



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

SUYANNE ARAÚJO DE SOUZA

**INVIABILIZAÇÃO DE OVOS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) COM RADIAÇÃO UV VISANDO ESTUDOS COM *Trichogramma* spp.
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

**FORTALEZA
2019**

SUYANNE ARAÚJO DE SOUZA

INVIABILIZAÇÃO DE OVOS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)
COM RADIAÇÃO UV VISANDO ESTUDOS COM *Trichogramma* spp.
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como um dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*
Coorientador: Adson Ávila de Souza, *M. Sc.*

FORTALEZA
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S235i Souza, Suyanne Araújo de.
Inviabilização de ovos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) com radiação UV visando estudos com *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) / Suyanne Araújo de Souza. – 2019. 28 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori .

Coorientação: Prof. Dr. Adson Ávila de Souza.

1. Criação massal. 2. Controle de qualidade. 3. Radiação ultravioleta. I. Título.

CDD 630

SUYANNE ARAÚJO DE SOUZA

INVIABILIZAÇÃO DE OVOS DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)
COM RADIAÇÃO UV VISANDO ESTUDOS COM *Trichogramma* spp.
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Agronomia do Centro
de Ciências Agrárias da Universidade Federal
do Ceará, como um dos requisitos para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Agrônômica.

Aprovada em: 26/06/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.* (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Adson Ávila de Souza, *M. Sc.* (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Marianne Gonçalves Barbosa, *D. Sc.*
IN Soluções Biológicas

Raimundo Henrique Ferreira Rodrigues, *M. Sc.*
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus onipotente;

Aos meus pais Sergio Bezerra de Souza e Solange Nascimento Araújo, e a minha irmã Sofia Araújo de Souza por serem minha maior fonte de amor, esperança e por representarem o “combustível” que me faz acordar todos os dias e ir em busca de realizar meus projetos de vida.

Dedico e ofereço.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por minha vida e saúde, por estar sempre me guiando e por esta conquista.

À minha família, em especial ao meu pai, por sempre ter investido alto em minha educação, pela paciência, confiança e por estar tão feliz quanto eu na realização desse sonho tão esperado. Um dia espero retribuir o que fez por mim.

Aos meus avós Raimundo Costa Araújo, Maria Alice Nascimento Araújo, Manoel Nascimento de Souza *In memoriam* e Vilma Bezerra de Souza, pelo amor, por terem me criado com tanto carinho e por serem meus exemplos de vida e superação.

À todas as minhas tias e tios, primas e primos, em especial ao Jackson (*in memoriam*), Jonathan, Tamires, Kercya e Amellya por serem minhas inspirações! Vocês representam o amor, união, alegria, confiança e lealdade. Obrigada por existirem e por poder chamá-los de família.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela oportunidade concedida para realização do curso de Agronomia.

Aos membros da banca examinadora, pelas sugestões ao trabalho.

Ao prof. Patrik Luiz Pastori, meu “pai científico”, primeiramente por ter permitido que eu fizesse parte de seu grupo! Foi no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) que aprendi a amar Entomologia e a pesquisa. Graças a dedicação às atividades e rotina de experimentos que hoje sei o que quero seguir! Obrigada por toda orientação dada desde o início, puxões de orelha, conselhos, reconhecimentos, crescimento profissional e pessoal, por nunca ter deixado que eu perdesse o “brilho no olho” e por sempre ter acreditado em meu trabalho e potencial. Obrigada por todas as oportunidades que me deu! Serei sempre grata.

À Dr^a Nívia da Silva Dias-Pini, por ter sido minha “mãe científica” e por também ter contribuído tanto com meu crescimento profissional! Pela orientação quando fui bolsista da EMBRAPA e por ter confiado para desenvolvermos trabalhos juntas mesmo quando eu já não era mais bolsista. Serei sempre grata por ter confiado em mim e por todas as oportunidades de publicação.

A todos os professores do curso de Agronomia/UFC, pelo conhecimento transmitido e, aos funcionários, por terem contribuído deixando os ambientes de estudo mais agradáveis.

Ao Tiago e à Deus novamente, por ter feito com que nossos caminhos se encontrassem. Sei que tudo estava nos planos dele quando fez com que eu e você fossemos os primeiros dos nossos laboratórios a ir estagiar em uma multinacional! Nossos caminhos se cruzaram tão longe de nossas casas e hoje sei que minha casa é a sua! Obrigada por todo amor, carinho, paciência (sei que foi e continua sendo muita), por fazer minhas vontades, me incentivar, puxar a orelha quando precisa, propiciar momentos de muita alegria e também “perrengues” com os estudos de madrugada, ajuda com as caronas até a empresa, por me sustentar quando o dinheiro acaba, por ser minha bateria no fim de um dia de trabalho, enfim, pela parceria em qualquer situação. A nós desejo vida longa.

À Cristiane Ramos e Marianne Barbosa, por terem grande contribuição com meu crescimento profissional! Agradeço pelos ensinamentos científicos (e pessoais também), paciência, reconhecimento e disponibilidade em me ajudar a qualquer momento, mesmo à distância. Ainda irei perturbar muito vocês!

