

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

JOÃO VITOR OLIVEIRA BORGES

CONCENTRAÇÃO DE *Heterorhabditis amazonensis* (NEMATODA: RHABDITIDA)
VISANDO O CONTROLE DO PERCEVEJO-MARROM NA CULTURA DA SOJA

Monte Carmelo
2020

JOÃO VITOR OLIVEIRA BORGES

CONCENTRAÇÃO DE *Heterorhabditis amazonensis* (NEMATODA: RHABDITIDA)
VISANDO O CONTROLE DO PERCEVEJO-MARROM NA CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho

Monte Carmelo
2020

JOÃO VITOR OLIVEIRA BORGES

CONCENTRAÇÃO DE *Heterorhabditis amazonensis* (NEMATODA: RHABDITIDA)
VISANDO O CONTROLE DO PERCEVEJO-MARROM NA CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 23 de julho de 2020

Banca Examinadora

Profa. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho
Orientadora

Prof. Dr. Jardel Boscardin
Membro da Banca

Prof. Dr. Lucas Silva de Faria
Membro da Banca

Monte Carmelo
2020

SUMÁRIO

RESUMO	04
1 INTRODUÇÃO	05
2 OBJETIVO	06
3 REVISÃO DE LITERATURA	07
3.1 Cultura da soja	07
3.2 <i>Euschistus heros</i>	08
3.3 Nematoides entomopatogênicos	12
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Dados gerais	14
4.2 Multiplicação <i>in vivo</i> de nematoides entomopatogênicos	16
4.3 Concentração e produção de juvenis infectantes	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6 CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	20

RESUMO

A soja, *Glycine max*, é o maior produto de exportação brasileira. O Brasil é o vice-líder do *ranking* mundial de produtores da leguminosa, seguido dos Estados Unidos. Entre os principais desafios para o cultivo de soja pode-se destacar a ocorrência de pragas, que podem causar danos severos e reduzir a produção. O percevejo-marrom, *Euschistus heros*, é um dos importantes insetos sugadores que causam danos econômico na cultura. O controle biológico é um método que pode ser incluído no plano de manejo de praga, sendo o uso de nematoides entomopatogênicos potenciais no controle biológico de insetos-praga. Desta forma, tem-se por objetivo verificar a concentração de *Heterorhabditis amazonensis* adequada para aplicação no controle do percevejo-marrom na cultura da soja. O nematoide *H. amazonensis* MC01 foi testado nas concentrações de 50, 100, 150, 200 e 250 JI inseto⁻¹ em adultos de *E. heros*. Para cada tratamento foram usadas 10 repetições. Na testemunha foi aplicada apenas água destilada. As avaliações foram realizadas após cinco e sete dias da inoculação dos nematoides. Após permanecerem na câmara seca, os percevejos mortos foram transferidos para armadilhas de White para avaliação de produção de JIs para cada espécie de nematoide. Os dados de mortalidade e produção foram submetidos à análise de variância e submetidos à análise de regressão. Verificou-se que tanto para as avaliações realizadas aos cinco dias como aos sete dias, a concentração de 150 JIs inseto⁻¹ foi considerada a melhor para causar mortalidade em *E. heros*. A maior produção de JIs em cadáveres de *E. heros* ocorreu quando foi utilizada a concentração de aplicação de 150 JIs inseto⁻¹.

Palavras-chave: nematoide entomopatogênico, controle biológico, *Glycine max*, *Euschistus heros*.

1 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae), é originária do continente asiático, e foi introduzida no Brasil em 1882, tornando-se atualmente o maior produto de exportação do país. Foi inicialmente cultivada no estado do Rio Grande do Sul e rapidamente foi disseminada para outros estados, sendo hoje plantada em todo o território nacional (MARTINS, 2018).

A safra 2019/2020 marcou a retomada da produção brasileira e estabeleceu o país como o maior exportador e produtor do mundo, superando os Estados Unidos (NEDER, 2020). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), foram 123,2 milhões de toneladas produzidas, um aumento de 4,4% em relação à safra 2018/2019. A área semeada foi de 36,9 milhões de hectares e foram exportados 75 milhões de toneladas na safra, acompanhada do aumento do preço da sacada soja (CONAB, 2020).

A produtividade de grãos desta leguminosa pode ser limitada por diversos fatores bióticos e abióticos. Dentre os principais motivos para a redução da produção da cultura, encontram-se os fatores fitossanitários, com destaque para os insetos pragas (STEFANELO, 2017). Os percevejos fitófagos, pertencentes à família Pentatomidae, *Piezodorus guildinii* (Westwood), *Nezara viridula* (Linnaeus), *Dichelops furcatus* (Fabricius), *Edessa meditabunda* (Fabricius), *Chinavia* sp. (Say) e *Euschistus heros* (Fabricius) estão entre as principais pragas da cultura da soja no Brasil (DEGRANDE; VIVAN, 2007; HOFFMANN-CAMPO et al., 2012).

O percevejo-marrom, *E. heros*, é encontrado em maior abundância no Brasil, desde lavouras do Rio Grande do Sul, passando pelo Sudeste e Centro Oeste, até a região norte do país (SOSA-GÓMEZ et al., 2014). São insetos sugadores, que se alimentam diretamente dos grãos da planta causando perdas qualitativas e quantitativas no produto da lavoura (CÔRREA-FERREIRA et al., 2009).

O manejo integrado de pragas (MIP) é a utilização de diversas técnicas de manejo para manter a população da praga abaixo do dano de nível econômico (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). O controle químico por meio da pulverização de inseticidas, apesar de efetivo, não é recomendado como única forma de controle para o controle de *E. heros* na soja. Os produtos comerciais se limitam a três grupos químicos, organofosforados, piretroides e neonicotinoides, com cerca de 50 produtos registrados pelo MAPA (AGROFIT, 2020).

Já foi levantada a hipótese de casos de resistência do percevejo-marrom-da-soja e perdas da eficiência das moléculas existentes no mercado (BARROS, 2018). Em Goiás já foi mapeado o risco da falha de controle do *E. heros* para beta-ciflutrina e para o imidaclopride (TUELHER et al., 2017). O uso de inseticidas pode ocasionar também a morte de inimigos naturais encontrados nas lavouras de soja (QUINTELA et al., 2012), que ajudam na redução populacional do percevejo marrom da soja, estando os parasitoides de ovos entre os mais importantes (BARROS, 2018).

