



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS
AGRÁRIAS - CECA
AGRONOMIA



PATRICIA DA SILVA SANTOS

**CONTROLE BIOLÓGICO E QUÍMICO DA BROCA-GIGANTE DA CANA-DE-
AÇÚCAR (*Telchin licus licus*) (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castniidae) EM
LABORATÓRIO**

RIO LARGO/AL

2021

PATRICIA DA SILVA SANTOS

**CONTROLE BIOLÓGICO E QUÍMICO DA BROCA-GIGANTE DA CANA-DE-
AÇÚCAR (*Telchin licus licus*) (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castniidae) EM
LABORATÓRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Campus de Engenharias e Ciências
Agrárias como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador (a): Aldomário Santo Negrisoni
Junior

RIO LARGO/AL

2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

S237c Santos, Patricia da Silva

Controle biológico e químico da broca-gigante de cana-de-açúcar (*Telchin licus licus*) (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castniidae) em laboratório. / Patricia da Silva Santos – 2021.
32 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2021.

Orientação: Aldomário Santos Negrison Junior

Inclui bibliografia

1. Inseticida. 2. Controle biológico. 3. Nematoides. I. Título.

CDU 632.951

FOLHA DE APROVAÇÃO

PATRICIA DA SILVA SANTOS

**CONTROLE BIOLÓGICO E QUÍMICO DA BROCA-GIGANTE DA CANA-DE-AÇÚCAR
(*Telchin licus licus*) (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castniidae) EM LABORATÓRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Agrônoma, e aprovado dia 25 de Fevereiro de 2021.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Aldomario Santo Negrisol Junior
Embrapa Tabuleiros Costeiros / UEP Rio Largo – Alagoas
Orientador



Prof^a. Dr^a. Adriana Guimarães Duarte
Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias
Examinador



Prof. Dr. Elio Cesar Guzzo
Embrapa Tabuleiros Costeiros / UEP Rio Largo – Alagoas
Examinador

Aos meus pais e amigos Lusinário
Sebastião dos Santos e Cícera Carmelita
da Silva Santos, razão de minha
existência.

A Deus.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me proporcionar mais esta vitória.

Ao professor Aldomário Santo Negrisoli Junior pela orientação, atenção e dedicação em meu Trabalho de Conclusão de Curso e pelas oportunidades de iniciação científica.

Aos meus Pais Lusinário Sebastião dos Santos e Cícera Carmelita da Silva Santos, por me apoiarem e me darem todo o suporte que necessitei durante todo o período de graduação.

À minha avó Carmelita Jorvina da Silva, pelo acolhimento e ensinamentos dados com tamanho amor.

Ao meu tio José Pedro, por toda ajuda e pelos ensinamentos passados a mim com muita dedicação e firmeza.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório, Natália Tavares, Valdemir Albuquerque, Elisson Teixeira e Rayane Ingrid, que, no decorrer das pesquisas, sempre estiveram ao lado.

Aos meus irmãos e amigos Fabiana, Tatiane, Rayana e Leonardo, pelo apoio dado em todos os momentos da minha vida.

À minha grande amiga Rayana Kelly, por ter sido uma das pessoas mais importantes nesta jornada, me aconselhando com muito amor, e por acreditar em mim.

À Natália Tavares, amiga e parceira de graduação, por tudo que vivemos e pelo apoio.

Aos meus professores do curso de Agronomia, pelos ensinamentos necessários para a minha formação. E a todos que contribuíram para minha formação.

Ao Centro de Ciências Agrárias.

À Embrapa Tabuleiros Costeiros – UEP, Rio Largo.

A todos, meu MUITO OBRIGADO!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Adulto de <i>Telchin licus licus</i>	16
Figura 2: Ovos da broca-gigante da cana-de-açúcar <i>Telchin licus licus</i>	16
Figura 3: Lagarta da broca-gigante da cana-de-açúcar <i>Telchin licus licus</i> (A), pupa da broca-gigante da cana (B) e orifício causado pela broca (C).	17
Figura 4: Mortalidade de lagartas da broca-gigante da cana-de-açúcar <i>Telchin licus licus</i> expostas aos nematoides entomopatogênicos em diferentes períodos (dias) em laboratório. (Tukey, $P \leq 0,05$).....	22
Figura 5: Mortalidade média (\pm erro padrão) de lagartas da broca-gigante da cana-de-açúcar <i>Telchin licus licus</i> após serem expostas a três doses de nematoides entomopatogênicos do gênero <i>Heterorhabditis</i> . (Tukey, $P \leq 0,05$).	23
Figura 6: Mortalidade média (\pm erro padrão) de lagartas da broca-gigante da cana-de-açúcar <i>Telchin licus licus</i> expostas a diferentes doses do nematoide <i>Heterorhabditis</i> sp. isolados AL42, AL43, AL44, AL46 e AL47 (Tukey, $P \leq 0,05$)....	24
Figura 7: Mortalidade média (\pm erro padrão) de lagartas da broca-gigante da cana-de-açúcar <i>Telchin licus licus</i> expostas aos inseticidas Tiametoxan, Fipronil, Imidacloprid, <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Bacillus thuringiensis</i> em diferentes doses e períodos distintos (Tukey, $P \leq 0,05$).....	25
Figura 8: Mortalidade média (\pm erro padrão) de lagartas da broca-gigante da cana-de-açúcar <i>Telchin licus licus</i> expostas a combinação do isolado <i>Heterorhabditis</i> sp. AL42 com os inseticidas tiametoxam, fipronil, imidacloprido, <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Bacillus thuringiensis</i> em diferentes doses e períodos (Tukey, $P \leq 0,05$).....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Inseticidas e doses utilizadas nos bioensaios em laboratório (produto comercial por hectare).....	21
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 CANA-DE-AÇÚCAR.....	13
2.2 <i>TELCHIN LICUS LICUS</i> (DRURY, 1773) (LEPIDOPTERA: CASTNIIDAE)	14
2.2.1 Biologia de <i>Telchin licus licus</i> (Drury, 1773)	14
2.2.2 Danos causados por <i>Telchin licus licus</i> (Drury, 1773)	16
2.2.3 Métodos de controle	17
3 METODOLOGIA	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 BIOENSAIOS COM NEMATOIDES.....	21
4.2 BIOENSAIOS COM INSETICIDAS	23
4.3 BIOENSAIOS COM NEMATOIDES E INSETICIDAS.....	25
5 CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS.....	29

RESUMO

SANTOS, S. P. **Controle biológico e químico da broca-gigante da cana-de-açúcar (*Telchin licus licus*) (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castniidae) em laboratório**, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Alagoas UFAL-CECA. 32p., 2021.

A broca-gigante *Telchin licus licus* (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castniidae), em fase larval, alimenta-se da cana-de-açúcar, penetrando em seu colmo e causando perda de peso e conseqüente morte do vegetal. No Brasil, atualmente, existem três inseticidas registrados para esta praga. Além disso, os nematoides entomopatogênicos (NEPs) têm sido bastante eficazes em estudos relacionados à sua utilização como controladores biológicos de diversas pragas agrícolas que vivem no solo. Nesse contexto, esta pesquisa teve como objeto de estudo avaliar cinco isolados de nematoides do gênero *Heterorhabditis* (Rhabditida: Heterorhabditidae) e, a partir dos resultados obtidos, testar o nematoide entomopatogênico com maior capacidade de controle de *T. licus* em associação com inseticidas comerciais alternativos no controle da broca-gigante da cana-de-açúcar em laboratório. O desenho experimental de todos os bioensaios foi constituído de 50 lagartas por tratamento e foram consideradas 10 lagartas como uma repetição, totalizando cinco repetições por tratamento e mantidos a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. A mortalidade foi avaliada aos 6, 9 e 15 dias após a inoculação. No primeiro bioensaio, os nematoides testados foram os isolados AL42, AL43, AL44, AL46 e AL47 e foram aplicados utilizando pipeta graduada, em volume de calda de 5 mL e três doses: 1.000, 2.000 e 4.000 JIs/recipiente. No segundo bioensaio, os inseticidas utilizados foram fipronil, imidacloprido, tiametoxam, *Metarhizium anisopliae* e *Bacillus thuringiensis*, e foram aplicados em meia dose, dose cheia e dobro da dose. Já no terceiro bioensaio, foi realizada a associação do isolado de nematoide AL42 com os cinco inseticidas. Os resultados demonstraram que o período de 15 dias mostrou-se mais eficiente quando utilizados os NEPs e a dose mais indicada é de 4000 JIs. Os isolados *Heterorhabditis* sp. AL42 e AL47 mostraram-se mais eficiente no controle da *T. licus*. Em dose cheia, fipronil foi o mais eficiente na mortalidade nos primeiros 6 dias após aplicação, não havendo acréscimo de mortalidade aos 9 e 15 dias. Nos

resultados obtidos através do terceiro experimento, observou-se que as melhores misturas entre inseticidas e o nematoide, foram fipronil+AL42 e imidacloprido+AL42, quando utilizada a dose cheia e dobro da dose, não havendo incremento significativo de mortalidade nas datas 9 e 15 dias.

