alimentos. Procura-se conhecer mais sobre a procedência destes produtos, como foram produzidos e se são alimentos “limpos”, livres de insumos sintéticos e/ou agrotóxicos (WOLFANG, 2013).

O cenário econômico brasileiro reflete para um crescimento significativo da produção orgânica. A mudança do sistema convencional de agricultura para as práticas dos sistemas alternativos, motivada pelas preferências do consumidor por alimentos saudáveis, tendem a exercer influência sobre a demanda e oferta destes alimentos no mercado nacional (SANTOS et al., 2013; WOLFANG, 2013).

Outro fator relevante sobre o aumento na produção de orgânicos está relacionado às vantagens econômicas do pequeno agricultor em produzir alimentos diferenciados, de qualidade, agregando desta forma valor a seus produtos no momento da comercialização (WOLFANG, 2013).

As pequenas propriedades requerem um custo elevado para produção de *commodities* agrícolas tradicionais, devido a competitividade do mercado. Os produtos orgânicos apresentam-se como um bom nicho de mercado além de possibilitarem inserção fácil de pequenos agricultores no comércio nacional/internacional (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001).

A produção orgânica, por exigir uma série de manejos estratégicos, ecológicos e técnicos, apresenta-se pouco atrativa à latifundiários (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001). O principal fator que têm levado produtores de pequenas propriedades à transição do sistema convencional para o sistema orgânico está no fato de que este trata-se de um nicho de mercado, permite a diversificação em diferentes produções orgânicas, bem como a redução dos custos provindos da compra de insumos químicos sintéticos (SANTOS et al., 2013).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, a Ásia apresentou-se como o continente com o maior número de produtores orgânicos, cerca de 34%, seguido pela África, com 30% e a América Latina com 18% (FAO, 2013). De acordo com o último relatório mundial lançado pela *International Foundation for Organic Agriculture* (IFOAM), cerca de 78 milhões de hectares são destinados a produção orgânica. A Austrália é o país com maior área em produção orgânica, com aproximadamente 17,2 milhões de hectares e a Índia possui o maior número de produtores orgânicos, cerca de 650.000 (IFOAM, 2014).

Por sua vez, o Brasil apresentou crescimento no setor orgânico de 300% somente nos últimos 10 anos (WOLFGANG, 2013). Atualmente, a área de produção orgânica no país é de cerca de 750 mil hectares, sendo a região Sudeste a que possui a maior área (333 mil hectares), seguido pela região Norte (158 mil hectares), Nordeste (118,4 mil hectares), Centro-Oeste (101,8 mil hectares) e a região Sul (37,6 mil hectares) (MAPA, 2016).

No final de 2012 o Brasil contava com 5,5 mil produtores que trabalhavam de acordo com as diretrizes do sistema orgânico de produção. Em 2013, contabilizou-se o aumento para 6.719 produtores contando neste mesmo ano com 10.064 unidades de produção orgânicas distribuídas por todo o país (MAPA, 2014). Entre janeiro de 2014 a janeiro de 2015 o número de agricultores orgânicos passou de 6.719 para 10.194, representando somente neste ano acréscimo de 51,7% (MAPA, 2015).

Segundo a Organicsnet (2016), em 2015 o índice de crescimento do mercado brasileiro de alimentos orgânicos foi de 25%, com faturamento de cerca de R\$ 2,5 bilhões. Para 2016, estimou-se crescimento superior a 30%, chegando o faturamento brasileiro ultrapassar os R\$ 3 bilhões.

Com relação a produção de orgânicos no Brasil, destacam-se como principais cultivos: as hortaliças, a cana-de-açúcar, o arroz, o café, a castanha do Brasil, o cacau, o açaí, o palmito, as frutas e também leguminosas como o feijão e a soja (PORTAL BRASIL, 2015).

Na safra 2008/2009, a cultura da soja orgânica apresentou, no estado do Paraná, 1.649,92 hectares de área plantada e produção estimada de 4.942 toneladas, totalizando o universo de 214 produtores (EMBRAPA, 2011). A produção de soja orgânica torna-se uma atividade com viabilidade econômica de produção, apresentando-se como um diferencial ao mercado. Apesar do cultivo convencional possuir maior escala, o cultivo alternativo apresenta-se como uma ótima alternativa para pequenos agricultores (EMBRAPA, 2011).

Porém, assim como qualquer outra cultura do sistema convencional, o manejo em cultivos orgânicos deve ser conduzido de forma coerente, estratégica e cautelosa. Segundo Corrêa-Ferreira et al. (2003), dentro das práticas de produção orgânica, os maiores desafios do manejo estão relacionados ao controle de plantas daninhas e ao controle de insetos-praga.

A cultura da soja orgânica é constantemente atacada por dezenas de insetos-praga, sendo que a parte vegetal acometida e a severidade de dano é variável para cada espécie

de inseto. Destacam-se como pragas importantes, os percevejos sugadores de grãos, as lagartas-desfolhadoras e as pragas de solo (CORRÊA-FERREIRA et al., 2003).

2.1.3 Principais pragas no Sistema Orgânico de Produção

Os insetos-pragas da agricultura, essencialmente herbívoros, são responsáveis por perdas médias de 15% de tudo o que é produzido na agricultura (ERTHAL JUNIOR, 2011). Segundo Gallo et al. (2002), o aumento das áreas cultivadas e, conseqüentemente, a disponibilidade de alimentos, proporcionou o desenvolvimento e proliferação de espécies de pragas agrícolas.

A produção da soja no Brasil está sujeita ao ataque de pragas desde a germinação até a colheita (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). Em linhas gerais, as mesmas pragas do cultivo tradicional também acometem a produção orgânica. As principais pragas figuram entre as lagartas-desfolhadoras, as pragas do solo e os percevejos sugadores de grãos.

As desfolhadoras mais comuns da soja no Brasil são: a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), (Lepidoptera: Erebidae), a falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858), (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-enroladeira *Omiodes indicata* (Fabricius, 1775), (Lepidoptera: Pyralidae) e, recentemente, lagartas do complexo Spodoptera, representado basicamente por *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) e *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782), (Lepidoptera: Noctuidae). (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

Em condições normais de desenvolvimento, a soja possui capacidade de tolerar desfolha de até 30%, sem que o seu rendimento de grãos seja afetado (CORRÊA-FERREIRA et al., 2003). Para a planta, o ataque provoca a redução direta da área foliar, conseqüentemente, diminuindo a capacidade fotossintética, bem como a produção e acúmulo de fotoassimilados.

Dentre as pragas de solo, destaque para a lagarta-elasma, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera, Pyralidae), o complexo de corós (Coleoptera:

Melolonthidae e Scarabaeidae), na mesma ordem a larva-aramé (Elateridae) e a larva-alfinete (Chysomelidae). O percevejo-castanho da raiz, *Scaptocoris castanea* (Perty, 1830) (Hemiptera: Cydnidae) e a cochinha-da-raiz, *Dysmicoccus texensis* (Tinsley, 1900) (Hemiptera: Pseudococcidae) também podem ser prejudiciais a cultura da soja (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2012).

Os percevejos fitófagos por sua vez, são considerados como pragas de importância na cultura soja, devido aos danos que acometem ao longo da fase reprodutiva. Ao se alimentar das vagens e dos grãos, causam murcha e má formação das sementes, prejudicando fatores como rendimento, uniformidade de maturação, vigor, capacidade de germinação e peso de grãos (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999). Os percevejos mais importantes para as culturas agrícolas são os pentatomídeos, com destaque para *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758), *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) e *Euschistus heros* (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

2.2 PERCEVEJO-MARROM DA SOJA, *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1798)

2.2.1 Origem e Descrição da Praga

O percevejo-marrom da soja, *E. heros*, é nativo das regiões Neotropicais (América Tropical), sendo bem adaptado às regiões mais quentes do país (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). A primeira ocorrência dessa espécie no Brasil foi registrada por Williams et al., em 1973, na cultura da soja no estado de São Paulo (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012). Neste período pouco se sabia sobre o desenvolvimento e representatividade que essa praga tomaria no futuro.