Dentre as 20.000 espécies do Filo Nematoda há as famílias que abrangem os nematoides entomopatogênicos (NEPs), que parasitam insetos levando-os a morte (VIDAL et al., 2018). Os NEPs pertencem à Ordem Rhabditida (Nematoda: Secernentea), na qual estão inseridas as famílias *Steinernmatidae* e *Heterorhbiditidae* (ADAMS et al., 2002). O efeito é explicado em consequência da associação de bactérias endossimbiontes pertencentes aos gêneros *Xenorhabdus* e *Photorhabdus*, que são transportados em seu intestino (KAYA; STOCK, 1997).

Os NEPs apresentam compatibilidade a diversos grupos químicos e biológicos com ação sinérgica em misturas, eficiência a certas espécies que façam parte de seu ciclo biológico no solo, comportamento por busca do hospedeiro, persistência no ambiente, não toxicidade ao homem e ao meio ambiente, isenção de registro dos produtos biológicos formulados junto aos órgãos federais da saúde, agricultura e meio ambiente no Brasil e a Environmental Protection Agency (EPA), nos Estados Unidos, ou a organismos congêneres em vários outros países (BRIDA et al., 2018).

O uso de NEPs apresenta êxito em nível comercial no controle de insetos pragas, em diferentes ordens: Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Orthoptera, Thysanoptera e Sifonaptera (MINAS, 2008). Dentre as espécies de hemípteras controlados com sucesso estão: *Dysmicoccus texensis* (ALVES, 2009) e *Dichelops melacanthus* (GUIDE et al., 2015).

2 OBJETIVO

Avaliar a concentração de aplicação de juvenis infectantes do nematoide entomopatogênico *H. amazonensis* MC01 visando o controle do percevejo-marrom.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura da soja

A soja é uma planta herbácea com frutos em vagens (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005), sendo originária da Manchúria, região nordeste da China. O primeiro relato em território brasileiro foi em 1882 na Bahia, onde não houve boa adaptação em latitude em torno de 12 graus. Entretanto, em 1914, a cultura foi introduzida de fato, no Rio Grande do Sul, na chamada região pioneira de Santa Rosa, onde os primeiros plantios comerciais se iniciaram a partir de 1924 (MANDARINO, 2017).

A partir da década de 70, houve expansão da soja do sul para o norte do Brasil, principalmente na região do Cerrado, sendo que atualmente a cultura predomina praticamente quase todo o território nacional. O melhoramento genético foi um dos precursores do sucesso da leguminosa, possibilitando o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e adaptadas a diferentes climas e com resistência a várias doenças (SILVA et al., 2017).

Cerca de 49% do uso da soja vão para a produção de óleo e farelo, utilizados principalmente em dietas humanas e animais e na fabricação de bicom bustíveis, como o biodiesel. Outros 44% são destinados à exportação, tendo a China como maior comprador. Os 7% finais são destinados ao processamento de diversos bens de consumos, tais como, cosméticos, produtos farmacêuticos, revestimentos, tintas, plásticos, adubos, formulador de espumas, entre outros (CECHINEL, 2014).

Os estádios fenológicos da soja são divididos em fase vegetativa, com seis estádios, e reprodutiva, com nove estádios. Os estádios da fase vegetativa são determinados de acordo com variações que ocorrem na haste principal; no estádio reprodutivo, por sua vez, observa-se a parte mediana da haste principal nas cultivares de crescimento indeterminado, e as mudanças que ocorrem no terceiro e quarto nó de cima para baixo em cultivares de crescimento determinado (SOUSA, 2019).

A temperatura média para cultivo de soja está em torno de 30°C, sendo que a maturação acelera em condições de temperaturas superiores. A floração é induzida em ambientes acima de 13°C, havendo danos ao crescimento e floração em locais em que a temperatura atinja mais que 40°C (EMBRAPA, 2013).

A soja é uma cultura extremamente exigente em recursos hídricos, variando de 430 a 800 mm motivo pelo qual agricultores preferem semear na estação do verão, em que há grandes ocorrências de chuva (EMBRAPA, 2013). O uso de água, assim como a utilização de macro e micronutrientes, deve estar em equilíbrio para que não haja queda na produtividade (GAVA, 2014).

O nitrogênio (N) é o elemento mais requerido pela espécie. Contudo, não se faz necessário a sua aplicação na adubação, já que a fixação biológica de nitrogênio (FBN) é a principal fonte de N para a soja. Já as recomendações de fósforo (P) e potássio (K) variam de acordo com o estado e região (EMBRAPA, 2007). Minas Gerais segue as recomendações de adubação da 5ª Aproximação (RIBEIRO et al., 1999).

No Brasil, o clima tropical quente e úmido, juntamente com o cultivo de duas ou mais safras no ano, faz com que as pragas se mantenham em atividade no campo por quase todo ano. Tais insetos-pragas podem danificar as vagens e grãos da soja em formação, transmitir vírus em plantas leguminosas como a mosca-branca (*Bemisia* sp.), causar desfolhas, entre outros danos econômicos ao produtor (GIRALDELI, 2018).

A busca por cultivares de soja com maior tolerância ao ataque de insetos sugadores foi intensificada desde 2016, a primeira cultivar de soja com tolerância ao ataque de percevejos foi registrada pela Embrapa em 2018. A cultivar desenvolvida por meio de melhoramento genético tradicional, tem elevado potencial produtivo e suporta o dobro do ataque de percevejos, sem reduzir o rendimento (EMBRAPA, 2018).

3.2 *Euschistus heros*

O percevejo-marrom é uma espécie adaptada as regiões de clima tropical (CÔRREA-FERREIRA, 2009), presente principalmente na América do Sul (CARVALHO, 2014). No Brasil, sua presença é mais abundante entre a região norte do Paraná até o Centro-Oeste (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000), porém há o registro da praga em outras regiões produtoras como no Maranhão, onde o percevejo-marrom corresponde a mais de 90% dos percevejos coletados em levantamento na região (PANIZZI et al., 2012).

Euschistus heros é um inseto sugador, que possuem a antena dividida em cinco segmentos (BORROR; TRIPLEHORN; JOHNSON, 1989; PANIZZI et al., 2000), da família Pentatomidae, uma das maiores famílias da ordem Hemiptera, onde são descritas

aproximadamente 36.096 espécies de insetos, dos quais 650 são encontrados em território brasileiro (FERNANDES, 2017).