Palavras-chave: Ingredientes ativos; nematoides entomopatogênicos; inseticidas.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* (L.) é originária do sudeste da Ásia, de climas tropicais e subtropicais. Pertencente à família Poaceae é uma monocotiledônea perene considerada de elevada importância econômica, sendo cultivada em diversos países. O Brasil é responsável pela maior produção e exportação mundial de cana-de-açúcar, na safra 2020/21, a estimativa é de que sejam colhidas 665,1 milhões de toneladas, o que indica incremento na produção de 3,5% em relação à safra anterior (CONAB, 2020).

A importância dessa cultura vai além da utilização para produção de açúcar e etanol, a cana-de-açúcar é a matéria-prima utilizada para a produção de alimentos, energia, fibras, e diversos outros subprodutos. Nesta *commoditie* nada se perde, dela se obtêm materiais como papel, ração para animais, biocombustíveis, cobertura morta, cachaça e rapadura. Desse modo, a agroindústria da cana-de-açúcar, está diretamente ligada a integrar os sistemas de produção alimentar, não alimentar e energético, envolvendo atividades agrícolas e industriais (VASCONCELOS, 2002).

No entanto, existem diversos fatores que limitam a expansão desta cultura, dentre eles os fatores fitossanitários, sendo estes responsáveis por uma perda significativa na produtividade. Nesta perspectiva, segundo Almeida Filho (1995), as extensas áreas ocupadas pela monocultura canavieira e as mais recentes técnicas mecanizadas utilizadas, bem como a colheita crua (sem queima), têm evidenciado o aumento destes insetos nocivos, que ocasionam prejuízos significativos de grande importância econômica.

Dentre as pragas mais importantes da cana-de-açúcar, destaca-se *Telchin licus licus* (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castniidae), também chamada de broca-gigante. As lagartas, durante seu desenvolvimento, alimentam-se da planta, penetrando em seu colmo, causando perda de peso e conseqüente morte do vegetal. Os orifícios abertos causam ainda danos indiretos, uma vez que facilitam a penetração de fungos da podridão vermelha, que inverte a sacarose, diminuindo assim, a produção do açúcar (VILAS BOAS, ALVES, 1988).

White et al. (2008) relatam que as brocas acarretam perdas de até 0,3% de açúcar/ha para cada 1% de entrenós atacados pela praga, uma vez que atuam, principalmente, na redução da qualidade da matéria prima.

O controle efetivo da praga ainda é complexo, devido ao hábito do inseto que, permanecendo nas galerias no interior dos colmos, veda o orifício de entrada na touceira com serragem e fios de seda, dificultando a ação de métodos de controle como biológicos e químicos, e permanecendo confinada até a fase adulta (NEGRISOLI JUNIOR et al., 2015).

Presentemente, muitos métodos para o controle de *T. licus licus* têm sido testados. Segundo a Agrofit (2021), existem três produtos registrados atualmente o Altacor® (FMC), Altacor® Br ambos com ingrediente ativo clorantraniliprole e o Krismat® WG (Syngenta), com ingredientes ativos do grupo das triazinas e sulfoniluréia para o controle desta praga.

Os nematoides entomopatogênicos (NEPs) das famílias Steinernematidae e Heterorhabditidae têm sido bastante eficazes em estudos relacionados à sua utilização como controladores biológicos de diversas pragas agrícolas que vivem no solo ou possuem hábitos crípticos (GREWAL, DE NARDO, AGUILLERA, 2001, GEORGIS et al., 2006). O sucesso no uso destes agentes se deve essencialmente à associação que possuem com bactérias simbiotes dos gêneros *Xenorhabdus* e *Photorhabdus*, armazenadas no intestino dos juvenis infectantes (JIs), os quais penetram o corpo do hospedeiro e liberam estas bactérias, causando a morte rápida do inseto (LEITE et al., 2012). Desse modo, a busca por uma alternativa justifica o estudo de outros agentes de controle eficazes como possibilidade de mitigação desta praga.

Nesse contexto, esta pesquisa teve como objeto de estudo avaliar cinco isolados de NEPs, quatro inseticidas sintéticos e dois bioinseticidas, e, a partir dos resultados obtidos, testar o NEP com maior capacidade de controle de *T. licus* em associação com (bio)inseticidas comerciais alternativos no controle da broca-gigante da cana-de-açúcar em laboratório.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar foi descrita por Linneu em 1753, que a classificou como *Saccharum officinarum* e *Saccharum spicatum*, pertencentes à família Poaceae. É uma planta que se desenvolve em forma de touceira, sendo a parte aérea composta por colmos, folhas, inflorescências, e a parte subterrânea composta por raízes e rizoma. Essa cultura é originária da região leste da Indonésia e Nova Guiné e foi inserida no sul da Ásia onde, a princípio, foi usada na forma de xarope. A primeira evidência do açúcar em sua forma sólida foi datada no ano 500, na Pérsia (MOZAMBANI et al., 2006).

A cana-de-açúcar tornou-se uma monocultura principalmente pelo fato de a região Nordeste e de São Paulo terem apresentado excelentes condições de clima e solo. Foi também essa cultura, a matéria-prima que nutriu a mais importante indústria no país durante o longo período em que o açúcar brasileiro superava a produção das outras regiões canavieiras do mundo (CENTEC, 2004).

A safra brasileira de cana-de-açúcar 2020/21, indica incremento na produção de 3,5% em relação à safra anterior. A estimativa é de que sejam colhidas 665,1 milhões de toneladas. O Sudeste é a principal região produtora do Brasil e apresentará incremento da produção na ordem de 5,2%, alcançando 436,4 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

A broca-gigante da cana-de-açúcar *Telchin licus licus* (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castniidae) é considerada uma praga de grande impacto na cultura canavieira, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (SILVA-BRANDÃO et al., 2013).

No Nordeste, o clima nesse período favoreceu as condições das lavouras e espera-se um aumento de 0,8% na área e 2,8% na produtividade média, resultando numa produção de 50,9 milhões de toneladas, 3,6% maior que o ocorrido na safra 2019/20 (CONAB, 2020). A ocorrência de insetos-praga na cultura da cana-de-açúcar tem elevado potencial de destruição e reduz drasticamente a produtividade agrícola e industrial, ocasionando prejuízos econômicos significativos de acordo com a espécie e o seu nível populacional (GARCIA, BOTELHO, 2009).

2.2 *TELCHIN LICUS LICUS* (DRURY, 1773) (LEPIDOPTERA: CASTNIIDAE)

A broca gigante da cana-de-açúcar *Telchin licus licus* (DRURY, 1773) pertence à ordem Lepidoptera, subordem Glossata, série Ditrysia (mariposas) (GULLAN; CRANSTON, 2007), superfamília Castnioidea (GALLO et al. 2002), família Castniidae, e subfamília Castniinae (MORAES; DUARTE, 2009). *Telchin licus licus* é habitual na América Central e América do Sul. No Brasil, essa praga é conhecida pelo nome vulgar de "broca gigante da cana-de-açúcar", "broca das bananeiras" e "lagarta branca da cana" (GUAGLIUMI, 1973).