Considerada como espécie rara nos anos de 1970, *E. heros* é o percevejo mais abundante do país na cultura da soja. Sua ocorrência populacional se dá desde regiões anteriormente raras, como é o caso do Rio Grande do Sul e sua principal concentração populacional localiza-se do Norte do estado do Paraná até regiões do Centro-Oeste brasileiro (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999; PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

2.2.2 Ciclo de Desenvolvimento

O adulto de *E. heros* possui em média 11 mm de comprimento, apresenta coloração marrom-escuro, com dois prolongamentos laterais no pronoto, em formato de espinho e é característico por apresentar uma meia-lua de coloração branca no final do escutelo. Durante a fase adulta apresenta longevidade média de 116 dias (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; GALLO et al., 2002; SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

Os ovos apresentam coloração amarelada e próximo ao momento da eclosão das ninfas tendem a apresentar manchas rósea/laranjadas. Normalmente são depositados nas folhas ou em vagens da soja, podendo estar dispostas em fileiras duplas ou em aglomerados de ovos, contendo, geralmente, de cinco a sete ovos (SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

Ao eclodirem, as ninfas medem cerca de 1 mm, possuem o corpo alaranjado e cabeça preta, inicialmente apresentam comportamento gregário, não se alimentando das vagens, devido seu aparelho digestivo ainda se encontrar em formação. Ao decorrer do seu desenvolvimento, passa por cinco estádios ninfais até atingir a fase adulta, fato pelo qual classifica esta espécie como pertencente à família Pentatomidae (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

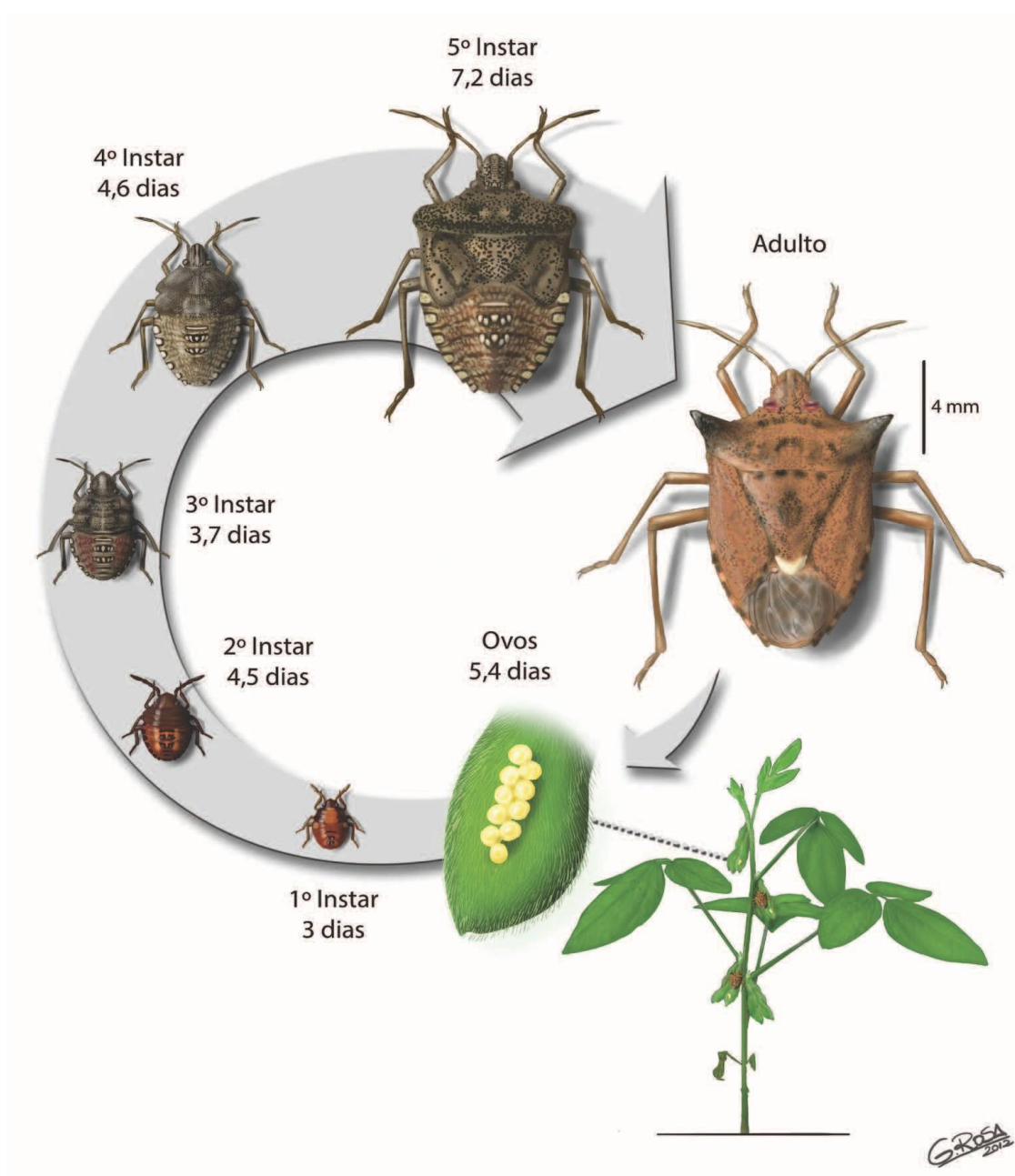
As ninfas iniciam seu hábito alimentar somente a partir do segundo ínstar, porém os danos causados às sementes atacadas passam a ser efetivos a partir do terceiro ínstar. As ninfas do terceiro ínstar possuem em média 3,63 mm chegando ao quinto ínstar com tamanho médio considerável de 10 mm. Nestas fases apresentam coloração que varia de cinza à marrom (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

Euschistus heros durante a fase adulta apresenta longevidade média de 116 dias, podendo ser prolongada até 300 dias, dependendo das condições do meio. Na cultura da soja essa praga é encontrada nos meses de novembro a abril em elevada atividade biótica, produzindo até três gerações consecutivas (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

Diversos fatores podem exercer influência sobre o desenvolvimento do inseto. Bortolotto et al. (2013) descreveram que o aumento de temperatura ocasionou a redução

no tempo do estágio ninfal de *E. heros*. A fase ninfal variou de 64,85 dias em temperatura constante 19°C, para 13,24 dias em temperatura constante de 34°C. Além de prolongar o estágio ninfal do inseto, a temperatura de 19°C provocou maior índice de mortalidade.

Segundo Cividani (1992, apud Panizzi; Bueno; Silva, 2012) a duração do ciclo biológico do inseto, desde a fase de ovo até à fase adulta, é de 28,4 dias em temperaturas constantes de 25°C (Figura 01).



Fonte: Cividani (1992, apud Panizzi; Bueno; Silva, 2012)

Figura 1: Representação do ciclo de desenvolvimento do percevejo-marrom da soja, *Euschistus heros*, submetido a temperaturas constantes de 25°C.

2.2.3 Prejuízos, Danos e Estratégia de Sobrevivência

Os danos causados por *E. heros* direcionam-se exclusivamente para as vagens, grãos e hastes da cultura da soja. Os prejuízos na sucção da seiva das hastes estão atrelados a injeção de toxinas no momento da alimentação, provocando a retenção foliar ou também chamada de “soja louca”. Este efeito prolonga o processo de senescência natural de algumas plantas, provocando distúrbios de uniformidade na maturação e amadurecimento de grãos (GALLO et al., 2002).

Com relação ao ataque às vagens e grãos, os prejuízos podem chegar a 30%, provocando diversos danos físicos em sementes, deixando grãos com aspecto “chocho”, além de influenciar na qualidade (vigor e germinação), reduzindo também teores de óleo e proteína das sementes. Os danos geram aberturas no tecido vegetal, que podem servir como porta de entrada para doenças, a exemplo o fungo *Nematospora corylli* (Kurtzman, 1995), agente etiológico da chamada “mancha de levedura” ou “mancha fermento” (GALLO et al., 2002).

Na ausência da soja, *E. heros* pode utilizar-se de demais espécies vegetais como alimento. Dentre elas, destaque para o amendoim-bravo, *Euphorbia heterophylla* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae), carrapicho-de-carneiro, *Acanthospermum hispidum* (DC.) (Asterales: Asteraceae), feijão-guandú, *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (Fabales: Fabaceae), e também o girassol, *Helianthus annuus* L (Asterales: Asteraceae). Utilizando-se desta estratégia, o percevejo consegue permanecer por mais tempo em campo, podendo, ao longo deste período, dar origem a novos descendentes, perpetuando sua espécie (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

Como estratégia de sobrevivência, durante sete meses, o percevejo-marrom da soja entra em um período de dormência (diapausa) em meio à palhada da cultura anterior. Este procedimento, utilizando-se de suas próprias reservas energéticas, permite a sobrevivência do inseto durante todo o período desfavorável (meses de maio a novembro), na qual a disponibilidade de alimento é reduzida. O fato do percevejo-marrom da soja permanecer encoberto por folhas e restos culturais, permite-o escapar do ataque de

predadores, parasitoides e alguns entomopatógenos, garantindo e favorecendo sua abundância (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

2.3 CONTROLE BIOLÓGICO DE INSETOS-PRAGA

O controle biológico é um fenômeno de ocorrência natural no meio ambiente que consiste no controle de um determinado organismo por inimigos naturais dos quais se constituem como agentes de mortalidade biótica (GALLO et al., 2002). Entretanto, o termo “controle biológico” foi utilizado pela primeira vez pelo pesquisador Harry S. Smith em 1919, quando se referiu ao controle de insetos-praga através do uso de inimigos naturais (PARRA et al., 2002).

O controle biológico vem sendo amplamente empregado, com destaque para o setor agrícola, como alternativa para o controle de pragas-alvo (ERTHAL JUNIOR, 2011). Trata-se de uma importante estratégia, pois incrementa ou mantém os demais inimigos-naturais, em geral apresenta elevada especificidade de controle do alvo desejado, regulando o nível populacional dos insetos-praga e impedindo desta forma que eles possam assumir o nível de dano-econômico na cultura. São atóxicos para o ser humano e não deixam resíduos danosos ao meio ambiente (SIMONATO; GRIGOLLI; OLIVEIRA, 2010).