Trata-se de um inseto polífago, ou seja, capaz de se alimentar de diversas variedades de plantas de importância econômica, como o algodoeiro, feijoeiro, milho e girassol (CÔRREA-FERREIRA; PANIZZI, 1999). Além das plantas cultivadas, se abrigam em épocas desfavoráveis em plantas daninhas, muitas vezes essas infestantes ocorrem simultaneamente com as culturas e de permanência na área após a colheita, tornando assim as plantas hospedeiras alternativas como fonte de reinfestação de insetos praga (SOUZA et al., 2019).

Em relação ao ciclo de vida observa-se que da oviposição até a eclosão dos ovos tem-se 4 a 5 dias, o 1º instar com 3 dias, 2º instar variando de 4 a 5 dias, 3º instar entre 3 a 7 dias, 4º instar com cerca de 4 a 6 dias, 5º instar de 2 a 7 dias, até se tornarem adultos (CIVIDANES; PARRA, 1994). O seu ciclo de vida pode ter até 114 dias, sendo cerca de sete dias em fase de ovo, vinte e nove dias em fase de ninfas e setenta e oito dias em fase adulta (CIVIDANES, 1992).

O número de ovos por postura de *E. heros* varia de 1 a 25, sendo a postura de um ovo denominada de postura isolada (MEDEIROS et al., 1997). Os ovos são depositados em folhas ou vagens da cultura e sua postura é feita em fileira dupla, com 5 a 8 ovos (KOPPERT, 2020). Os ovos inicialmente possuem cor amarelada, tornando-se alaranjados à medida que vão avançando os estágios. Nesta fase aparecem indícios do aparecimento das ninfas com pequenas pontuações, denotando a presença de seus olhos, assim como em outros pentatomídeos (PANIZZI; PARRA, 1991).

Após a eclosão, as ninfas do 1º instar apresentam comportamento gregário, mantendo-se agrupadas na parte superior da massa de ovos. A movimentação dos insetos por folhas e vagens das plantas é observada a partir do 2º instar. A partir desse estágio ocorre o início do comportamento alimentar característico, determinado pela inserção do estilete na superfície das vagens ou folhas (DEGRANDE; VIVAN, 2005). As ninfas mais jovens podem ser amareladas, esverdeadas, ou cinzas e possuem manchas nas bordas e sobre o abdome. As mais velhas são marrons ou cinzas, com algumas manchas claras ou escuras (MENEGUIM et al., 1989).

Os adultos possuem comprimento de aproximadamente 11 mm e tem coloração marrom escuro, inclusive no abdome (NOGUEIRA, 2018). No protórax, existem dois prolongamentos laterais pretos, em forma de espinhos pontiagudos, o que facilita o seu reconhecimento e há uma mancha branca, em formato de meia lua no dorso na extremidade

do escutelo, acima da parte membranosa das asas (DEGRANDE; VIVAN, 2012). As asas anteriores são conhecidas como hemiélitros: parte basal coriácea e uma apical membranosa. Suas antenas são setáceas (CÔRREA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

A ocorrência do percevejo-marrom na cultura da soja, como em outras, vem se tornando um problema bastante grave a cada safra, e em função disso vários fatores podem ser mencionados como o ataque de altas populações do inseto em lavouras, a não utilização do monitoramento das pragas, novos indivíduos resistentes a inseticidas e aplicações de forma inadequada de produtos que levam ao desequilíbrio e ao surgimento rápido de novos insetos pragas (NOGUEIRA, 2018). Quanto à tecnologia de aplicação, vários outros problemas também podem ser citados, como a baixa eficiência do ingrediente ativo sobre o alvo, ocasiona um agravamento do problema (SILVA, 2013).

O dano estimado para um indivíduo por m^2 de *E. heros* é de 0,08 gramas por dia. Considerando esse dano em 1 hectare, será de $0,8 \text{ kg ha}^{-1}$. Em aproximados 35 dias, o prejuízo será de aproximadamente 30 kg ha^{-1} por percevejo/ m^2 (BAYER, 2020). Estima-se que na colheita os grãos afetados apresentam peso 40% inferior aos sadios, gerando, em perdas de até 10 sacas por ha (BARROS, 2018).

O percevejo marrom suga praticamente todas as partes da planta como os ramos, hastes, vagens em formação e grãos, injetando tóxicas e inoculando fungos, e se há uma grande população na lavoura, causam danos irreversíveis (ÁVILA; GRIGOLLI, 2014). Os percevejos quando sugam os ramos e hastes provocam a retenção foliar, o que atrapalha a colheita e aumenta a umidade dos grãos colhidos (BAYER, 2020), quando se alimentam das vagens em formação provocam vagens secas e chochas, quando atacam o grão provoca a má formação, murchamento e manchas, afetando a produção e a qualidade das sementes (NOGUEIRA, 2018).

Além das perdas na qualidade física, há a redução em vigor e níveis de viabilidade, o que pode ser observado em campo, com a produção de estandes desuniformes e de baixa produtividade. O grau de severidade dos prejuízos ocasionados pelos percevejos depende de seu estágio de desenvolvimento, do tempo de permanência e do nível populacional presente na cultura, do estágio fenológico em que as plantas se encontram e, além disso, do local da semente em que ocorreu a picada pelo inseto-praga (NOGUEIRA, 2018).

O percevejo-marrom quando se instala na cultura da soja em específico causa alguns danos em fase inicial de cultivo, ataques podem levar ao abortamento de vagens e implicar no retardamento da maturação dos grãos. É comum observar a planta com retenção foliar e hastes verdes, distúrbio fisiológico chamado de soja louca. O ataque em vagens em formação reduz

o peso e tamanho dos grãos, os mesmos, ficam enrugados e chochos, com coloração enegrecida ou arroxeadada (BARROS, 2018) há também o favorecimento de doenças sobre os grãos e sementes, causando danos antes e após a colheita (NOGUEIRA, 2018). Dessa forma, em lavouras em que a produção é destinada para a obtenção de sementes, as mesmas se tornam inviáveis para tal, devido ao seu baixo vigor (BARROS, 2018).