A incidência da broca-gigante aumenta notadamente, preocupando canavieiros envolvidos com o controle dessa praga nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. A praga está distribuída nos estados do Acre, Alagoas, Amazonas, Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Sergipe (PINTO et al., 2006) e São Paulo (ANSELMINI, 2008).

A introdução da praga na região de São Paulo pode ter ocorrido na migração de adultos a partir de viveiros onde são cultivadas e comercializadas plantas ornamentais hospedeiras da broca-gigante, com isso, a broca pode ter sido trazida de regiões de onde esta praga apresenta ocorrência natural (ALMEIDA, DIAS FILHO, ARRIGONI, 2007).

2.2.1 Biologia de *Telchin licus licus* (Drury, 1773)

Telchin licus é uma mariposa de hábitos diurnos, voa nos horários mais quentes do dia entre 12:00 e 14:00 h. Os adultos medem cerca de 35 mm de comprimento e 90 mm de envergadura, apresentam coloração escura ou quase preta, com manchas brancas na região superior e uma listra transversal branca nas asas anteriores. As asas posteriores apresentam uma listra curva e transversal de coloração branca e sete manchas na margem externa (GALLO et al., 2002) (Figura 1).

FIGURA 1: Adulto de *Telchin licus licus*.



Fonte: Moraes e Duarte (2009).

A fase de ovo de *T. licus licus* dura de 8 a 10 dias e estes possuem uma estrutura poliédrica, medindo cerca de quatro mm de comprimento, com forma semelhante à carambola, com cinco arestas salientes (Figura 2). Os ovos podem ser verdes ou marrons; a lagarta recém-eclodida possui a mesma coloração do ovo e, à medida que se desenvolve, a coloração passa a ser branco-leitosa (ALMEIDA, ARRIGONI, 2009).

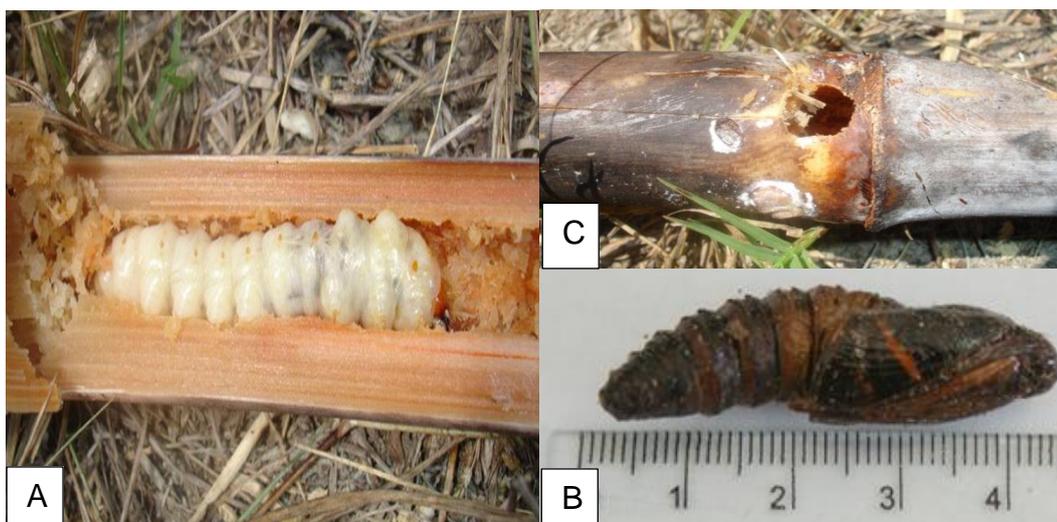
FIGURA 2. Ovos da broca-gigante da cana-de-açúcar *Telchin licus licus*.



Fonte: Negrisoli Junior et al. (2015).

Segundo Negrisoli Junior et al. (2015), ao eclodirem, as lagartas adentram ao solo e iniciam a perfuração na base da cana, abrindo uma galeria no interior do colmo, chegando a destruir, durante o seu desenvolvimento, os 2 ou 3 primeiros entrenós da planta. Quando completamente desenvolvidas, as lagartas atingem 80 mm de comprimento e 12 mm de largura no protórax, decrescendo para região anal (Figura 3A) (SILVA JUNIOR et al., 2008). O estágio de pupa (Figura 3B) dura de 30 a 45 dias e as lagartas confeccionam os casulos com a própria fibra da cana-de-açúcar e restos alimentares, medindo cerca de 4 cm, dando origem ao inseto adulto (BOTELHO, GARCIA, MACEDO, 2006).

FIGURA 3. Lagarta da broca-gigante da cana-de-açúcar *Telchin licus licus* (A), pupa da broca-gigante da cana (B) e orifício causado pela broca (C).



Fonte: Negrisoli Junior et al. (2015).

2.2.2 Danos causados por *Telchin licus licus* (Drury, 1773)

Atualmente no Brasil, a broca-gigante da cana-de-açúcar representa um dos primordiais problemas que a indústria canavieira enfrenta nas regiões Norte e Nordeste, especialmente nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Pará. Nestas regiões, o inseto causa redução de até 60% na produção total de cana-de-açúcar (Negrisoli Júnior et al., 2015).

Arrigoni et al. (2011) relataram que a espécie *T. licus licus* estava distribuída em aproximadamente 737 mil ha no Brasil, na região Nordeste, no Amazonas, no Mato Grosso e em São Paulo. Canuto et al. (2011) relataram que, no Nordeste, *T. licus licus* ocupa uma área de aproximadamente 320 mil ha, representando perdas equivalentes a R\$ 34,5 milhões na safra 2007/2008.

As lagartas fazem galerias no interior dos colmos e, pelo seu tamanho avantajado, podem causar a destruição total dos mesmos. As perdas provocadas pela broca-gigante dependem, dentre outros fatores, do nível populacional presente no canavial e da variedade escolhida pelo produtor (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Enquanto lagarta, a boca-gigante abre galerias verticais no colmo do perfilho novo, próximo às raízes, destruindo a gema vegetativa, causando o apodrecimento da gema apical, efeito conhecido como “coração morto”. Com as galerias abertas, a planta ainda está sujeita a danos indiretos, uma vez que os orifícios permitem a entrada dos fungos *Colletotrichum falcatum* Went, e *Fusarium moniliforme* Sheld., causadores da “podridão vermelha” (BENEDINI e CONDE, 2008; OLIVEIRA, 2009). Vale ressaltar que essa praga se mostra muito resistente no canavial, permanecendo no interior da soqueira de uma safra para outra (MENDONÇA, 1996).

2.2.3 Métodos de controle

Segundo Pinto, Garcia, Oliveira (2006), os métodos de controle que já foram tentados são os métodos: químico, mecânico, mecânico-químico, biológico, mecânico-biológico e de resistência de plantas, porém sem grandes êxitos.

O controle de *T. licus licus* é dificultado essencialmente pelo hábito da lagarta, que passa a maior parte do seu ciclo de vida, que é de aproximadamente 120 dias, no interior da touceira e do colmo da cana-de-açúcar. Em razão disto, o controle mecânico com o auxílio de enxadeco modificado, através da catação de lagartas e crisálidas, vem sendo uma das alternativas mais efetivas. Os adultos são capturados com o uso de redes entomológicas (MENDONÇA, 1996).

Para Botelho et al. (2006), o controle químico do inseto não mostrava-se eficiente nas dosagens recomendadas pelos fabricantes. Atualmente, existem três produtos registrados atualmente o Altacor® (FMC), Altacor® Br (FMC), ambos com ingrediente ativo clorantraniliprole e o Krismat® WG (Syngenta), com ingredientes ativos do grupo das triazinas e sulfoniluréia para o controle desta praga. (AGROFIT,

2021). Com isso, faz-se necessário o estudo de outros ingredientes ativos que tenham potencial para o controle da broca-gigante da cana-de-açúcar.