Existem três tipos de inimigos naturais com maior representatividade de uso no controle biológico de pragas: os parasitoides, os predadores e os entomopatógenos. Os entomopatógenos são os mais utilizados dentro dos métodos de controle biológico, pois podem ser formulados como bioinseticidas, sendo responsáveis pelas doenças dos insetos, sendo representados por fungos, vírus e bactérias (OLIVEIRA et al., 2006).

Dependendo da estratégia de utilização, o controle biológico é dividido em três tipos: Controle biológico natural, Controle biológico clássico e o Controle biológico aplicado.

O Controle biológico natural refere-se ao controle de ocorrência natural no meio ambiente. Consiste no ato de manipular o ambiente a fim de favorecer a multiplicação ou

conservar a existência de inimigos naturais, responsáveis pela manutenção do equilíbrio nos agroecossistemas (PARRA et al., 2002).

Já o Controle biológico clássico trata-se de uma medida de longo prazo. Está relacionado a importação e colonização de inimigos naturais para o controle de pragas exóticas (eventualmente naturais). De maneira geral a liberação acontece com número pequeno de insetos, resultando no aumento de inimigos naturais com o passar do tempo (PARRA et al., 2002; SIMONATO; GRIGOLLI; OLIVEIRA, 2010).

E por fim, o Controle biológico aplicado, define-se pela liberação de um grande número de inimigos naturais sobre uma determinada cultura, após criação ou multiplicação massal em laboratório, visando a redução rápida da população do inseto-praga. Método muito bem empregado em culturas de desenvolvimento rápido (anuais), a exemplo a soja, com o uso de *Baculovirus anticarsia* ou até mesmo do parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (SIMONATO; GRIGOLLI; OLIVEIRA, 2010).

Diversos programas de controle biológico aplicado, utilizando-se de fungos entomopatogênicos na forma de bioinseticidas, têm contribuído para a minimização do ataque de insetos-praga em todo o Brasil. Pode ser encontrado no mercado brasileiro produtos comerciais com formulações à base de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* (GALLO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2006; ERTHAL JUNIOR, 2011).

2.3.1 Controle Biológico com Fungos Entomopatogênicos

Os fungos entomopatogênicos são os principais causadores de epizootias em insetos, tanto em agroecossistemas como em ambientes naturais. Uma vantagem desse controle deve-se ao fato de que não precisa existir ingestão dos patógenos pelo inseto alvo para que aconteça a infecção, ou seja, possui ação através do contato físico (ERTHAL JUNIOR, 2011). Os fungos, além de possuírem espectro abrangente em número de insetos plausíveis de infecção, podem se desenvolver em diferentes estádios de

desenvolvimento dos insetos-praga, tais como ovos, larvas, pupas e adultos, sendo este um fato bastante peculiar para cada praga (ALVES, 1998).

A ação entomopatogênica do fungo inicia-se com o esporo se aderindo a cutícula do inseto. O esporo germina, dando formação ao apressório e ao grampo de penetração. Enzimas de degradação são formadas (principalmente lipases e proteinases), possibilitando o rompimento da cutícula do inseto e, conseqüentemente, a colonização do fungo sobre o hospedeiro. Após a morte do inseto infectado, inicia-se a formação hifas, pelas quais o patógeno inicia outro ciclo de infecção (ALVES, 1998; OLIVEIRA et al., 2006).

Os fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* são os mais estudados e utilizados em programas de controle biológico contra insetos-praga. Estes também são os ingredientes ativos mais comuns em bioinseticidas comerciais à base de fungos entomopatogênicos (OLIVEIRA et al., 2006; ERTHAL JUNIOR, 2011), conforme evidenciado nos Quadros 1 e 2.

A seguir, nos Quadros 1 e 2, são elencados os bioinseticidas a base de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* registrados junto ao Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), bem como as características de cada produto.

Quadro 1– Bioinseticidas comerciais, isolado, titular de registro, culturas recomendadas, insetos-praga alvo e doses recomendadas, liberados à comercialização no Brasil à base de *Beauveria bassiana*.

Marca Comercial:	Linhagem ou Isolado:	Titular de Registro:	Culturas recomendadas:	Pragas: (Nomes comum)	Doses: (Mínimas e Máximas recomendadas)
<i>Ballvéria</i> [®]	[S.I.]	Ballagro Agro Tecnologia Ltda.	Pepino e soja	Mosca branca	150 – 250 g/ha
<i>BeauveControl</i> [®]	Isolado IBCB 66	Simbiose Microbiológicos Ltda.	Todas as culturas	Mosca branca, Ácaro rajado e cigarrinha do milho	375 – 4.000 g/ha
<i>Beauveria JCO</i> [®]	Isolado IBCB 66	JCO Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda.	Banana, milho, morango, pepino e soja	Moleque-da-bananeira, cigarrinha-do-milho, ácaro rajado e mosca branca	1,25 – 13,3 Kg/ha
<i>Bouveriz WP Biocontrol</i> [®]	Cepa IBCB 66	Biocontrol Sistema de Controle Biológico Ltda.	Banana, milho, morango, pepino e soja	Moleque-da-bananeira, cigarrinha-do-milho, ácaro rajado e mosca branca	94 – 1.000 g/ha

<i>Bovebio</i> [®]	Isolado IBCB 66	Biofungi Ind. e Com. de Def. Biológicos e Inoculantes Ltda.	Banana, milho, morango, pepino e soja	Moleque-da-bananeira, cigarrinha-do-milho, ácaro rajado e mosca branca	0,5 – 5,5 Kg/ha
<i>Bovemax EC</i> [®]	Isolado cg 716	Novozymes BioAg Produtos para Agricultura Ltda.	Café, citros e erva-mate	Broca-do-café, psilídeo (<i>Diaphorina citri</i>) e broca-da-erva-mate	0,150 – 2 L/ha
<i>Granada</i> [®]	Isolado IBCB 66	Laboratorio de Biocontrole Farroupilha Ltda.	Banana, milho, morango, pepino e soja	Moleque-da-bananeira, cigarrinha-do-milho, ácaro rajado e mosca branca	0,75 – 8,0x10 ¹² conídios/ha
<i>Boveril WP PL63</i> [®]	Cepa PL63	Koppert do Brasil Sistemas Biológicos Ltda.	Todas as culturas	Ácaro rajado, broca-do-café e gorgulho do eucalipto	0,750 – 20 Kg/ha

Fonte: Agrofit (2016), adaptado pelo Autor (2016).

Quadro 2 – Bioinseticidas comerciais, isolado, titular de registro, culturas recomendadas, insetos-praga alvo e doses recomendadas, liberados à comercialização no Brasil à base de *Metarhizium anisopliae*.

Marca Comercial:	Linhagem ou Isolado:	Titular de Registro:	Culturas recomendadas:	Pragas: (Nomes comum)	Doses (P.C.): (Mínimas e Máximas recomendadas)
<i>Arizium</i> [®]	[S.I.]	TecniControl Biológicos Ltda.	Todas as culturas	Cigarrinha-da-raiz, cigarrinhas-pastagens	1 Kg/ha
<i>Biometha GR Plus</i> [®]	Cepa PL 43	Biotech Controle Biológico Ltda.	Cana-de-açúcar e pastagens	Cigarrinha-vermelha e cigarrinha-da-raiz	5 – 10 Kg/ha
<i>Biorhizium GR</i> [®]	Cepa IBCB 425	Bioenergia do Brasil S.A.	Cana-de-açúcar e pastagens	Cigarrinha-vermelha, cigarrinha-dos-capinzais e cigarrinha-da-raiz	1 – 16 Kg/ha
<i>Biorhizium WP</i> [®]	Cepa IBCB 425	Bioenergia do Brasil S.A.	Cana-de-açúcar e pastagens	Cigarrinha-vermelha, cigarrinha-dos-capinzais e cigarrinha-da-raiz	20,5 – 325 g/ha
<i>Eco Meta</i> [®]	Cepa IBCB 425	Toyobo do Brasil Ltda	Cana-de-açúcar	Cigarrinha-da-raiz, cigarrinhas-pastagens	2 – 3 Kg/ha
<i>Metabio</i> [®]	Cepa IBCB 425	Biofungi Ind. e Com. de Def. Biológicos e Inoculantes Ltda.	Cana-de-açúcar e pastagens	Cigarrinha-da-raiz e cigarrinha-das-pastagens	0,7 – 10,8 Kg/ha
<i>Metamax líquido</i> [®]	Cepa IBCB 425	Bio Soja Indústrias	Cana-de-açúcar	Cigarrinha-da-raiz e	04 L/ha