Também podem haver danos na qualidade ou invisíveis ao produtor, os quais são alterações de proteínas e de óleo no grão (BAYER, 2020). Assim, após a venda da produção penalidades financeiras poderão vir acontecer por parte da indústria devido aos grãos escuros ou sujos, o que dificultam o beneficiamento e a produção de óleo (BARROS, 2018).

Embora o percevejo-marrom se faça presente na área desde o período vegetativo da cultura, é no período reprodutivo que ocorrem os prejuízos. O estágio fenológico de maior susceptibilidade ocorre no início de desenvolvimento das vagens – R3 (fase de canivetinho) e vai até a maturação fisiológica da planta – R7 (BARROS, 2018).

Os adultos de percevejos marrons quando presentes no final do estágio vegetativo – V8, não apresentam queda no rendimento de grãos da soja, independentemente da sua densidade populacional (FERNANDES, 2017).

O monitoramento de *E. heros* deve ser constante na avaliação da lavoura, em pontos pré-estabelecidos, para a detecção do inseto que pode vir a causar prejuízos econômicos se não controladas. A densidade populacional do percevejo é que vai indicar se a praga está no nível de controle, ou seja, um nível antes do dano econômico (MATIOLI, 2019). O pano de batida é uma técnica importante para amostragem do percevejo-marrom e é considerada uma boa estratégia para o monitoramento da cultura (ÁVILA; GRIGOLLI, 2014).

O nível de controle de percevejos para produção de grãos é de dois percevejos maiores que 0,5 cm por metro de linha de fileiras de soja (CORRÊA-FERREIRA, 1993). A cultura da soja, na última década, sofreu grande intensificação tecnológica, como exemplo, o aumento da produtividade e resistência ao herbicida glifosato. Com isso, há a necessidade de que esses níveis de controle sejam avaliados diante deste novo cenário tecnológico (FERNANDES, 2017).

O controle eficaz de percevejos na cultura da soja é recomendado a partir do estágio R3, quando o inseto atinge o nível de dano econômico na plantação. Antes desse estágio, ainda não há a formação de vagens, o inseto portanto, ainda não causa perdas (CÔRREA-FERREIRA, 2005). Os inseticidas pertencentes ao grupo químico dos neonicotinoides, piretroides, organofosforados, estão disponíveis e são alguns dos recomendados para o manejo do percevejo-marrom na soja (RIBEIRO, 2019). No entanto, já tem sido observada

redução na eficácia de controle utilizando a maioria dos inseticidas registrados para o percevejo-marrom, pois além de poucos grupos químicos, dificulta a rotação dos ingredientes ativos, fazendo os percevejos adquiram resistência aos inseticidas atualmente registrados (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012).

Os métodos químicos para o controle de insetos-pragas têm sido debatidos muito nos últimos anos, há uma preocupação maior em conservação ambiental e saúde humana. Com isso novas formas de se fazer a harmonia ambiente e agricultura vêm sendo procuradas (NOGUEIRA, 2018).

O controle biológico pode ser feito por vários fatores de mortalidade, sendo divididos entre insetos entomófagos e entomopatógenos. Os insetos entomófagos, que podem ser predadores, parasitas ou parasitoides, alimentam-se dos percevejos de forma a promover a minimização direta da população. Os entomopatógenos que podem ser fungos, nematoides, bactérias ou vírus, além de outros micro-organismos, causam a morte do inseto causando doenças nos mesmos (NOGUEIRA, 2018).

3.3 Nematoides entomopatogênicos

Os nematoides entomopatogênicos são organismos presentes no solo podendo ser encontrados em todo o globo terrestre, como áreas agrícolas, florestas, mares, geleiras e desertos. O termo entomopatogênico refere-se à capacidade de causar patogenia em insetos por meio de liberação de toxinas ou outra substância de caráter inseticida (KOPPENHÖFER, GREWAL, KAYA, 2000; SUBRAMANIAN; MUTHULAKSHMI, 2016).

No controle de pragas apresentam sucesso de interação, pois seus hábitos biológicos e associações com bactérias simbiotes e mutualísticas do gênero *Xenorhabdus* (Thomas & POINAR) e *Photorhabdus* (Louis & Kuhl), que causam a morte do inseto por septicemia (DOLINSKI et al., 2006). Os gêneros com maior potencial no controle de pragas em função da associação com as bactérias simbiotes são *Heterorhabditis* (Rhabditida: Heterorhabditidae) e *Steinernema* (Rhabditida: Steinernematidae) (KAMITANI, 2010).

O uso de NEPs na agricultura é favorecido por apresentarem boa capacidade de locomoção no solo à procura de hospedeiros a quais são atraídos por diferencial no teor de CO₂ e, possivelmente, componentes fecais dos insetos, ou por terem uma extensa lista de hospedeiros, o que ajuda em condições desfavoráveis a sua sobrevivência, ou ainda, pela

facilidade de multiplicação e armazenamento em laboratórios antes de serem aplicados (GARCIA, 2006).

O ciclo de vida desses nematoides consiste na fase de ovo, quatro estágios juvenis (J1, J2, J3 e J4) e adulto (RIBEIRO, 2018). A forma larval de resistência é conhecida como juvenil infectante (JI), que se encontra em vida livre no solo. Os JIs apresentam orifícios naturais que ficam fechados nessa fase (boca e ânus) e duas cutículas sobrepostas, de forma a evitar dessecação e conferir maior tempo de sobrevivência. Os JIs possuem no interior do seu tubo digestivo (intestino) uma monocultura de bactérias que sobrevivem com crescimento e metabolismo controlados, até que este encontre um inseto para infectar. Os JIs infectam este inseto, adulto ou forma jovem, penetrando através de orifícios naturais como boca, ânus ou espiráculos (VIDAL et al., 2018).

Conseguindo avançar a principal cavidade do inseto, hemocele, os JIs as bactérias contidas no trato intestinal, as quais acabam por iniciar um quadro de infecção (VIDAL et al., 2018). Essas bactérias rapidamente lesam ou matam o inseto, entre 24 e 48 horas, onde iniciam o processo de bioconversão do cadáver, que se caracteriza pela proliferação intensa das bactérias que expelem metabólitos secundários, toxinas e exoenzimas (CICHE; ENSIGN, 2003).

Com a associação, os nematoides garantem proteção a bactéria fora do corpo do inseto e atuam no transporte ou vetor dela de um cadáver já morto à hemocele de outro com vida. A bactéria por sua vez, serve como fonte de nutrientes ao nematoide (FERRAZ, 1998).