No controle biológico, estudos do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill no controle de *T. licus licus* em laboratório sempre demonstraram possibilidades de sua utilização (VILAS BOAS, MARQUES, RIBEIRO, 1983). Relata-se que os testes utilizando este fungo entomopatogênico para o controle de praga iniciaram-se na década de 1980 (SILVA JÚNIOR, NICOLA, ROSSI, 2008). O fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok também mostrou resultados promissores para o controle desse inseto, causando uma mortalidade entre 43,3 e 80% (FIGUEIREDO et al., 2002). Além disso, as toxinas Cry de *Bacillus thuringiensis* têm se mostrado uma tecnologia bastante eficiente e altamente específica, primordialmente para controlar os insetos-praga da ordem Lepidoptera (DAVOLOS et al., 2015).

Foram realizados testes com os parasitoides de ovos *Trichogramma galloi*, (Zucchi 1988), *Trichogramma pretiosum* (Riley 1879) (Hymenoptera, Trichogrammatidae) e *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera, Scelionidae) mas estes não apresentaram resultados positivos no controle desta praga (SANTOS, FARIAS, GUZZO, 2017). Guzzo et al. (2010) relataram estudos onde se observou as espécies de formigas *Wasmannia auropunctata* (Roger), *Ectatomma tuberculatum* (Olivier), *Camponotus crassus* Mayr, *Crematogaster victima* Smith, *Linepithema neotropicum* Wild e *Pheidole radoszkowskii* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) predando ovos de *T. licus licus*.

O controle biológico de insetos com produtos à base de NEPs apresenta elevado potencial, uma vez que é uma alternativa viável, eficiente e segura, dadas certas características que os tornam vantajosos, como possibilidade de uni-los com produtos fitossanitários (KOPPENHÖFER, 2007; NEGRISOLI JÚNIOR, GARCIA, NEGRISOLI, 2010). Negrisoli Júnior et al. (2010) relataram a interação de vários produtos registrados para a cultura do milho em dose subletal com NEP para controle de *S. frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), demonstrando a possibilidade de utilizar esse sinergismo com as tecnologias de aplicações atuais.

Associar métodos de controle químico com o biológico pode ser uma alternativa altamente promissora. A utilização de inseticidas com os nematoides entomopatogênicos pode apresentar um aumento na eficiência do controle, pois

esses agentes patogênicos demonstram a capacidade de localizar e até mesmo penetrar o colmo da cana-de-açúcar.

3 METODOLOGIA

As lagartas de broca-gigante utilizadas nos experimentos foram coletadas na Usina Triunfo, localizada no município de Boca da Mata, estado de Alagoas. Após coletadas, as lagartas foram levadas para o laboratório de entomologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros, no município de Rio Largo – AL, onde ocorreram todos os experimentos.

Inicialmente, houve a individualização das lagartas em recipientes plásticos com tampa (80 mL, tipo coletor universal) contendo 20 mL de areia esterilizada e um fragmento do colmo de cana-de-açúcar, com 2 cm de comprimento, servindo como fonte alimentar. Ressalta-se a necessidade de usar lagartas coletada em campo, devido à inexistência de uma metodologia de criação de *T. licus* em laboratório. Os experimentos foram matidos mantidos a $25\pm 2^\circ\text{C}$, UR $60\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas e a aplicação das doses de NEPs e inseticidas foram realizadas sobre a areia. Todos os bioensaios seguiram a mesma condição, mantendo-se como padrão a metodologia utilizada.

Para a multiplicação *in vivo* dos NEPs e obtenção dos juvenis infectantes (JIs), foi realizada a manutenção da criação de *Galleria mellonella* L., 1758 (Lepidoptera: Pyralidae) de acordo com a metodologia descrita por Molina e López (2001). Para tanto, foram utilizadas larvas de último instar de *G. mellonella*.

Neste estudo foram utilizados os isolados de nematoides *Heterorhabditis* sp. AL42, AL43, AL44, AL46 e AL47, obtidos do banco de nematoides entomopatogênicos do laboratório de entomologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Rio Largo, Alagoas. Os inseticidas utilizados foram fipronil, imidacloprido, tiametoxam, *M. anisopliae*, *B. Thuringiensis* (Tabela 1) sendo estes dois últimos obtidos na usina Coruripe, em Alagoas.

TABELA 1. Inseticidas e doses utilizadas nos bioensaios em laboratório (produto comercial por hectare).

Inseticida	Meia dose	Dose cheia	Dobro dose
Fipronil	825 mL	1650 mL	3300 mL
Imidacloprido	1,5 L	3,0 L	6,0 L

Tiametoxam	500 g	1000 g	2000 g
<i>Metarhizium anisopliae</i>	375 g	750 g	1500 g
<i>Bacillus thuringiensis</i>	500 mL	1000 mL	2000 mL

Fonte: Autora (2021).

Foram realizados separadamente três bioensaios: o primeiro utilizando apenas os nematoides, o segundo utilizando os inseticidas químicos e biológicos e, por fim, no terceiro foi realizada a associação do nematoide com melhor desempenho com os inseticidas.

No primeiro bioensaio, os JIs dos isolados de NEPs foram aplicados utilizando pipeta graduada, em volume de calda de 5 mL e três concentrações: 1.000, 2.000 e 4.000 JIs/recipiente. A calda contendo os JIs foi aplicada na areia.

No segundo bioensaio, os inseticidas foram aplicados de três formas, meia dose, dose cheia e dobro da dose, em todos os recipientes. Para cada produto, em cada dose testada foi preparada uma solução estoque de 1 L, da qual foram obtidas as doses aplicadas em cada recipiente com uma pipeta de vidro graduada, em um volume de 2 mL.

No terceiro experimento, já havendo a seleção do melhor isolado de nematoide, foram aplicados os inseticidas e os juvenis infectantes nos recipientes, mantendo-se a concentrações de JIs e as doses dos inseticidas. A aplicação foi realizada separadamente onde primeiramente foram aplicadas as doses de inseticida e em seguida foram aplicadas as doses de NEP.

Para avaliar a mortalidade em todos os bioensaios, foram definidos três períodos, sendo estes 6, 9 e 15 dias após a inoculação, e considerados mortos pelos tratamentos somente os insetos com sintoma e/ou presença de nematoides nos tratamentos exclusivos com NEPs e nos tratamentos com nematoide e produtos, sintomas de ambos os casos.