		Químicas e Biológicas Ltda.		cigarrinha-das-pastagens	
<i>Metarfito</i> [®]	Cepa IBCB 425	Fitoagro Controle Biológico Ltda	Cana-de-açúcar e pastagens	Cigarrinha-das-raízes e Cigarrinha-das-pastagens	01x10 ¹² conídios/ha
<i>Metarhizen</i> [®]	Cepa IBCB 425	Raizen Energia S.A	Todas as culturas	Cigarrinha-das-raízes e Cigarrinha-das-pastagens	1,81 – 2,9 Kg/ha
<i>Metarhizen WP</i> [®]	Cepa IBCB 425	Raizen Energia S.A	Todas as culturas	Cigarrinha-das-raízes e Cigarrinha-das-pastagens	1,81 Kg/ha
<i>Metarhizium JCO</i> [®]	Cepa IBCB 425	JCO Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda.	Todas as culturas	Cigarrinha-das-raízes e Cigarrinha-das-pastagens	1,81 – 2,9 Kg/ha
<i>Metarplan</i> [®]	Cepa IBCB 425	Associação de Plantadores de Cana da Paraíba-ASPLAN	Todas as culturas	Cigarrinha-das-raízes e Cigarrinha-das-pastagens	1 Kg/ha
<i>Metarril WP E9</i> [®]	Cepa E9	Koppert do Brasil Sistemas Biológicos Ltda	Cana-de-açúcar	Cigarrinha-das-raízes	4 Kg/ha
<i>Metarriz GR Biocontrol</i> [®]	Cepa IBCB 425	Biocontrol Sistema de Controle Biológico Ltda.	Todas as culturas	Cigarrinha-das-raízes e Cigarrinha-das-pastagens	4 Kg/ha
<i>Metarriz Plus WP Biocontrol</i> [®]	Cepa IBCB 425	Biocontrol Sistema de Controle Biológico Ltda.	Cana-de-açúcar e pastagens	Cigarrinha-das-raízes, Galinhola e Cigarrinha-das-pastagens	0,05 – 0,708 Kg/ha
<i>Metarriz WP Biocontrol</i> [®]	Cepa IBCB 425	Biocontrol Sistema de Controle Biológico Ltda.	Todas as culturas	Cigarrinha-das-raízes	01x10 ¹² conídios/ha
<i>MethaControl</i> [®]	Cepa IBCB 425	Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda.	Todas as culturas	Cigarrinha-das-raízes, Galinhola e Cigarrinha-das-pastagens	1,5 – 3,0 L/ha
<i>Methamax EC</i> [®]	[S.I.]	Novozymes BioAg Produtos para Agricultura Ltda.	Cana-de-açúcar	Cigarrinha-das-raízes	1,4 L/ha
<i>Metie</i> [®]	Cepa IBCB 425	Ballagro Agro Tecnologia Ltda.	Pastagens	Cigarrinha-das-pastagens	75 g/ha

Fonte: Agrofit (2016), adaptado pelo Autor (2016).

De maneira geral, a gama de insetos-praga alvo dos bioinseticidas, a base de *B. bassiana* e *M. anisopliae*, atualmente autorizados e comercializados, é restrita a poucas espécies. Nesse contexto, todo o trabalho complementar que venha a utilizar novos isolados ou testar a ação destes produtos sobre demais pragas, tendem a contribuir com o

estudo da ação dos fungos entomopatógenos, *B. bassiana* e *M. anisopliae*, sobre diferentes insetos-praga.

Staudt et al. (2011), em estudos de controle do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1885) (Coleoptera: Curculionidae), utilizando-se de diferentes isolados de *B. bassiana* (ESALQ 447 e IBCB 66), observaram mortalidade para adultos de 67,5% e 65,5% respectivamente para cada isolado.

Bioensaios utilizando o produto comercial Bioveria[®], à base de *B. bassiana*, demonstraram 61,4% e 64,9% de mortalidade no controle de ninfas de *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae), aos 21 e 28 dias respectivamente, em cultivo de mandioca, *Manihot esculenta* Crantz (Malpighiales: Euphorbiaceae) (LIMA et al., 2012). Da mesma forma, o isolado UFGD 03 do fungo *M. anisopliae* causou 68% de mortalidade em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), em campo, na região de Dourados – MS (HAYASHIDA et al., 2014).

Ainda são escassos os trabalhos com o uso de *B. bassiana* e *M. anisopliae* para o controle do complexo de percevejos fitófagos, sobretudo sobre pentatomídeos. Em bioensaios laboratoriais, o produto comercial BotaniGard[®], a base de *B. bassiana*, provocou em *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), considerada praga exótica de frutas e legumes, 85% de mortalidade após nove dias de avaliação. (GOULI et al., 2012).

Sabendo-se dos prejuízos que *E. heros* pode ocasionar à cultura da soja, o aprofundamento de experimentos laboratoriais, utilizando-se de bioinseticidas (*B. bassiana* e *M. anisopliae*) sob diferentes dosagens, podem trazer informações importantes sobre a ação dos fungos entomopatogênicos no controle de *E. heros*, contribuindo com estudos futuros em nível de campo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico I da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Dois Vizinhos – PR.

3.1 CRIAÇÃO DE *Euschistus heros* EM LABORATÓRIO

Os percevejos utilizados no experimento foram provenientes de criação massal estabelecida no Laboratório de Controle Biológico I da UTFPR-DV. Populações de *E. heros* foram mantidas em sala de criação com temperatura de 27 ± 3 °C, fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa (UR%) entre 40-60%. Dependendo da fase e/ou ínstar de desenvolvimento, os insetos foram acondicionados em diferentes recipientes, a fim de obter uma melhor relação entre número e tamanho de indivíduos por área disponível (Figura 2 A).

Adultos de *E. heros* foram acomodados em recipientes (25 x 15 x 15 cm) com capacidade volumétrica de 8 L e em recipientes (20 x 28 x 35 cm) de 31 L. No interior de cada recipiente foram fixadas tiras de algodão com a finalidade de servir como substrato para a oviposição das fêmeas (Figura 2 B). A alimentação foi constituída por vagens frescas de feijão-verde orgânico *Phaseolus vulgaris* (L.) (Fabales: Fabaceae), devidamente esterilizadas com hipoclorito de sódio (0,01%) e lavadas em água destilada, por grãos de amendoim *Arachis hypogaea* (L.) (Fabales: Fabaceae) e girassol *Helianthus annuus* (L.) (Asterales: Asteraceae). A troca das dietas foi realizada de duas a três vezes por semana, de acordo com a necessidade.

Os ovos de *E. heros* foram retirados diariamente e acondicionados em caixas gerbox (3 x 11 x 11 cm) com capacidade de 250 mL, devidamente forrados com papel filtro. Foram colocadas algumas vagens de feijão-verde orgânicas para a alimentação logo após a troca do primeiro exoesqueleto, momento em que se inicia o hábito alimentar das ninfas. Após a eclosão, as ninfas permaneceram nestas caixas gerbox até atingirem o terceiro ínstar. A troca das vagens nesse período foi realizada, conforme a necessidade.



Fonte: Autor (2016)

Figura 2: **A)** Disposição dos recipientes plásticos contendo *Euschistus heros*. Sala de Criação de insetos - Laboratório de Controle Biológico I, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **B)** Algodão utilizado como substrato para a oviposição das fêmeas de *Euschistus heros*.

Do terceiro até o quinto ínstar, as ninfas de *E. heros* foram mantidas em recipientes plásticos (10 x 19 x 28 cm) com capacidade volumétrica de 5 L, devidamente recobertas por tecidos tipo *voil*, para evitar possíveis fugas. Desta forma, os insetos foram conduzidos até que chegassem a fase adulta, da qual passaram a se reproduzir, formando novas gerações.

3.2 AVALIAÇÃO DA PATOGENICIDADE E VIRULÊNCIA DE BIOINSETICIDAS COMERCIAIS A BASE DE *B. bassiana* E *M. anisoplie* SOBRE *E. heros*

Os produtos comerciais à base de fungos entomopatogênicos, *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* foram obtidos em lojas de insumos agrícolas. O bioinseticida comercial utilizado, à base de *B. bassiana*, foi o Boveril WP PL63[®], constituído por 5%

da cepa PL63 (mínimo de $1,0 \times 10^8$ conídios viáveis/g) e 95% em ingredientes inertes, sendo que tal produto possui registro de uso em todas as culturas. As pragas para as quais o controle é recomendado com este bioinseticida são: ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Trombidiformes: Tetranychidae), o gorgulho do Eucalipto, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) e a broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae).

Já o bioinseticida comercial a base de *M. anisopliae* foi o Metarril WP E9[®], constituído de 5% da cepa E9 (mínimo de $1,39 \times 10^8$ conídios viáveis/g) e 95% de ingredientes inertes. Possui registro para a cultura da cana-de-açúcar no controle da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae).

A partir dos bioinseticidas comerciais foram preparadas suspensões em água destilada esterilizada + Tween 80[®] (0,01%), sobre diferentes dosagens (tratamentos), conforme Tabela 2. Os fungos comerciais, nas diferentes concentrações, foram aplicados em: ovos (24 horas após oviposição), ninfas de terceiro ínstar e sobre adultos de *E. heros*.