Na cultura da cana de açúcar, a utilização de NEPs, para o controle do bicudo da cana de açúcar *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae), apresentou bons resultados e *Heterorhabditis* sp. apresentaram índice de mortalidade de até 70% de insetos mortos (GIOMETTI, 2010). A patogenicidade de nematoides entomopatogênicos e de bactérias associadas para o controle biológico de *Spodoptera frugiperda*, foram descritas e o gênero *Heterorhabditis* sp. apresentou maior virulência comparada a *Steinernema* sp. Os dados também demonstram que as bactérias *Photorhabdus* e *Xenorhabdus*, possuem propriedades entomotóxicas quando liberadas na hemolinfa da lagarta (SALVADORI, 2011).

O gênero *Heterorhabditis*, encontra-se em todo o mundo. No Brasil, amostragens de solo e isolamentos de NEPs realizados nos estados de Rondônia, Amazonas, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, apontam uma maioria de isolados correspondente ao gênero *Heterorhabditis* (DOLINSKI; MOINO Jr., 2006).

A espécie *H. amazonensis*, foi descrita a partir de indivíduos coletados em uma área florestal da cidade de Benjamin Constant, no norte do estado do Amazonas, também foi

observada duas populações de nematoides obtidas em Lavras, Minas Gerais, como sendo *H. amazonensis*. De modo semelhante, isolados de *Heterorhabditis* foram coletados em áreas de plantações comerciais e de vegetação nativa na região de Monte Carmelo, em Minas Gerais, correspondendo ao isolado MC01 (ANDALÓ et al., 2006).

No controle do percevejo barriga verde (*Dichelops melacanthus*), *Heterorhabditis amazonensis* apresentou índice de mortalidade de 76%, mostrando seu potencial uso no controle biológico de insetos da família Pentatomidae (GUIDE et al., 2015).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Dados gerais

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, coordenadas geográficas 18°43'28.0''S, 47°31'25.6''O em lavoura de soja estabelecida em 05 de dezembro de 2019 (Figura 1) e em Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo.



Figura 1. Área de plantio de soja para utilização no experimento (retângulo em vermelho).

O solo predominante da região é classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico. O clima é caracterizado como Aw, segundo a classificação de Köppen, que é marcado por duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca.

A variedade de soja utilizada para semeio foi a cultivar Desafio RR, de porte médio, hábito de crescimento indeterminado, cor da flor branca, cor da pubescência cinza e cor do hilo marrom-claro. Na data foram pesados 5 kg de sementes para plantio em uma área de 400 m² (20 x 20 m). O espaçamento adotado foi o de 0,5 m de distância entre plantas, ocasionando 23 plantas por metro linear. Ao final a população total de plantas foi de 400.000 plantas por hectare. A profundidade de semeadura foi de 4 a 5 cm. O plantio foi realizado manualmente no dia 05 de dezembro de 2019. Após dois dias do semeio colocou-se sombrite sobre a área para evitar perdas causadas por pombas, que se alimentam dos cotilédones da planta assim que germinam.

Na realização do tratamento de sementes utilizou-se primeiramente 5 mL do fungicida sistêmico e de contato Maxim XL[®], seguido de uma mistura de micronutrientes TSN – Mozic[®] 10 mL, dissolvido em 10 mL de água. Por fim realizou-se a inoculação das sementes com o inoculante HoberSoy[®] (25 mL em 5 Kg).

A soja Desafio RR é altamente exigente em fertilidade, assim, considerando a análise de solo, realizou-se a adubação de base com o adubo químico NPK formulação 04-14-08. A adubação foi feita mecanicamente, distribuindo-se 18g por metro linear do adubo, sendo utilizado para a área total do experimento 15 Kg.

Os demais tratos culturais foram adotados de acordo com as recomendações para a cultura da soja. A retirada de plantas daninhas foi feita por capina manual. Não foi necessária a aplicação de fungicida no experimento.

Os percevejos utilizados para estabelecimento do experimento em laboratório foram obtidos na área de cultivo de soja, quando a cultura estava na fase R6 de desenvolvimento, por meio de pano de batida.

4.2 Multiplicação *in vivo* de nematoides entomopatogênicos

Para multiplicação dos nematoides entomopatogênicos foram utilizadas larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Foram utilizadas nematoides entomopatogênicos armazenado no banco de entomopatógenos do Laboratório de Entomologia da UFU.

Os juvenis infectantes (JI) dos nematoides foram inoculados, com auxílio de micropipeta, em placas de Petri (9 cm) contendo papel de filtro esterilizado e larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), criadas de acordo com metodologia de Potrich et al. (2007).

As placas de Petri foram incubadas em câmara climatizada B.O.D. a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Após a mortalidade das larvas, as que apresentaram sintomas característicos de infecção por nematoides entomopatogênicos, foram transferidas para câmara seca, que consiste de placas de Petri contendo papel de filtro esterilizado, permanecendo na mesma por três a seis dias, para multiplicação dos nematoides dentro do corpo do inseto. Após este período, as larvas foram transferidas para armadilha de White (WHITE, 1927), sendo estas utilizadas para obtenção dos JI da espécie testada nos bioensaios.

4.3 Concentração e produção de juvenis infectantes

Para verificar a concentração de aplicação de nematoides entomopatogênicos foi testado o nematoide *Heterorhabditis amazonensis* MC01 nas concentrações 50, 100, 150, 200 e 250 JI inseto⁻¹ em adultos do percevejo-castanho.

Os JIs foram aplicados, utilizando pipeta manual, em placas de Petri de 9 cm contendo duas folhas de papel filtro, uma vagem de cerca de 3 cm e cinco insetos em cada placa. Foram aplicados 1,5 mL de suspensão por placa. Para cada tratamento foram usadas 10 repetições. No controle foi aplicada apenas água destilada. As placas foram fechadas com Parafilm[®] e mantidas em condições controladas em B.O.D., com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e 12 horas de fotofase. As avaliações foram feitas após cinco e sete dias da inoculação dos nematoides. A confirmação da mortalidade foi realizada após os cadáveres

permanecerem três dias em câmara seca, por meio de sintomatologia característica por morte causada por nematoides, mudança na coloração do corpo do inseto.