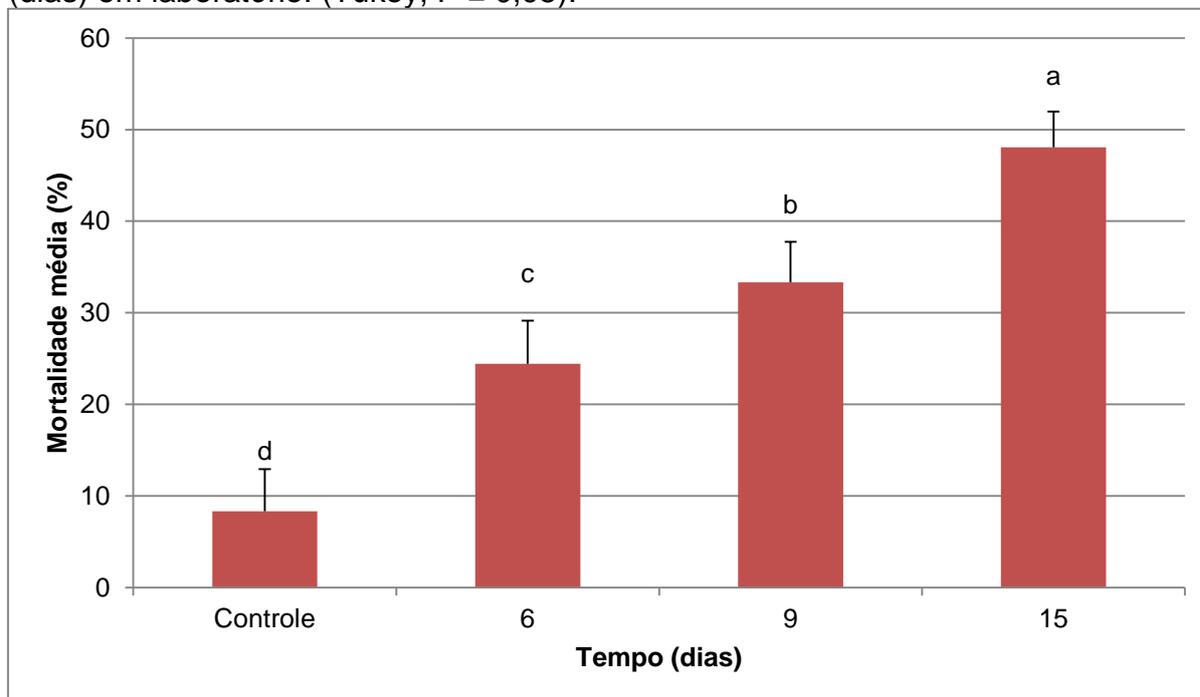
O desenho experimental de todos os bioensaios foi constituído de 50 lagartas por tratamento e foram consideradas 10 lagartas como uma repetição, totalizando cinco repetições por tratamento. A análise estatística utilizada foi o teste de comparação entre médias Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 BIOENSAIOS COM NEMATOIDES

Independente dos isolados e da concentração utilizada nos tratamentos, verificou-se que, no maior período de exposição do inseto aos nematoides, que corresponde a 15 dias, ocorreu a maior mortalidade (Figura 4). Esse fato pode ter ocorrido devido ao fato de os nematoides terem tido mais tempo de ação contra o inseto, já que este possui um volume corpóreo proporcionalmente maior que os hospedeiros conhecidamente suscetíveis como, por exemplo, *G. mellonella*. Boff et al. (2000) relatam que a duração do ciclo do nematoide no hospedeiro depende de diversos fatores, como a espécie do hospedeiro, o tamanho do JI, a temperatura do ambiente e a quantidade de JIs que penetra no inseto, sendo, portanto, alguns indicativos do maior intervalo sem mortes.

FIGURA 4. Mortalidade de lagartas da broca-gigante da cana-de-açúcar *Telchin licus licus* expostas aos nematoides entomopatogênicos em diferentes períodos (dias) em laboratório. (Tukey, $P \leq 0,05$).

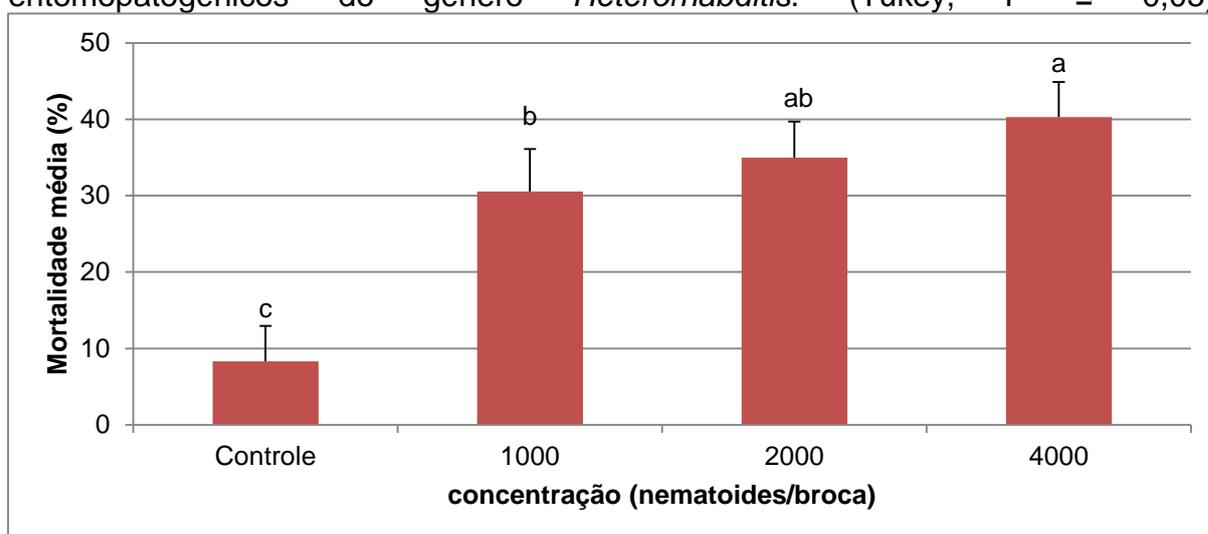


Fonte: Autora (2021).

Considerando-se as mortalidades da broca-gigante, independente dos isolados de nematoides utilizados nos tratamentos, observou-se que as doses de 4000 e 2000 jis não diferiram entre si (Figura 5). Com base nisso, entende-se que

numa possível tomada de decisão na aplicação deste isolado no controle da praga, seria mais economicamente viável ao produtor utilizar a dose de 2000 nematoides entomopatogênicos no controle do inseto, pois não há necessidade de aplicar grandes quantidades de NEP para se obter um resultado satisfatório e igual às maiores concentrações na mortalidade das lagartas em laboratório.

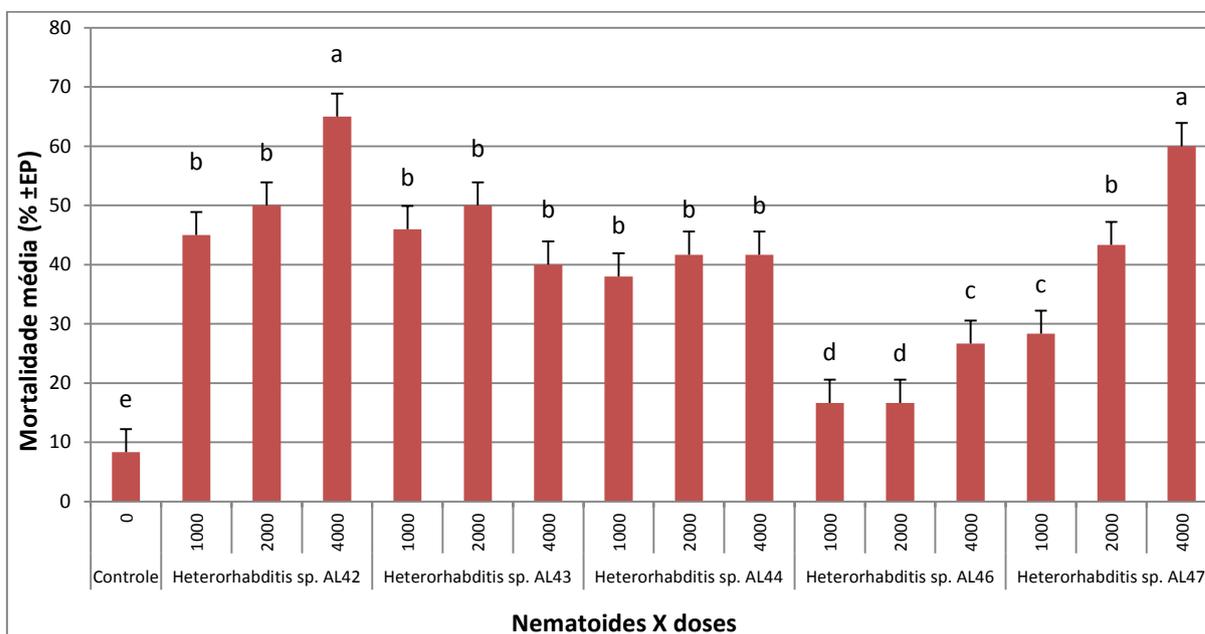
FIGURA 5. Mortalidade média (\pm erro padrão) de lagartas da broca-gigante da cana-de-açúcar *Telchin licus licus* após serem expostas a três doses de nematoides entomopatogênicos do gênero *Heterorhabditis*. (Tukey, $P \leq 0,05$).