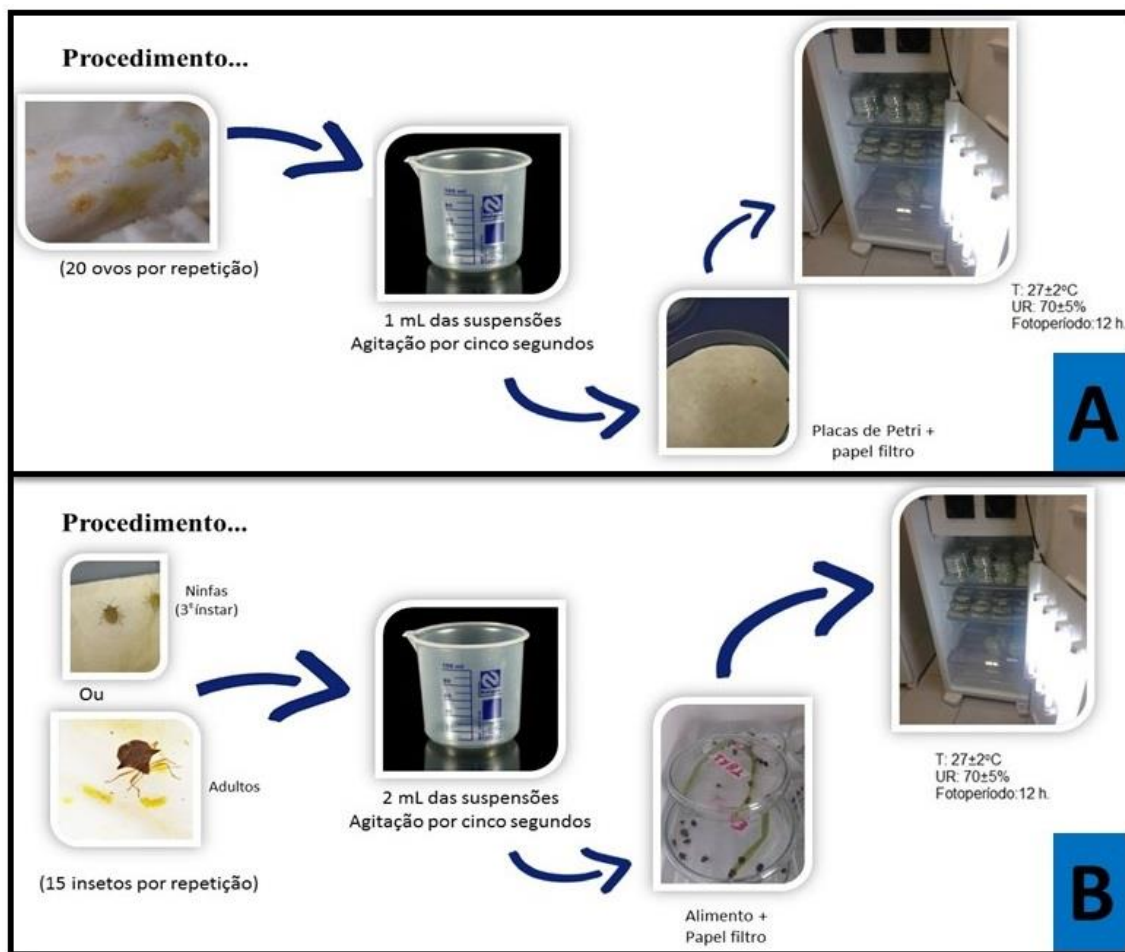
Tabela 2: Descrição do número de tratamentos, de acordo com o bioinseticida e concentração utilizada.

Tratamentos:	
1	Testemunha (sem aplicação)
2	Testemunha (H ₂ O + Tween 80)
3	<i>Metarhizium anisopliae</i> 500 g ha ⁻¹
4	<i>M. anisopliae</i> 1.000 g ha ⁻¹
5	<i>M. anisopliae</i> 2.000 g ha ⁻¹
6	<i>M. anisopliae</i> 4.000 g ha ⁻¹
7	<i>Beauveria bassiana</i> 500 g ha ⁻¹
8	<i>B. bassiana</i> 1.000 g ha ⁻¹
9	<i>B. bassiana</i> 2.000 g ha ⁻¹
10	<i>B. bassiana</i> 4.000 g ha ⁻¹

Fonte: Autor (2016).

A aplicação dos tratamentos nos ovos, deu-se através dos fios de algodão contendo as posturas com ovos com 24 horas, sendo desta forma imersos em 1 mL das suspensões (tratamentos), em recipiente com capacidade volumétrica de 50 mL, e seguidos de agitação de, aproximadamente, cinco segundos (Figura 3 A). Os ovos, juntamente com a solução, foram vertidos em placa de Petri, devidamente forrados com papel filtro. Para cada tratamento foram utilizadas quatro placas de Petri (repetições), contendo 20 ovos

cada. As placas foram acondicionadas em câmara climatizada do tipo B.O.D, sob condições de temperatura de 27 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas. A avaliação foi realizada diariamente ao longo de 10 dias, quantificando-se o número de ninfas eclodidas.

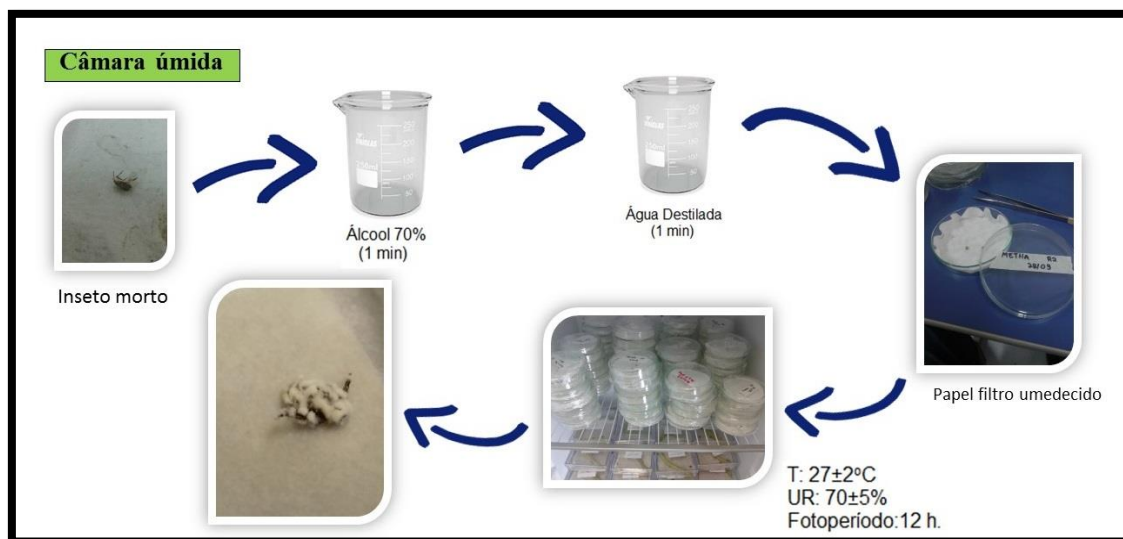


Fonte: Autor (2016)

Figura 3: Esquema representando o procedimento realizado em laboratório referente a metodologia adotada para com **A**) ovos de 24 horas e **B**) ninfas de terceiro ínstar e adultos de *E. heros*.

A aplicação dos fungos nas diferentes dosagens (tratamentos) em ninfas e adultos foi realizada via imersão, em 2 mL das suspensões, volume suficiente para que todos os insetos entrassem em contato com as suspensões após a agitação. Após a imersão e agitação por cinco segundos, em recipientes com capacidade volumétrica de 100 mL, os insetos e a suspensão foram vertidos em placa de Petri, devidamente forrada com papel-filtro e contendo alimento (Figura 3 B). O acondicionamento das placas e o delineamento experimental foram semelhante ao descrito para o experimento com ovos, utilizando-se,

porém, 15 insetos (ninfas ou adultos) por placa de Petri. A avaliação foi realizada diariamente durante 10 dias, quantificando-se o número de ninfas e adultos de *E. heros* mortos. Os insetos mortos foram acondicionados em câmara úmida para fins didáticos de observação da colonização dos fungos (Figura 4).



Fonte: Autor (2016)

Figura 4: Esquema representando o procedimento realizado em laboratório para o acondicionamento dos insetos mortos em câmara úmida, para a verificação da mortalidade ocasionada por fungo.

Os dados coletados foram submetidos ao teste de homogeneidade de Bartlett e ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Para os dados médios de eclosão de ninfas, realizou-se a comparação entre os tempos através do teste t (5%). Como os dados percentuais médios de eclosão de ninfas e mortalidade de adultos apresentaram distribuição normal, realizou-se a análise de variância (Teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (5%).