Após permanecerem na câmara seca, os percevejos mortos foram transferidos para armadilhas de White para avaliação de produção de JIs por cada espécie de nematoide. Após o início da emergência dos JIs nas armadilhas, estes foram coletados por até sete dias e quantificados utilizando microscópio estereoscópio. Os dados de mortalidade e produção foram submetidos à análise variância e submetidos à análise de regressão com auxílio do software estatístico Speed Stat 2.3 (CARVALHO; MENDES, 2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os sete dias, o índice de mortalidade dos percevejos em todas as concentrações de JIs inseto⁻¹ foram maiores, em função do maior tempo que os JIs tiveram para colonizar e propagar no corpo do inseto, causando mortalidade. Com cinco dias e sete dias, na concentração de 150 JIs inseto⁻¹ foram obtidos os melhores resultados para a porcentagem de mortalidade do inseto, sendo 40% e 50%, respectivamente. Em ambos os dias, a partir da concentração de 200 JIs inseto⁻¹ há um declínio na porcentagem de percevejos mortos, o que pode ocorrer devido ao fato de que uma grande população de nematoides pode ter penetrado no corpo do inseto, causando maior competição por recursos alimentares (Figura 1).

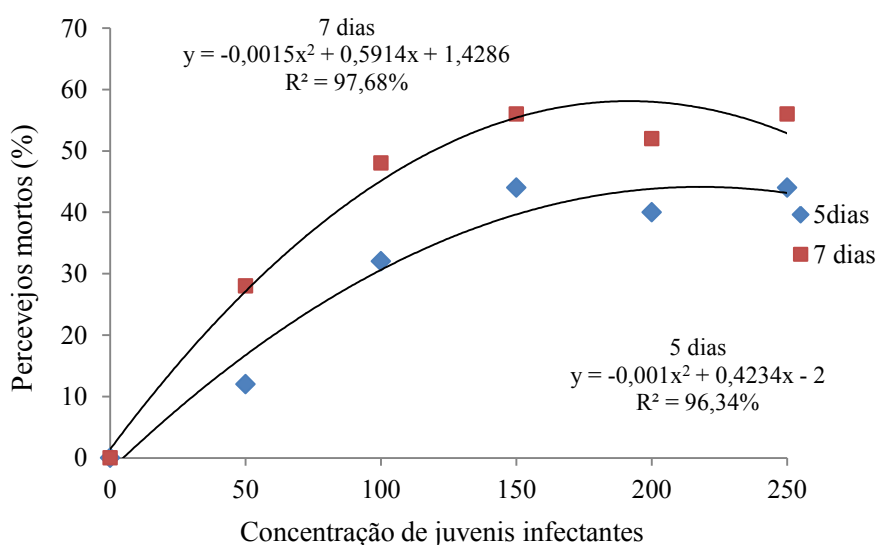


Figura 1. Mortalidade corrigida (%) de adultos de *Euschistus heros* causada pelo nematoide entomopatogênico *Heterorhabditis amazonensis* MC01 após cinco e sete dias.

Em relação à produção de juvenis infectantes em cadáveres de *E. heros* houve uma menor produção de juvenis infectantes quando aplicados 50 JIsinseto⁻¹, sendo recuperados em armadilha de White 90.000 JIs. Na concentração de 100 JIs inseto⁻¹, houve um aumento na reprodução, sendo de aproximadamente 94.000 JIs. A maior produção acontece quando aplicados 150 JIs inseto⁻¹, onde a população de JIs obtida chega a 100.000 JIs. A partir das concentrações de 200 e 250 JIs inseto⁻¹ é possível verificar na curva de reprodução de JIs que há uma tendência ao declínio, ocorrendo uma diminuição na produção de JIs (Figura 2). O fato se deve, a grande população de JIs que penetraram dentro do corpo do inseto, ocasionando uma maior competição por espaço e alimento, deixando de exercer a sua função reprodutiva.

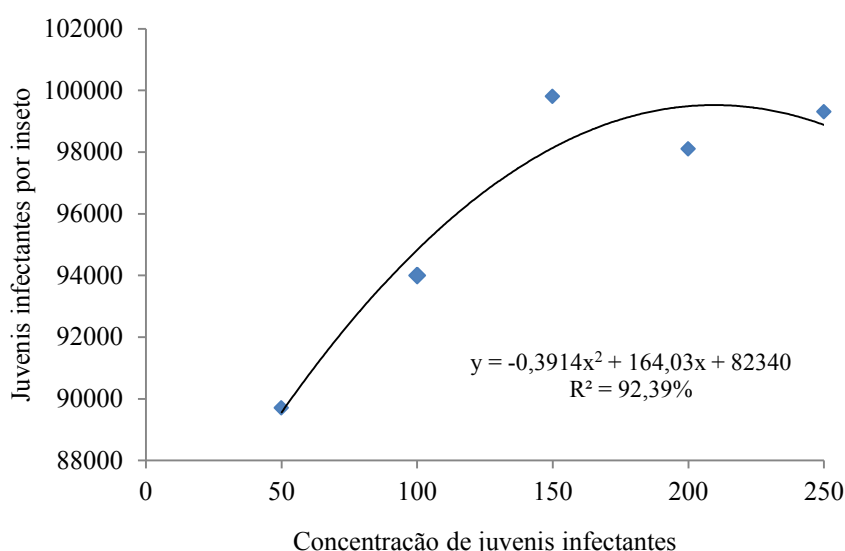


Figura 2. Produção de juvenis infectantes de *Heterorhabditis amazonensis* MC01 aplicado em diferentes concentrações em adultos de *Euschistus heros*.

Em trabalho desenvolvido por Guide et al. (2015), os autores testaram a virulência de diferentes isolados de nematoides das espécies *Heterorhabditis* sp. e *Steinernema* sp., nas concentrações de 100 JIsinseto⁻¹ em *Dichelops melacanthus*, percevejo barriga-verde. Dentre todos os isolados todos da espécie *Heterorhabditis* causaram maior mortalidade comparado a *Steinernema* sp. No entanto, entre as espécies de *Heterorhabditis* o isolado RSC 05 apresentou apenas 10% de mortalidade no percevejo barriga-verde. Outros isolados de *Heterorhabditis* foram testados, sendo que apresentaram uma porcentagem maior de mortes em percevejos barriga-verde, chegando a quase 70% de mortalidade. Em comparação, na

concentração de 100 JIs inseto⁻¹, em cinco dias 30% dos percevejos-marrom foram mortos e em sete dias obteve-se cerca de 40% dos percevejos mortos.