Fonte: Autora (2021).

Ao avaliar a mortalidade da broca-gigante em relação a cada isolado em diferentes doses (Figura 6), notou-se que os isolados que se destacaram foram *Heterorhabditis* sp. AL42 e *Heterorhabditis* sp. AL47 apresentando mortalidades maiores em comparação com demais. Por sua vez, o isolado *Heterorhabditis* sp. AL42 em condições de laboratório apresentou maior facilidade de multiplicação quando comparado com o AL47, esse fato motivou seleção deste isolado como mais eficiente e mais indicado para a associação com os inseticidas químicos e biológicos.

FIGURA 6. Mortalidade média (\pm erro padrão) de lagartas da broca-gigante da cana-de-açúcar *Telchin licus licus* expostas a diferentes doses do nematoide *Heterorhabditis* sp. isolados AL42, AL43, AL44, AL46 e AL47 (Tukey, $P \leq 0,05$).



Fonte: Autora (2021).

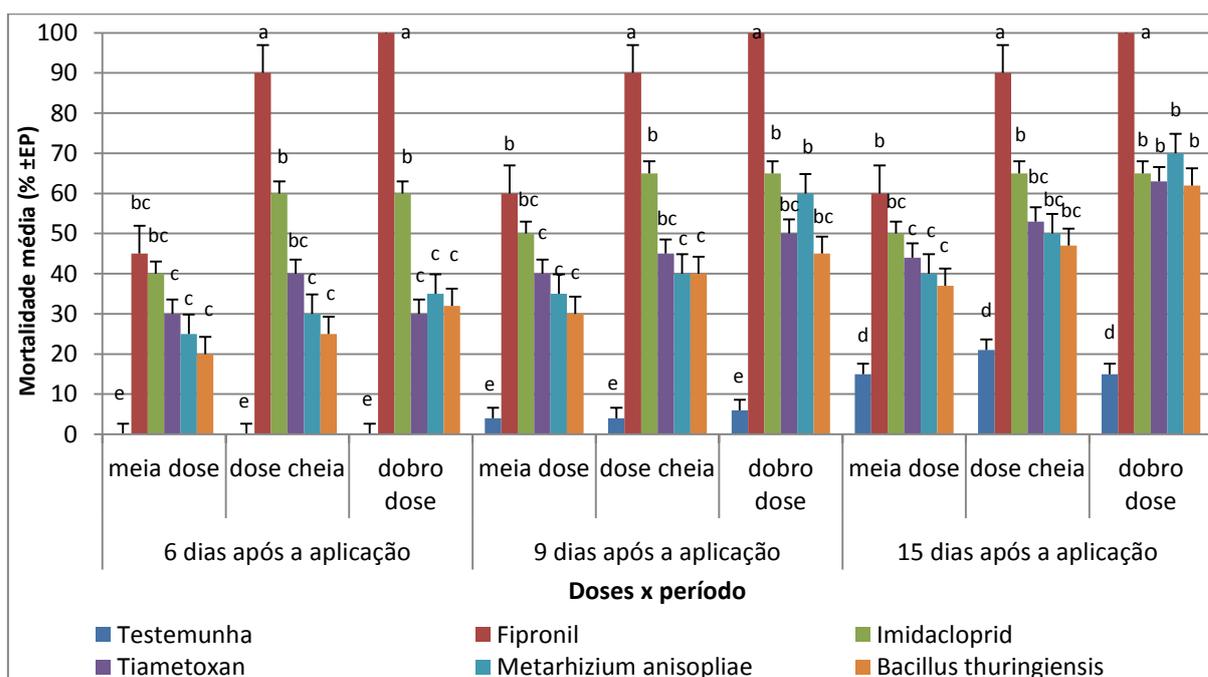
Com base nos resultados mostrados pode-se concluir que o isolado *Heterorhabditis* sp. AL42 e AL47 mostraram-se mais eficientes no controle dessa praga, não apresentando diferenças significativas entre si. No entanto, por apresentar maior facilidade de multiplicação em laboratório, o isolado AL42 foi selecionado neste estudo para ser testado em associação com os inseticidas. Pôde-se observar que o período indicado onde ocorreu a maior mortalidade independente dos isolados de nematoides utilizados, de acordo com os resultados obtidos foi o período de 15 dias, porém com a ressalva de que no maior período os nematoides tiveram mais chances de agir sobre o inseto. Por conseguinte, quando avaliado os isolados separadamente, a dose que se mostrou mais eficiente apresentando uma maior mortalidade da broca-gigante da cana de açúcar foi de 4000 Jis, resultado diferente de quando foi avaliada a dose independente dos isolados onde a dose de 2000 Jis se mostrou mais eficiente.

4.2 BIOENSAIOS COM INSETICIDAS

Nos resultados obtidos no bioensaio utilizando os inseticidas (Figura 7), observou-se que, em meia dose, nenhum dos inseticidas proporcionou um bom

controle. Em dose cheia, o fipronil foi o mais eficiente na mortalidade nos primeiros seis dias após aplicação, não havendo acréscimo de mortalidade aos 9 e 15 dias. Com isso, conclui-se que o efeito realmente se deu nos primeiros 6 dias após a aplicação. Em relação ao uso do dobro da dose, este não se justifica primeiro economicamente, e segundo, porque o incremento na mortalidade visto nos resultados não justifica uma aplicação desta dose, inclusive pelo fato de poder haver problemas no que diz respeito a resíduos que podem repercutir no ambiente e no produto final.

FIGURA 7: Mortalidade média (\pm erro padrão) de lagartas da broca-gigante da cana-de-açúcar *Telchin licus licus* expostas aos inseticidas Tiametoxan, Fipronil, Imidacloprid, *Metarhizium anisopliae* e *Bacillus thuringiensis* em diferentes doses e períodos distintos (Tukey, $P \leq 0,05$).



Fonte: Autora (2021).

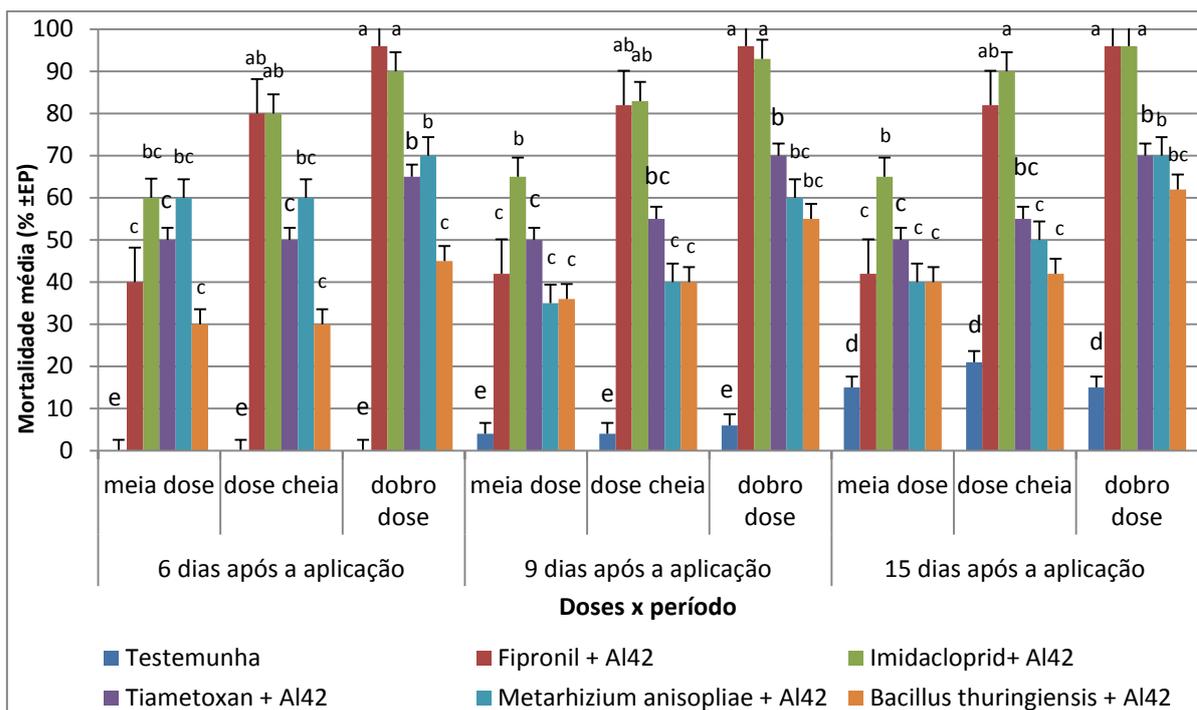
Estes resultados apontam que, diferente do efeito dos nematoides sobre a broca-gigante, uma vez que para este hospedeiro dependeu de sua exposição em um prazo relativamente grande, os inseticidas químicos agem em um menor intervalo de tempo. Além disso, os inseticidas possuem diferentes modos de ação, fato que pode ter interferido diretamente nos resultados. A tentativa de se associar a aplicação do nematoide juntamente com um inseticida pode ser promissora pela