Já os dados de mortalidade de ninfas, como não apresentaram distribuição normal foram transformados pela fórmula: $\text{Sin}^{-1} \sqrt{X}$, e novamente submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de Lilliefors. Na sequência, realizou-se a análise de variância (Teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (5%). Todas as análises foram feitas com auxílio do programa estatístico Assistat[®] (SILVA; AZEVEDO, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os efeitos da aplicação dos bioinseticidas comerciais à base de fungos entomopatogênicos, nas diferentes dosagens, sobre ovos de *E. heros*, verificou-se que no período (1-5 dias), todos os tratamentos causaram redução no percentual de eclosão de ninfas, diferindo significativamente da testemunha sem aplicação (50,0%). Por outro lado, tanto no período (6-10 dias), como na mortalidade total, não houve diferença significativa entre os tratamentos e as testemunhas (Tabela 3).

Tabela 3: Porcentagem média (\pm EP) de eclosão de ninfas de *E. heros*, em diferentes tempos e acumulada, causada por bioinseticidas comerciais à base de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* em diferentes dosagens.

Tratamentos	% de eclosão de ninfas			
	(1-5 dias)	(6-10 dias)	CV%	TOTAL
(Sem aplicação)	50,00 \pm 1,37 aA	28,75 \pm 0,93 aB	15,33%	78,75 \pm 1,21 a
(H ₂ O + Tween 80)	28,75 \pm 2,66 bA	18,75 \pm 0,92 aA	43,40%	47,50 \pm 3,40 a
<i>Metarhizium anisopliae</i> 500 g ha ⁻¹	20,00 \pm 2,37 bA	12,50 \pm 2,30 aA	74,31%	32,50 \pm 4,64 a
<i>M. anisopliae</i> 1.000 g ha ⁻¹	26,25 \pm 1,21 bA	20,00 \pm 3,44 aA	57,71%	46,25 \pm 4,56 a
<i>M. anisopliae</i> 2.000 g ha ⁻¹	26,25 \pm 1,65 bA	18,75 \pm 0,92 aA	30,77%	45,00 \pm 2,09 a
<i>M. anisopliae</i> 4.000 g ha ⁻¹	32,50 \pm 1,25 bA	15,00 \pm 3,06 aA	50,85%	47,50 \pm 2,56 a
<i>Beauveria bassiana</i> 500 g ha ⁻¹	32,50 \pm 3,21 bA	23,75 \pm 3,20 aA	58,85%	56,25 \pm 5,38 a
<i>B. bassiana</i> 1.000 g ha ⁻¹	25,00 \pm 2,09 bA	25,00 \pm 1,76 aA	40,00%	50,00 \pm 3,62 a
<i>B. bassiana</i> 2.000 g ha ⁻¹	23,75 \pm 0,92 bA	26,25 \pm 2,89 aA	44,35%	50,00 \pm 2,85 a
<i>B. bassiana</i> 4.000 g ha ⁻¹	22,50 \pm 2,30 bA	28,75 \pm 4,13 aA	67,47%	51,25 \pm 6,35 a
CV%	36,48%	61,90%	-	40,50%

Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (5%). Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste t (5%).

Fonte: Autor (2017).

Em relação as médias de eclosões entre os períodos (Tabela 3), nenhum tratamento interferiu significativamente sobre as porcentagens de eclosão de ninfas de *E. heros*. A testemunha sem aplicação, ao longo do período (1-5 dias) apresentou média de eclosão acima dos demais tratamentos, porém não significativo. Por consequência, em virtude de cada repetição possuir número limitado de ovos (20 ovos), o período (6-10 dias) foi significativamente inferior.

São escassos os trabalhos na literatura descrevendo o efeito de fungos entomopatogênicos sobre ovos de percevejos, especialmente sobre percevejos pentatomídeos da soja. Porém, alguns trabalhos envolvendo demais insetos-praga

evidenciam que alguns fungos podem apresentar efeito ovicida, destacando desta forma, a necessidade de maiores estudos voltados a esta alternativa de controle.

Em estudo semelhante, realizando-se avaliações da atividade ovicida de diferentes fungos hifomicéticos sobre *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762), Tai et al. (2006) descreveram que os fungos *Paecilomyces lilacinus* (CG 362), *Paecilomyces carneus* (CG525) e *Evlachovaea sp.* (IP 218) reduziram significativamente a eclosão larval, respectivamente de 21,3%, 30% e 72,5%, quando comparados a testemunha (92,5%). Por outro lado, utilizando-se do fungo *Metarhizium anisopliae* var. flavoviride, os autores verificaram que o mesmo não reduziu significativamente o percentual de eclosão (81,3%) em relação a eclosão da testemunha (92,5%).

Da mesma forma, em avaliação do efeito de *M. anisopliae* (IP 46) sobre ovos de *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae), constatou-se que a eclosão do bioensaio tratado (<7%) foi significativamente inferior quando comparado ao tratamento controle (>90%) (D'ALESSANDRO, 2012). Com isso é possível destacar que a mesma espécie de fungo pode apresentar variações na atividade ovicida de acordo com o táxon de artrópode, o gênero e a espécie do inseto alvo.

É possível destacar que em virtude do momento desfavorável de desenvolvimento do inseto, encontrando-se impossibilitado de se movimentar e de se proteger contra o ataque de inimigos naturais, o controle ainda na fase de ovo é vantajoso, impedindo que o inseto, na fase subsequente, se alimente, podendo assim ocasionar danos econômicos a cultura de interesse. A complementação de estudos voltados ao efeito ovicida de fungos entomopatogênicos sobre percevejos fitófagos, podem vir a contribuir como estratégia de controle para tais insetos-praga.

Em relação a aplicação dos bioinseticidas comerciais à base de fungos entomopatogênicos, em diferentes dosagens, sobre ninfas de terceiro ínstar de *E. heros*, verificou-se que em todos os tratamentos a mortalidade dos insetos diferiu significativamente das testemunhas, evidenciando a patogenicidade dos fungos aos insetos. Os resultados dos tratamentos variaram de 60,0% a 95,0% de mortalidade, evidenciando tal patogenicidade, sendo o tratamento com o fungo *B. bassiana* 4.000 g ha⁻¹ o mais virulento para ninfas, entre os bioinseticidas estudados (Tabela 4).

Ao analisar os tratamentos com o fungo *M. anisopliae* 2.000 g ha⁻¹ (85%) e 4.000 g ha⁻¹ (88,3%) e o fungo *B. bassiana* 2.000 ha⁻¹ (88,3%), ambos causaram mortalidade de ninfas, porém não diferiram significativamente entre si. Da mesma forma, os

bioinseticidas a base de *M. anisopliae* e *B. bassiana* nas dosagens de 500 g ha⁻¹ (73,3% e 60%, respectivamente) e 1.000 g ha⁻¹ (76,6% e 73,3%, respectivamente), também causaram mortalidade em ninfas de *E. heros*, porém não diferiram significativamente entre si. Tal fato, evidencia a importância do levantamento de viabilidade econômica de tais fungos nas referidas dosagens, pois mesmo na condição do dobro de dosagem, os percentuais de mortalidade de ninfas, para o mesmo fungo, não diferiram significativamente, tornando-o inviável na relação custo/benefício.

Tabela 4: Porcentagem média (\pm EP) da mortalidade de ninfas de terceiro ínstar e adultos de *Euschistus heros* causados por bioinseticidas comerciais à base de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*, em diferentes dosagens.

Tratamentos	% de mortalidade	
	Ninfas	Adultos
(Sem aplicação)	15,00 \pm 0,74 d	15,55 \pm 2,92 c
(H ₂ O + Tween 80)	28,33 \pm 1,43 d	17,77 \pm 2,14 c
<i>Metarhizium anisopliae</i> 500 g ha ⁻¹	73,33 \pm 2,72 c	33,33 \pm 2,43 b
<i>M. anisopliae</i> 1.000 g ha ⁻¹	76,66 \pm 1,49 c	37,77 \pm 2,92 b
<i>M. anisopliae</i> 2.000 g ha ⁻¹	85,00 \pm 1,87 b	40,00 \pm 1,40 b
<i>M. anisopliae</i> 4.000 g ha ⁻¹	88,33 \pm 2,24 b	66,66 \pm 4,86 a
<i>Beauveria bassiana</i> 500 g ha ⁻¹	60,00 \pm 1,21 c	46,66 \pm 3,71 a
<i>B. bassiana</i> 1.000 g ha ⁻¹	73,33 \pm 2,11 c	46,66 \pm 1,40 a
<i>B. bassiana</i> 2.000 g ha ⁻¹	88,33 \pm 1,43 b	55,55 \pm 2,14 a
<i>B. bassiana</i> 4.000 g ha ⁻¹	95,00 \pm 1,42 a	68,88 \pm 0,81 a
CV%	11,31%	30,17%

Médias (\pm EP) seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).
Fonte: Autor (2017).

Em trabalho semelhante ao realizado, França et al. (2006), em avaliação da patogenicidade das mesmas espécies de fungos entomopatogênicos sobre ninfas de quinto ínstar do percevejo-predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), descreveram que os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* ocasionaram, respectivamente, de 17% a 59% e de 52% a 72% de mortalidade sobre tal espécie.