O uso de NEPs vem sendo altamente difundido nos últimos anos, em outras culturas e novas pragas, o emprego já vem sendo testado. Martins (2019), testou NEPs para o controle de larvas de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Os isolados *H. amazonensis* MC01, *H. amazonensis* Nepet 11 e *S. carpocapsae*, foram os mais eficazes após três dias de aplicação. Após o 5º dia de aplicação apenas as concentrações de 100 e 150 JIs inseto⁻¹ apresentaram mortalidade nas larvas.

Moreira (2018) testou a mortalidade de larvas de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae causada por *Beauveria bassiana* e *H. amazonensis* MC01, após os cinco dias de avaliação. No experimento, o fungo após o 5º dia, apresentou uma queda no índice de mortalidade, já o nematoide verificou-se um crescimento no índice. Os dados obtidos demonstram o potencial do uso de entomopatógenos sobre larvas de *H. hampei*, já que os resultados apresentam uma porcentagem maior que 90% de mortalidade. Os efeitos de controle de *H. amazonensis*, apresentam potencial para controle de insetos-pragas testados, em função dos índices de mortalidade encontrados.

6 CONCLUSÃO

Para as avaliações realizadas tanto aos cinco dias como aos sete dias, a concentração de 150 JIs inseto⁻¹ foi considerada a melhor para causar mortalidade em *E. heros*.

A maior produção de JIs em cadáveres de *E. heros* ocorre quando é utilizada a concentração de aplicação de 150 JIs inseto⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, B.J., NGUYEN, K.B, GAUGLER, R. Taxonomy and sistematics. In: **Entomophatogenic nematology**. New York: CABI publishing, p 311-332, 2002.
- ALMENARA, D. P. et al. **Nematoides entomopatogênicos**. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular, 2012. 40 p.4.
- ALVES, V.S. et al. Patogenicidade de nematoides entomopatogênicos a cochonilha-da-raiz-do-cafeeiro *Dysmicoccus texensis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae) em laboratório. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 76, n. 1, p. 67-73, 2009.
- ANDALÓ, V.; NGUYEN, K.; MOINO JR, A. *Heterorhahdilis amazonensis* n. sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae) from Amazonas, Brazil. **Nematology**, v. 8, p.853-867, 2006.
- ÁVILA, C. J. de; GRIGOLLI, J. F. J. **Pragas da soja e seu controle**. Londrina: Embrapa, 2014.
- BARROS, L. **Percevejo marrom: 7 estratégias de controle na soja**. 23/11/2018. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/percevejo-marrom/>. Acesso em: 25/06/2020.
- BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **An introduction to the study of insects**. philadelphia: saunders college publ., 1989. 875 p.
- BRIDA, A.L. et al. Situação atual e perspectiva do emprego de neps no manejo de insetos-praga. In: 35º CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 2018, Bento Gonçalves-RS. **Anais...** Resumos e Palestras, p. 55-56, 2018.
- CARVALHO, J. H. S. **Distribuição espacial do percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Heteroptera: Pentatomidae), na cultura da soja, utilizando geostatística**. 2014. iii, 45 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2014.
- CARVALHO, A.M.X.; MENDES, F.Q. SPEED Stat: a minimalist and intuitive spreadsheet program for classical experimental statistics. **Anais da 62ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, 2017. 333pp.
- CECHINEL, C. **A soja além do óleo e do farelo**. 2014. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Soja/noticia/2014/04/soja-alem-do-oleo-e-do-farelo.html> Acesso em: 23 abr. 2018.
- CICHE, T.A.; ENSIGN. J.C. **For the insect pathogen *Photorhabdus luminescens*, wich end of a nematode is out?** Applied Environmental Microbiology, v. 69, p. 1890-1897, 2003.
- CIVIDANES, F.J. **Determinação das exigências térmicas de *Nezara viridula* (L., 1758), *Piezodorus guildinii* (West., 1837) e *Euschistus heros* (Fabr., 1798) (Heteroptera: Pentatomidae) visando ao seu zoneamento ecológico**. 1992. 100 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba, 1992.

CIVIDANES, F.J.; J. R. P. PARRA. Biologia em diferentes temperaturas e exigências térmicas de percevejos pragas da soja. II. *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 1841-1846, 1994.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Utilização do parasitoide de ovos *Trissolcus basal* (Wollaston) no controle de percevejos da soja**. EMBRAPA, Circular Técnica, n. 1, p. 7-40, 1993.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, n. 11, p. 1067-1072, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MINAMI, C.A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja**. Série sementes. Londrina: Embrapa Soja, Circular Técnica, 15 p., 2009.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1999. 45p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 24)

COSTA, M. L. et al. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 4, p. 559-568, 1998.

DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. **Pragas da soja**. Rondonópolis: Fundação MT, 2005. 3 p. (Boletim de Pesquisa de Soja).

DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. **Pragas da soja**. Rondonópolis: Fundação MT, 2007. p. 143-171, 2007.

DEGRANDE, P. E.; VIVAN, M.L. **Tecnologia e produção: soja e milho 2011/2012**. Maracaju MS: Fundação MS, 2012.

DOLINSKI, C.; MOINO Jr. A. Utilização de nematoides entomopatogênicos nativos ou exóticos: o perigo das introduções. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 139-149, 2006.

FERNANDES, P.H.R. **Danos e controle do percevejo marrom (*Euschistus heros*) em soja e do percevejo barriga-verde (*Dichelops melacanthus*) em milho**. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2017.

FERNANDES, F. O. et al. Desempenho de cultivares de soja no manejo integrado de pragas, no agroecossistema de terras baixas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 1, p. 01-06, 2020.

FERRAZ, L.C.C.B. Nematóides entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. cap.16, p.541-569.

FREITAS, M.C.M. de. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p.01-10, 2011.

GAVA, R. **Os efeitos do estresse hídrico na cultura da soja**. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2014.

GARCIA, L.C. **Avaliação de tecnologias de aplicação de nematóides entomopatogênicos visando o controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho**. 2006. v, 55 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2006.