À Cristiane Muller, por ter apoiado meu estágio na Corteva e por ter ficado contente com a realização desse sonho! Agradeço também pela confiança em meu trabalho e por acreditar em mim para a próxima etapa de minha vida. Agora nossos laços serão estreitados e sei que será uma fase de grande crescimento profissional.

Ao Augusto Kalsing, líder da Estação experimental da Corteva, pelo suporte, paciência, amizade e por ter me dado oportunidade de estagiar em uma das maiores empresas de agroquímicos e, com isso, realizar um sonho. Apesar da distância de minha família, entrar nesse time e vivenciar o mundo corporativo não teve preço. Se fosse para escolher novamente, eu escolheria ir!

À minha “chefe” Vanessa Takahashi, pela paciência, amor em transmitir seus conhecimentos para nós e por ter contribuído com meus conhecimentos na área de Nematologia! Como você costuma falar, um dia irei entender o sentido de ter passado esse período na Nemato.

A todos os técnicos e assistentes técnicos da Corteva, em especial ao Danilo, pelo suporte na execução das atividades, ensinamentos e pela paciência.

Aos outros estagiários da Corteva, pela amizade, parceria, ajuda, descontrações e por passarmos juntos os desesperos de ter que montar ou desmontar tantos ensaios de uma vez. Tenho certeza de que iremos conseguir conquistar nossos objetivos profissionais.

A todos os “meninos do campo” da Corteva e ao Nelson, por colaborarem com a realização dos ensaios. Sem vocês não iríamos conseguir executar os protocolos.

Às meninas do time de limpeza da Corteva, que contribuem com a limpeza das salas, laboratórios, banheiros e outras estruturas da empresa, colaborando com nosso sentimento de bem-estar.

Às minhas amigas irmãs: Emely, Lilia e Rossana, pela amizade ao longo de tantos anos, por estarem comigo em todos os momentos, pelo amor que o tempo e a distância não superam e por me aconselharem quando eu preciso! Amo vocês.

À Carol, Cris, Gabi, Laura, Marianne, Nádylla, Paula, Poli e ao Victim, que continuam presentes na amizade, mesmo que a comunicação esteja menor pela correria do dia-a-dia. Agradeço a vocês pela amizade, momentos de descontração e cerveja no cearoca também!

À Thais Paz, pela amizade, por ter aceitado a parceria e me acompanhado nos mutirões de experimentos no LEA durante nossas férias! Momentos de grande crescimento e união. Ainda iremos conseguir publicar todos os dados que geramos.

Aos atuais colegas do LEA: Adson, Alice, Caio, Camila, Carlos, Débora, Edilaine, Lorena Gomes, Lorena Karen, Roberta, Ruan, Sabrina, Thais Mota e Thais Paz, por todos os momentos vividos juntos! Sejam de alegrias e descontração ou de desesperos com as criações do LEA.

Aos colegas da graduação, Anderson, Melyssa e Laura pelo companheirismo, pela ajuda mútua nas disciplinas e por terem tornado mais fácil essa caminhada.

Aos colegas da época do NEEF: Bruno, Dhones, Jander, Nascimento, Walisson e Wilker, pela amizade que percorre até os dias de hoje.

A todos vocês o meu muito obrigada!

“Sonhos determinam o que você quer. Ação
determina o que você conquista.”

Aldo Novak

RESUMO

Parasitoides de ovos *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) tem sido relacionados como agentes de controle biológico de diversos lepidópteros-praga. Estes parasitoides comumente são criados em ovos inviabilizados de hospedeiros alternativos como *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Essa inviabilização pode ocorrer pela exposição dos ovos à radiação produzida por lâmpadas germicidas. Porém, para fins de pesquisa e até mesmo de criação massal, a possibilidade de utilização de outros hospedeiros deve ser constantemente estudada. Com isso, objetivou-se avaliar diferentes tempos de inviabilização utilizando lâmpadas germicidas com dois tempos de vida útil sobre o parasitismo e a emergência de *T. pretiosum* em ovos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Ovos de *S. frugiperda* foram expostos à radiação UV produzida por lâmpadas com 280 ou 380 horas de vida útil por uma, duas e três horas. Após cada período de tempo de exposição, grupos de 20 ovos foram colados em cartelas de cartolina azul celeste e inseridos em tubos de vidro (2,5 x 8,5 cm) contendo uma fêmea do parasitoide *T. pretiosum*, onde permaneceram por 24 horas. Após esse período, as fêmeas foram retiradas dos tubos e estes permaneceram sob condições controladas ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de U. R. e fotofase de 12 h). Transcorridos cerca de 15 dias foi avaliado o parasitismo (%) e a emergência (%). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 15 repetições sendo, cada repetição, uma cartela contendo 20 ovos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Constatou-se que o parasitismo de ovos de *S. frugiperda* por *T. pretiosum* decresce com o aumento do tempo de exposição dos ovos à radiação UV quando são usadas lâmpadas com 280 horas de vida útil. Porém, o parasitismo de ovos de *S. frugiperda* com lâmpadas com 380 horas de uso foi superior no maior tempo de exposição. Para a emergência não se observou diferença significativa, obtendo-se índices superiores à 70% de emergência dos adultos do parasitoide independente de tempo de exposição ou vida útil da lâmpada. Assim, o tempo ideal de inviabilização de ovos de *S. frugiperda* à luz germicida possui relação direta com o período de uso da mesma, necessitando maiores tempos de exposição para maior tempo de uso das lâmpadas.