Da mesma forma, resultados semelhantes foram encontrados utilizando-se do bioinseticida comercial BotaniGard[®], a base do fungo entomopatogênico *B. bassiana* (1 \times 10⁷ conídios mL⁻¹), sobre ninfas de segundo ínstar de *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). Após nove dias de avaliação a média de mortalidade foi de aproximadamente 80% e, após o décimo segundo dia de avaliação, a porcentagem de mortalidade média de ninfas de *H. halys* foi ainda superior, chegando a 100% (PARKER et al., 2015).

Tais resultados evidenciam o potencial dos fungos entomopatogênicos para o controle de percevejos pentatomídeos. Porém, a eficiência dos fungos entomopatogênicos pode estar relacionada com a idade de desenvolvimento da ninfa (ínstar), as características do fungo utilizado (cepa, concentração, formulado ou natural) e a espécie de percevejo estudada. Nesse sentido, demais trabalhos utilizando tais variáveis são importantes para a compreensão da ação dos fungos entomopatogênicos sobre o desenvolvimento de percevejos fitófagos.

Ao analisar os efeitos da aplicação dos bioinseticidas comerciais a base de fungos, em diferentes dosagens, sobre adultos de *E. heros*, é possível destacar que em todos os tratamentos a mortalidade dos insetos diferiu significativamente das testemunhas, evidenciando a patogenicidade dos fungos aos insetos. Os tratamentos à base do fungo *B. bassiana*, em todas as dosagens avaliadas, e o tratamento com o fungo *M. anisopliae*, na dosagem 4.000 g ha⁻¹, foram os mais virulentos, causando os maiores percentuais de mortalidade, diferindo-se significativamente dos demais tratamentos e não diferindo entre si (Tabela 4).

Em condições de laboratório, alguns fatores podem exercer influência sobre a mortalidade média em adultos de *E. heros*. Dentre eles, destacam-se a quantidade de bioinseticida por volume de calda, a concentração de conídios viáveis por volume utilizado e também a origem da cepa (isolado).

Neste sentido, Zambiazzi et al. (2011) avaliaram a eficiência do fungo *B. bassiana*, submetido a duas diferentes concentrações (1,0 x 10⁸ conídios mL⁻¹ e 5,0 x 10⁶ conídios mL⁻¹), sobre adultos de *E. heros*, em condições de laboratório. De acordo com os autores, registrou-se 100% de mortalidade ao 9º dia de avaliação, na concentração de 1x10⁸ conídios mL⁻¹ e de 95% de mortalidade, na concentração de 5x10⁶ conídios mL⁻¹, ao 11º dia de avaliação. Tais resultados evidenciam a interferência da concentração (conídios viáveis por volume) na eficiência de fungos entomopatogênicos para o controle de adultos de *E. heros*.

Do mesmo modo, a escolha do isolado (cepa) também pode apresentar interferência sobre a eficiência de determinado fungo entomopatogênico. Raafat et al. (2015) descreveram o uso de dois isolados (ARSEF #2011 e isolado Egyptian) de *B. bassiana* e do isolado (ARSEF #3101) do fungo saprofítico *Paecilomyces spp.*, em adultos de *N. viridula*, em condições de laboratório. Após as avaliações, determinou-se a

concentração letal (CL_{50}) em 323×10^6 , 835×10^6 conídios mL^{-1} , respectivamente, para os isolados de *B. bassiana* e de 281×10^7 conídios mL^{-1} para isolado de *Paecilomyces* spp.

Outro fator de interferência sobre a eficiência do uso de fungos entomopatogênicos está associado a resistência a infecção de cada espécie de percevejo. Lopes et al. (2015) em avaliação a susceptibilidade de adultos de *E. heros*, *Chinavia ubica* (Rolston, 1983) e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) ao isolado CG1105 de *B. bassiana*, na concentração de 2×10^6 conídios mL^{-1} , verificaram 93,3% de mortalidade para *D. melacanthus*, 36,7% de mortalidade para *C. ubica* e cerca de 26,7% de mortalidade para *E. heros*, evidenciando menor suscetibilidade deste último para o fungo na concentração descrita.

Atrelado a questão da resistência de percevejos a infecção por fungos entomopatogênicos, são descritas modificações na composição da cutícula dos insetos, principalmente de ácidos graxos e hidrocarbonetos, logo após a germinação dos fungos entomopatogênicos (RAAFAT et al., 2015). Sosa-Gómez e Moscardi (1998) sugerem em seus trabalhos que os percevejos naturalmente apresentam resistência a infecções por fungos entomopatogênicos.

Em estudos detalhados sobre os mecanismos de adesão de *M. anisopliae* sobre *N. viridula*, Sosa-Gómez e Moscardi (1998) observaram elevados níveis do aldeído (*E*) 2-decenal sobre as camadas cuticulares do inseto, evidenciando tal componente como inibidor da germinação de conídios eventualmente aderidos a cutícula. Deste modo, é possível inferir que a eficiência de germinação e conseqüentemente de colonização do fungo entomopatogênico é dependente da composição da cutícula do inseto hospedeiro.

Existem diferentes mecanismos de defesa contra entomopatógenos, divididos em: mecânicos, celulares, imunológicos, comportamentais e bioquímico-fisiológicos. Inicialmente, para o entomopatógeno obter sucesso, é necessário romper o tegumento do inseto, denominado de barreira mecânica. Na seqüência pode sofrer ação dos hemócitos (defesa celular) e de demais mecanismos bioquímicos, fisiológicos, comportamentais e imunológicos do inseto que por conseqüência podem impedir a germinação do esporo (ALVES, 1998).

Além disso, a resistência contra entomopatógenos é dependente da fase de desenvolvimento do inseto, sendo que as ninfas geralmente são mais suscetíveis do que

os adultos (SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1998), corroborando com os resultados observados nesse trabalho, em que maiores médias de mortalidade foram obtidas com ninfas. Nesta mesma linha de raciocínio, Alves (1998), destaca que a medida com que o inseto se desenvolve os seus mecanismos de defesa também se modificam, adaptando-se ao meio.

Por outro lado, os fungos entomopatogênicos por serem micro-organismos vivos, dependem de uma série de fatores favoráveis para que possam com eficiência, iniciar a infecção e colonização no hospedeiro. Deste modo, a garantia de sucesso no controle de insetos-praga, através do uso de fungos entomopatogênicos, também é dependente de fatores ambientais como umidade, temperatura e luminosidade.

Tratando-se de situações de laboratório, os fungos são submetidos a condições conhecidas de sobrevivência e desenvolvimento (temperatura, umidade e luminosidade), contribuindo assim, em teoria, para que o mesmo possa desempenhar o seu máximo potencial entomopatogênico. Porém, se desconhece o quanto as condições adversas de campo podem dificultar o processo de germinação e infecção do fungo em decorrência das variações climáticas.

Retratando condições de campo, Sosa-Gómez e Moscardi (1998) avaliaram o desenvolvimento de *E. heros*, *P. guildinii* e *N. viridula* em gaiolas colocadas em lavoura comercial de soja, sob efeito de aplicação de *B. bassiana* e *M. anisopliae*. Segundo os autores, os níveis de infecção causados pelos fungos entomopatogênicos foram de 48% em *P. guildinii*, 41% em *N. viridula* e de 33% em *E. heros*.

Tais dados, evidenciam a possibilidade de utilização de fungos entomopatogênicos (*B. bassiana* e *M. anisopliae*), para o controle alternativo de percevejos fitófagos, em condições de campo. Porém, vários estudos devem ser realizados buscando informações a respeito dos efeitos de redução de eficiência entomopatogênica perante as adversidades climáticas, contribuindo assim, para a aplicação prática de tal método de controle.

De modo geral, os resultados obtidos em laboratório são positivos e evidenciam a possibilidade de utilização destes bioinseticidas comerciais como ferramenta para o controle alternativo de *E. heros*. Novos estudos são necessários visando obter informações importantes da eficiência destes bioinseticidas em condições de campo, bem como posteriores trabalhos com outras espécies de fungos entomopatogênicos.

Uma estratégia promissora visando a eficiência e a redução de custos, é a associação de métodos de controle, tais como os óleos essenciais, parasitoides e demais agentes entomopatogênicos. Desta forma, tais associações podem ser vantajosas, baratas e até mesmo complementares para o controle de insetos-praga.

5. CONCLUSÕES

Os bioinseticidas comerciais a base de *B. bassiana* e *M. anisopliae* não apresentaram efeito ovicida para *E. heros*, em condições de laboratório.

Os bioinseticidas comerciais a base de *B. bassiana* e *M. anisopliae* apresentaram patogenicidade e diferentes virulências sobre ninfas de terceiro ínstar e adultos de *E. heros*, em condições de laboratório.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Registro de Agrotóxicos e afins**. 2016. MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 05 maio 2016.

ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 1998. 1163 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz; v.4).