capacidade que estes agentes biológicos possuem de ir em busca do inseto, facilitando assim a locomoção de moléculas dos inseticidas.

4.3 BIOENSAIOS COM NEMATOIDES E INSETICIDAS

Podemos observar que as melhores misturas entre inseticidas e o nematoide AL42, foram os inseticidas fipronil e imidacloprido, quando utilizada a dose cheia e dobro da dose de inseticida (Figura 8). Além disso, nos primeiros seis dias após a aplicação, os tratamentos com os inseticidas (+) nematoide apresentaram mortalidade e não houve incremento significativo de mortalidade nas datas nove e quinze dias. Negrisoni Júnior, Barbosa, Moino Júnior (2008) relataram que a infectividade do isolado *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955) (Nematoda: Rhabditida) foi alta em lagartas de *G. mellonella*, quando expostas à maior concentração recomendada pelo fabricante de imidacloprido nas formulações comerciais Confidor® e Premier®. Além disso, pôde-se observar que em combinação com o NEP, o imidacloprido se mostrou altamente eficiente e conseguiu igualar a mortalidade do fipronil, mesmo aos 6 dias.

FIGURA 8: Mortalidade média (\pm erro padrão) de lagartas da broca-gigante da cana-de-açúcar *Telchin licus licus* expostas a combinação do isolado *Heterorharrabditis* sp. AL42 com os inseticidas tiametoxam, fipronil, imidacloprido, *Metarhizium anisopliae* e *Bacillus thuringiensis* em diferentes doses e períodos (Tukey, $P \leq 0,05$).



Fonte: Autora (2021).

Estes resultados corroboram com os observados em literatura científica, onde se pôde verificar que nematoides entomopatogênicos em associação com estes inseticidas (fipronil ou imidacloprido) foram eficientes no controle de outra praga dessa cultura, no caso o bicudo da cana, *Sphenophorus levis* (Vaurie, 1978) (Coleoptera: Curculionidae), importante praga no centro sul do país (LEITE et al., 2012).

Tavares et al. (2009) demonstraram que, utilizando os inseticidas fipronil e imidacloprido associados com NEPs, em doses diferentes das utilizadas no presente estudo, a mortalidade de *S. levis* foi inferior a 25%, enquanto que o tiametoxam apresentou níveis mais elevados de mortalidade do inseto. Andaló, Moino Júnior, Cecília et al. (2004) verificaram que *Steinernema arenarium* (Artyukhovsky, 1967) (Rhabditida: Steinernematidae) causou 80% de mortalidade em lagartas de *G. mellonella* quando expostas em contato com o produto imidacloprido, resultados que corroboram os obtidos no presente estudo.

Os NEPs podem ser aplicados em conjunto com outros produtos fitossanitários e biológicos, fertilizantes e corretivos de solo, sendo mais frequente a mistura dos nematoides com estes produtos nos tanques no momento da aplicação,

bem como podem ser utilizados os mesmos equipamentos na aplicação (KRISHNAYA; GREWAL, 2002).

A alternativa da aplicação dos NEPs em associação com os inseticidas, além de vantajosa na esfera ambiental, mostra-se também eficiente no campo econômico, diminuindo os custos com operações agrícolas realizadas na extensão onde está implantada a cultura, quando comparadas ao uso alternado de dois ou mais produtos.

A associação de nematoides + fungos, mesmo não apresentando os melhores resultados, abre uma possibilidade interessante do ponto de vista ambiental, pois elimina o uso de inseticidas sintéticos. Essa linha de trabalho deve ser encorajada, realizando experimentos em campo, a fim de, no futuro, se desenvolver algum produto comercial nesse sentido. O uso dos nematoides é uma alternativa promissora pela capacidade de busca que estes agentes possuem, facilitando a penetração no colmo da cana-de-açúcar. Portanto, diante da ineficiência de técnicas e manejo no controle de *Telchin licus licus* torna-se necessário o estudo de alternativas economicamente viáveis e eficientes para esta praga.

5 CONCLUSÕES

- Independente dos isolados de nematoides e da concentração utilizada nos tratamentos, a maior mortalidade da *T. licus licus* ocorre aos 15 dias após a aplicação.
- Independente dos isolados de nematoides a concentração de 2000 JIs por inseto mostra-se mais adequada no controle da broca-gigante da cana-de-açúcar.
- Os isolados *Heterorhabditis* sp. AL42 e AL47 mostram-se mais eficientes no controle de *T. licus licus*.
- Em dose cheia, fipronil foi mais eficiente na mortalidade nos primeiros seis dias após a aplicação contra *T. licus licus*, não havendo acréscimo de mortalidade aos nove e quinze dias.
- As combinações mais eficientes entre inseticidas e o nematoide, são fipronil+AL42 e imidacloprido+AL42, quando utilizada a dose cheia e dobro dose de ambos inseticidas, não havendo incremento significativo de mortalidade após nove e quinze dias.
- Recomenda-se a utilização do imidacloprido+AL42 em dose cheia.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. 2021. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- ALMEIDA, L. C.; ARRIGONI, E. B. Parâmetros biológicos da broca gigante da cana-de-açúcar, *Telchin licus* (DRURY, 1773). **Revista de Agricultura**. v. 84, n. 1, p. 56-61; 2009.
- ALMEIDA FILHO, A. J. de. **Impacto ambiental da queima da cana-de-açúcar sobre a entomofauna**. (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 1995.
- ALMEIDA, L. C.; DIAS FILHO, M. M.; ARRIGONI, E. B. Primeira ocorrência de *Telchin licus* (DRURY, 1773), a broca gigante da cana-de-açúcar, no estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**. v. 82, n. 2, p. 233-226, 2007.
- ANDALÓ, V., MOINO JÚNIOR, A.; CECÍLIA, L. V. R. S. Compatibilidade de nematoides entomopatogênicos com produtos fitossanitários utilizados na cultura do cafeeiro. **Nematologia Brasileira**, 28 (2): 149-158, 2004.
- ANSELMÍ, R. Migração da broca gigante causa inquietação. **Jornalcana, Tecnologia Agrícola**. p.87, 2008.
- ARRIGONI, E. B. et al. Panorama atual das principais pragas de solo em cana de-açúcar no Brasil. In: reunião sul – brasileira sobre pragas de solo, 13. **Programa e Livro de Resumos...** p. 75-77, 2011.
- BENEDINI, M. S.; CONDE, A. J. Broca-gigante nova praga da cana-de-açúcar na região centro-sul. **Revista. Coplana**, n. 24, p. 24-25, 2008.
- BOFF, M. I. C. et al. Development of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis megidis* strain NLH-E87.3 in *Galleria mellonella*. **Nematology**, v. 2, n. 3, p. 303-308, 2000.
- BOTELHO, P. S; GARCIA, J. F; MACEDO, L. P. M. Outras lagartas que atacam a cana-de-açúcar. In: PINTO, A. de S. (org.) Controle de pragas da cana de açúcar, **Biocontrol**, 2006. p. 25-28. (Boletim Técnico Biocontrol, 1)
- CANUTO, D. M. F.; et al. **Resistência de diferentes cultivares de cana-de-açúcar a broca gigante sob cultivo orgânico no agreste alagoano**. In: reunião sulbrasileira sobre pragas de solo, 13. Programa e livros de resumos... p. 160-162; 2011.
- CENTEC. **Produtor de cana-de-açúcar**. Instituto Centro de Ensino Tecnológico. Rev. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha; Ministério da Ciência e Tecnologia, 64p., Ed.2, 2004.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Safra da cana-de-açúcar**. 2020. [Acesso dia 20/01/2021]. Disponível em: www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t= .
- DAVOLOS, C. C. et al. Binding analysis of *Bacillus thuringiensis* Cry1 proteins in the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 127, p. 32-34; 2015.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Pragas In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar Sugarcane**. Campinas: Instituto Agrônômico. p. 349-404; 2008.