GIOMETTI, F. H. C. Virulência de nematóides entomopatogênicos (Nematoda: Rhabditida) a *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae). **Bragantia**, p. 81-86, 2010.

GIRALDELI, A. L. **11 pragas da soja que podem acabar com a sua lavoura**. 2018. Disponível em: <http://blog.aegro.com.br>. Acesso em: 05 jul. 2020.

GUIDE, B.A. et al. Nematodos entomopatogênicos (Rhabditida: Heterorhabditidae y Steinernematidae) em el control de *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Entomología Mexicana**, v. 2, p. 180-185, 2015.

HOFFMANN-CAMPO, C.B. et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. EMBRAPA, Circular Técnica, v.30, 2000. 859 p.

KAYA, H.K.; STOCK, P. **Techniques in insect nematology**. Manual of techniques in insect pathology. Academic, CA, p.281-324, 1997.

KAMITANI, Fernando Luiz. **Caracterização molecular de isolados de nematoides entomopatogênicos, *Heterorhabditis* spp. e seus simbioses, *Photorhabdus* spp., provenientes de Monte Negro, RO**. 2010. Tese (Doutorado em Biologia da Relação Patógeno- Hospedeiro) – Instituto de Ciências Biomédicas, University of São Paulo, São Paulo, 2010.

KOPPENHÖFER AM, GREWAL PS, KAYA HK. Synergism of imidacloprid and entomopathogenic nematodes against white grubs: the mechanism. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 94, p. 283–293, 2000.

MANDARINO, J. M. G. **Origem e história da soja no Brasil**. Blog da Embrapa, [S. l.], p. 1, 5 abr. 2017.

MARTINS, F.L.I. **Reformulação do cálculo do nível de dano econômico de insetos pragas da cultura da soja**. Tese (Doutorado Curso de Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

MARTINS, P.M. **Controle de larvas de *Tuta absoluta* (Lepidoptera:Gelechiidae) utilizando nematoides entomopatogênicos e variedades resistentes de tomateiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

MATIOLI, T.F. **Tudo o que você precisa saber sobre manejo integrado de pragas**. 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/manejo-integrado-de-pragas/>. Acesso em: 23 out. 2019.

MEDEIROS, Maria A. et al. Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2, p. 397-401, 1997.

MENEGUIM, A.M., ROSSINI, M.G.; PANIZZI, A.R. Desempenho de ninfas e adultos de *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em frutos de amendoim-bravo *Euphorbia heterophylla* (Euphorbiaceae) e em semente e vagem de soja. **Anais...Congresso Brasileiro de Entomologia**, v. 12, p. 43, 1989.

MINAS, Ramon Santos de. **Potencial dos nematoides entomopatogenicos como agentes de controle biológico da mosca do mediterrâneo**. 2008. 89 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2008.

MOREIRA, I.B.L. **Nematoides entomopatogênicos e *Beauveria bassiana* no controle da broca-do-café em condições de laboratório**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. **Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Departamento de plantas de lavoura da universidade federal do Rio Grande do Sul, Evangraf, p. 6, 2005.

NEDER, Vinicius. **Brasil retoma posto de maior produtor de soja do planeta**. 2020. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2020/07/09/brasil-retoma-posto-de-maior-produtor-de-soja-do-planeta.htm>. Acesso em: 09 jul. 2020.

NOGUEIRA, K.O. **Percevejo-marrom (*Euschistus heros*) na cultura da soja**. Tese (Tecnóloga em Produção de Grãos) – Universidade Estadual de Goiás, 2018.

PANIZZI, A.R.; BUENO, A. de F.; SILVA, F.A.C. da. **Insetos que atacam vagens e grãos**. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília: Embrapa, 2012. p.335-420.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J.R.P.. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Manole Ltda, São Paulo, 1991. 359 p.

PANIZZI, A. R. et al. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C.W.; PANIZZI, A.R. (Ed.). **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC, 2000. p. 432-434.

QUINTELA, E.D. et al. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. 859 p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., H.V. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999. 359p.

RIBEIRO, M.F. **Parasitismo de populações de *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) em *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae) e endossimbiontes associados**. Tese (Mestrado em Ciências Florestal) - Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, 2019.

RIBEIRO, P.A. **Caracterização molecular de isolados de nematoides entomopatogênicos.** Dissertação (Conclusão de Curso Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

SALVADORI, J. de M. **Caracterização da patogenicidade de nematóides entomopatogênicos e de bactérias associadas para o controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).** 2011. 137 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SANTOS, J.J. **Potencial de nematoides entomopatogênicos para controle de *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae).** Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Pelotas, 2019.

SANTOS, R.L. **Alternativas para o manejo do percevejo-marrom-da-soja,** Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2017.

SILVA, V. P. da et al. 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 da Agricultura**, v. 88, n. 3, p. 185-190, 2013.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados na cultura da soja.** Londrina: Embrapa soja, 2014, 100 p., 2014.

SOSA-GÓMEZ D.R.; OMOTO C. 2012. **Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja.** In: HOFFMANN-CAMPO CB et al. Soja – Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga. Brasília: Embrapa. p.673-723.

SOUSA, R. C. M. de. **Desempenho da soja produzida com biochar de babaçu e adubação mineral no leste maranhense.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) - UFMA, Chapadinha, 2019.

SOUZA, L.M. et al. Sobrevivência de percevejos em plantas hospedeiras durante entressafra – Ano VI. **REVINT**, v. 7, p. 85-91, 2019.

STEFANELO, L.S. **Amostragem sequencial para avaliação de lagartas e percevejos em soja.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2017.

SUBRAMANIAN, S., MUTHULAKSHMI, M. **Entomopathogenic nematodes.** In: Omkar (Ed.) Ecofriendly pest management for food security. Elsevier Academic Press, San Diego, 368–410, 2016.

THOMAS, G. M.; POINAR JR. G. O. *Xenorhabdus* gen. nov., a genus of entomopathogenic, nematophilic bacteria of the family Enterobacteriaceae. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 29, p. 352-360, 1979.

TUELHER, E. S. et al. Chlorantraniliprole-mediated toxicity and changes in sexual fitness of the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Journal of Pest Science**, v. 90, p. 397-405, 2017.

VIDAL, M. L. B. et al. **Nematoides entomopatogênicos: agentes promissores no controle biológico de parasitos.** Alegre: Caufes, 2018. 305 p.