APROSOJA. **Cultura da Soja**. 2014. Disponível em: <<http://aprosojabrasil.com.br/2014/>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

BORTOLOTTO, Orcial Ceolin et al. Aspectos biológicos de *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) e *Spodoptera eridania* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) em diferentes temperaturas: possíveis impactos do aquecimento global. In: WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, 2012, Juaguariúna. **Anais...** Juaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. p. 01 – 06

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2013. **Lex:** Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Brasília, 2013.

CAMPANHOLA, Clayton; VALARINI, Pedro José. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 18, n. 03, p.69-101, dez. 2001.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2014/15. 10. ed. Brasília: Conab, 2015. 139 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2015/16. 09. ed. Brasília: Conab, 2016. 134 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2016/17. 12. ed. Brasília: Conab, 2017. 144 p.

CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding (Org.). **Soja Orgânica**: alternativas para o manejo dos insetos-praga. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 83 p.

CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding; PANIZZI, Antônio Ricardo. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa da Soja, 1999. EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 24. ISSN: 0100-6703.

D'ALESSANDRO, Walmirton Bezerra. **POTENCIAL DE FUNGOS PARA COMBATE DE CARRAPATOS VETORES DA FEBRE MACULOSA**. 2012. 98 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Medicina Tropical, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Soja**. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

EMBRAPA. **Avaliação econômica do cultivo orgânico de soja no Estado do Paraná para a safra 2010/11**. 85. ed. Londrina: Embrapa, 2011. (Circular Técnica).

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2014/2015)**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Agricultura Orgânica**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/organicag/oa-home/en/>>. Acesso em: 04 maio 2016.

FRANÇA, Ítalo W.B. et al. Efeitos de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre o Percevejo Predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Recife, v. 3, n. 35, p.349-356, jun. 2006

FREITAS, Márcio de Campos Martins de. A cultura da Soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 07, n. 12, p.01-12, maio 2011.

GALLO, Domingos et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p.

GODOY, Karlla Barbosa; ÁVILA, Crébio José; ARCE, Carla Cristina Marques. **Controle Biológico de Percevejos Fitófagos da Soja na Região de Dourados, MS**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 27 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 40).

GOULI, Vladimir et al. Virulence of select entomopathogenic fungi to the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). **Pest. Manag. Sci.**, [s.l.], v. 68, n. 2, p.155-157, 4 jan. 2012. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.2310>.

HAYASHIDA, Eduardo Kenji et al. Isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) para controle de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). **Entomobrasilis**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.29-32, 2014. Entomo Brasilis. <http://dx.doi.org/10.12741/ebrasilis.v7i1.323>.

HOFFMANN-CAMPO, Clara Beatriz et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. 30. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 30 ISSN 1516-7860).

IAC – Instituto Agronômico de Campinas. Adriano Tosoni da Eira Aguiar et al (Ed.). **Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas**. 200. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2014. 452 p.

IFOAM - International Foundation for Organic Agriculture. **Annual Reports**. 2014. Disponível em: <<http://www.ifoam.bio/en/our-library/annual-reports>>. Acesso em: 03 maio 2016.

ERTHAL JUNIOR, Milton. Controle biológico de insetos pragas. In: SEMINÁRIO MOSAICO AMBIENTAL: OLHARES SOBRE O AMBIENTE, 1., 2011, Campos de Goytacazes. **Seminário**. Campos de Goytacazes: IFF Guarus: S.i., 2011. p. 1 - 16.

LIMA, Marcus Henrique Dias et al. Eficiência de fungos entomopatogênicos para o controle de ninfas de *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivo de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, [s.i.], n. 08, p.47-56, dez. 2012. ISSN 1808-981X.

LOPES, Rogério B. et al. The fungistatic and fungicidal effects of volatiles from metathoracic glands of soybean-attacking stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) on the entomopathogen *Beauveria bassiana*. **Journal Of Invertebrate Pathology**, [s.l.], v. 132, p.77-85, nov. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2015.08.011>.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. **Agroecologia: Aumenta número de produtores de orgânicos no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/02/aumenta-numero-de-produtores-de-organicos-no-brasil>>. Acesso em: 02 maio 2016

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. **Produção Sustentável**: Número de produtores orgânicos cresce 51,7% em um ano. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/03/numero-de-produtores-organicos-cresce-51porcento-em-um-ano>>. Acesso em: 02 maio 2016.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. **Soja**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

MISSÃO, Maurício Roberto. Soja: Origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Revista de Ciências Empresariais**, Maringá, v. 3, n. 1, p.07-15, jan. 2006.

OLIVEIRA, Alan Martins de et al. Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 01, n. 02, p.01-09, jul. 2006.

OLIVEIRA, Lenita Jacob et al. Insetos que atacam raízes e nódulos da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, Clara Beatriz; CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding; MOSCARDI, Flavio. **SOJA - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Brasília: Embrapa, 2012. Cap. 02. p. 859.

ORGANICSNET. **Mercado de orgânicos cresce o dobro no Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.organicsnet.com.br/2016/01/mercado-de-organicos-cresce-o-dobro-no-brasil/>>. Acesso em: 05 maio 2016.

PANIZZI, Antônio Ricardo; BUENO, Adeney de Freitas; SILVA, Flávia Augusta Cloquet da. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, Clara Beatriz; CORRÊA-FERREIRA, Beatriz Spalding; MOSCARDI, Flavio. **SOJA - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Brasília: Embrapa, 2012. Cap. 05. p. 859.

PARRA, José Roberto P. et al. Controle Biológico: Terminologia. In: PARRA, José Roberto P. et al. **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Manoele, 2002. Cap. 01. p. 635.

PARKER, Bruce et al. Virulence of BotaniGard® to Second Instar Brown Marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). **Insects**, [s.i.], v. 6, n. 2, p.319-324, 9 abr. 2015.

PORTAL BRASIL. **Economia e Emprego: Agricultura Orgânica**. 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/10/agricultura-organica-deve-movimentar-r-2-5-bi-em-2016>>. Acesso em: 04 maio 2016.

RAAFAT, I. et al. *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) Cuticle as a Barrier for *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces sp.* Infection. **African Entomology**, [s.i.], v. 23, n. 1, p.75-87, mar. 2015. Entomological Society of Southern Africa. <http://dx.doi.org/10.4001/003.023.0128>.

SANTOS, José Ozildo dos et al. A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 06, n. 01, p.35-41, dez. 2012.

SANTOS, José Ozildo dos et al. Os sistemas alternativos de produção de base agroecológica. **Agropecuária Científica no Semiárido**, [s.i.], v. 09, n. 01, p.01-08, jan. 2013. ISSN 1808-6845.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, Valvenarg Pereira da; PEREIRA, Mônica Josene Barbosa; TURCHEN, Leonardo Morais. Efeito de extratos vegetais no controle de *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de soja na região sudoeste do estado de Mato Grosso. **Revista de Agricultura**, Tangará da Serra, v. 88, n. 03, p.185-190, 2013.

SIMONATO, Juliana; GRIGOLLI, José Fernando Jurca; OLIVEIRA, Harley Nonato de. **Controle Biológico de Insetos-praga na Soja**. Curitiba: Fundação MS, 2010. 247 p.

SOSA-GÓMEZ, Daniel R.; MOSCARDI, Flávio. Laboratory and Field Studies on the Infection of Stink Bugs, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii*, and *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) with *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Brazil. **Journal Of Invertebrate Pathology**, [s.i.], v. 1, n. 71, p.115-120, set. 1998.

SOSA-GÓMEZ, Daniel Ricardo et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. 3. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 100 p. (Documentos 269, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

STAUDT, Nivaldo Camilo et al. Novos isolados de *Beauveria bassiana* como agentes biológicos para o controle do gorgulho-do-milho *Sithophilus zeamais* Mots., (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). In: ANUÁRIO DA PRODUÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DISCENTE, 24., 2011, Valinhos. **Anais...** . Valinhos: Anhanguera Educacional, 2011. v. 14, p. 369 - 375.

TAI, Marina Hsiang Hua; ALBERNAZ, Douglas Araujo dos Santos; ELIAS, Carmeci Natalina; LUZ, Christian. Atividade ovicida de fungos hifomicéticos em *Aedes aegypti*. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – CONPEEX, 3., 2006, Goiânia. **Anais eletrônicos do XIV Seminário de Iniciação Científica**, Goiânia: UFG, 2006. n.p.

USDA - United States Department of Agriculture. **Economics, Statistics and Market Information System**. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/homepage.do;jsessionid=BF0C7F33B172A9620A743C655F58859E>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

USDA - United States Department of Agriculture. **Economics, Statistics and Market Information System**. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/homepage.do;jsessionid=BF0C7F33B172A9620A743C655F58859E>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

WOLFANG, Wilyssys. **Sustentabilidade:** Produção de alimentos orgânicos cresce 300% em 10 anos no Brasil. 2013. Canal Rural. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/producao-alimentos-organicos-cresce-300-anos-brasil-28762>>. Acesso em: 04 maio 2016.

ZAMBIAZZI, Everton Vinicius et al. Controle biológico in-vitro do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) com *Beauveria bassiana*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Sinop, v. 05, n. 03, p.43-48, maio 2012.