FIGUEIREDO, M.de F. de et al. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill e *Metahizium anisopliae* (Metsch) Sorok. contra a broca-gigante da cana-de-açúcar *Castnia licus* (Drury) (Lepidoptera : Castniidae). **Neotropical Entomology**, v.31, n.3, p. 397-403, 2002. [Acesso em: 02 fev. 2021.] Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ne/v31n3/a08v31n3.pdf>.

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

GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M. Broca-gigante da cana-de-açúcar. **Revista Protec**, Ed. Esp., p. 17-20; 2009.

GEORGIS, R.; et al. Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control. **Biological Control**, v.38, p.103-123; 2006.

GREWAL, P. S.; DE NARDO, E. A. B.; AGUILLERA, M. M. Entomopathogenic nematodes: potencial for exploration and use in South America. **Neotropical Entomology**. v.30, p.191-205; 2001.

GUAGLIUMI, P. Situação das cigarrinhas e das brocas nos canaviais do estado de Santa Catarina e descobrimento de uma nova praga da cana [*Saccharum* spp, Brasil]. **Brasil Açucareiro**, v. 81, n. 3, p. 10-3, 1973.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. Os insetos: um resumo de entomologia, **Roca**. 3 ed., p. 440, 2007.

GUZZO, E. C.; et al. **Formigas (Hymenoptera: Formicidae) predando ovos de *Telchin licus licus* (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castniidae) em canaviais no estado de Alagoas**. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, Anais, 2010.

KOPPENHÖFER, A. M. **Nematodes**. In: lacey, I.a. & h.k. kaya (ed). Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology, p. 249- 266, 2007..

KRISHNAYA, P. V.; GREWAL, P. S. Effect of neem and selected fungicides on viability and virulence of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 12, n. 2, p. 259-266, 2002.

LEITE L. G.; et al. Eficiência de nematóides entomopatogênicos e inseticidas químicos contra *Sphenophorus levis* e *Leucothyreus* sp. em cana de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 40-48, 2012.

MENDONÇA, A. F. Guia das principais pragas da cana-de-açúcar. P.3-48. In: MENDONÇA, A.F.(ed.). **Pragas da cana-de-açúcar**. Maceió-AL. Insetos & Cia. p.1996.239.

MOLINA, A.J.P.; LÓPEZ, N.J.C. Producción in vivo de três entomonematodos con dos sistemas de infección em dos hospedantes. **Revista Colomb. Entomol.**, v.27, n. 1-2, p.73-78, 2001.

MORAES, S. S.; DUARTE, M. Morfologia externa comparada das três espécies do complexo *Telchin licus* (Drury) (Lepidoptera) com uma sinonímia. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 53, n. 2, p. 245-265; São Paulo; 2009.

MOZAMBANI, A.E. et al. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et al. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: **Cadernos Planalsucar**. 2006. p.11-18.

NEGRISOLI JUNIOR, A. S. et al. Manejo da broca-gigante da cana-de-açúcar (*Telchin licus*) (Drury) (Lepidoptera: Castniidae) no Nordeste do Brasil. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros** (Documentos, 198). 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142962/1/Docm-198.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2021.

NEGRISOLI JÚNIOR, A. S.; BARBOSA, C. R. C.; MOINO JÚNIOR, A. Avaliação da compatibilidade de produtos fitossanitários com nematóides entomopatogênicos (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) utilizando o protocolo da IOBC/WPRS. *Nematologia Brasileira*, v. 32, n. 2, p. 111-116, 2008.

NEGRISOLI JÚNIOR, A. S.; M.S. GARCIA.; C. R. C. B. NEGRISOLI. Compatibility of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) with registered insecticides for *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. **Crop Protection**. v.29, n.6, p.545-549; 2010.

OLIVEIRA, H. N., Pragas da cana-de-açúcar podem ser introduzidas em Mato Grosso do Sul e causar prejuízos à cultura. **Comunicado Técnico Embrapa**, Dourados – MS; 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/buscade-publicacoes/-/publicacao/244165/pragas-da-cana-de-acucar-podem-ser-introduzidas-em-mato-grosso-do-sul-e-causar-prejuizos-a-cultura>. Acesso em: 02 fev. 2021.

PINTO, A. S.; GARCIA, J. F.; OLIVEIRA, H. N. Manejo das principais pragas da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. et al. (org). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. p. 257-280; 2006.

SANTOS, M.; FARIAS, P. H. T. S.; GUZZO, E. C. **Seleção de parasitoides de ovos para o controle biológico da broca-gigante da cana-de-açúcar**. In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2017. Disponível em: <https://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2018/02/sele%C3%87%C3%83o-de-parasitoides-de-ovos-para-o-controle-biol%C3%93gico-da-broca-gigante-da-cana-de-a%C3%87%C3%9acar-088558-1.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2021.

SILVA-BRANDÃO, K. L. et al. Using population genetic methods to identify the origin of an invasive population and to diagnose cryptic subspecies of *Telchin licus* (Lepidoptera: Castniidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 103, p. 89–97; 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22971459>. Acesso em: 29 jan. 2021.

SILVA JÚNIOR, M. P.; NICOLA, M. V.; ROSSI, M. M.. Broca-gigante da cana de açúcar, *Telchin licus licus* (Drury, 1773) na região Centro-Sul: preocupação para os produtores. **Nucleus**, Edição Especial, p. 49-54; 2008. Disponível em: <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/90>. Acesso em: 02 fev. 2021.

TAVARES, F. M. et al. Efeitos Sinérgicos de Combinações entre Nematóides Entomopatogênicos (Nemata: Rhabditida) e Inseticidas Químicos na Mortalidade de *Sphenophorus levis* (Vaurie) (Coleoptera: Curculionidae). **BioAssay** 4:7, 2009. Disponível em:

<https://www.seb.org.br/biosay/arquivos/journals/1/articles/31/public/31-370-2-PB.pdf>. Acesso em 17 fev. 2021.

VASCONCELOS, J. N. Derivados da cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, v. 20, n. 3, p. 16-18, 2002.

VILAS BOAS, A.M.; S.B. ALVES. Patogenicidade de *Beauveria* spp. e seu efeito associado ao inseticida monocrotofós sobre *Castnia licus* (Drury, 1770) (Lepidoptera: Castniidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.17, p.305-332, 1988.

VILAS BOAS, A. M.; MARQUES, E. J; RIBEIRO, S. M. A. Patogenicidade do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill, sobre larvas de *Castnia licus* Drury (Lepidoptera, Castniidae), broca gigante da cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.12, p.295-298. 1983.

WHITE, W. H. et al. Reevaluation of sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) bioeconomics in Louisiana. **Crop Protection**, 27: 1256– 1261, 2008.