Palavras-chave: Criação massal; controle de qualidade; radiação ultravioleta.

ABSTRACT

Parasitoids of eggs *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) have been related as agents of biological control of several lepidoptera-pest. These parasitoids are commonly bred in unviable eggs of an alternative host such as *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). This unfeasibility occurs by exposing the eggs to the radiation produced by a germicidal lamp. However, for research purposes and even for mass creation, the possibility of using other hosts must be constantly studied. The objective of this study was to evaluate different times of non-viability using germicidal lamps with two use times over the parasitism and the emergence of *T. pretiosum* on eggs *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Eggs of *S. frugiperda* were exposed to UV radiation produced by lamps with 280 or 380 hours for one, two and three hours. After each exposure period, groups of 20 eggs were glued in celestial blue cardboards and inserted into glass tubes (2.5 x 8.5 cm) containing one female of the *T. pretiosum* parasitoid, where they remained for 24 hours. After this period, the females were removed from the tubes and they remained under controlled conditions ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH and 12h photophase). After 15 days, parasitism (%) and emergence (%) were evaluated. The experimental design was completely randomized, with 15 replicates, each repetition being a batch containing 20 eggs. Data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Duncan test at the 5% probability level. It was observed that the parasitism of *S. frugiperda* eggs by *T. pretiosum* decreases with increasing the exposure time of eggs to UV radiation when using lamps with 280 hours of life. However, the parasitism of eggs of *S. frugiperda* with lamp with 380 hours of use was superior in the longer time of exposure. For the emergency, no significant difference was observed, obtaining indices above 70% of adults' emergence of the parasitoid regardless of the exposure time or lamp life. Thus, the optimal time to prevent eggs from *S. frugiperda* to the germicidal light has a direct relationship with the period of use of the lamp, necessitating longer exposure times for longer lamp usage.

Keywords: Mass creation; quality control; ultraviolet radiation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	• Parasitismo ($\% \pm$ Erro Padrão) e emergência ($\% \pm$ Erro Padrão) de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) expostos a diferentes tempos de inviabilização em luz germicida com 280 e 380 horas de uso	20
----------	--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	<i>Trichogramma</i> spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)	14
2.2	Criação massal do parasitoide	15
2.3	Uso de radiação UV para inviabilização de ovos	17
3	OBJETIVO	18
4	HIPÓTESE	18
5	MATERIAL E MÉTODOS	18
5.1	Criação de <i>S. frugiperda</i>	18
5.2	Coleta e criação de <i>T. pretiosum</i>	18
5.3	Tratamento dos ovos com radiação UV.....	18
6	RESULTADOS	19
7	DISCUSSÃO	20
8	CONCLUSÕES	21
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1 INTRODUÇÃO

Os parasitoides de ovos *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são especialistas no controle de diversos lepidópteros-praga (PASTORI *et al.*, 2008; BUENO *et al.*, 2012; PIROVANI *et al.*, 2017), dentre estes, destaca-se a lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (DEQUECH *et al.*, 2013; FIGUEIREDO *et al.*, 2015). Espécies desse parasitoide são microvespas de tamanho entre 0,5 a 1 mm de comprimento em que as fêmeas parasitam a fase de ovo do seu hospedeiro, impedindo a emergência das larvas, geralmente causadoras de danos.

Para criação e multiplicação desses parasitoides em laboratório, comumente utiliza-se ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) devido a facilidade de criação do hospedeiro, baixo custo, e pela melhor adaptação da maioria das espécies do parasitoide aos ovos (SOUZA, 2010; BELLON *et al.*, 2015). Normalmente utiliza-se radiação ultravioleta para esterilizar ovos de espécies hospedeiras em que a fase larval tenha hábito canibal visando a eliminação do hospedeiro sem riscos de perdas da progênie do parasitoide (BRENIÈRE, 1965). Destaca-se que o tempo de inviabilização dos ovos deve ser corretamente determinado a fim de eliminar o embrião por exposição à radiação ultravioleta, sem comprometer a qualidade do ovo hospedeiro (STEIN & PARRA, 1987).

Para utilizar *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) como hospedeiro visando a multiplicação do parasitoide para fins experimentais, torna-se necessário submeter os ovos à radiação ultravioleta. No entanto, essa informação é escassa e relevante, uma vez que, se os ovos estiverem viáveis, haverá emergência das lagartas que possuem hábito canibal e irão se alimentar dos outros ovos (parasitados ou não), comprometendo a produção de progênie dos parasitoides. Dessa forma, é fundamental avaliar o período de uso da lâmpada utilizada e o tempo de exposição ovo-luz, pois quanto maior o tempo de contato do organismo vivo com o agente inativador, e a potência deste, maior a eficiência (ROSA, 2015). Portanto, utilizar menor tempo pode acarretar na emergência das lagartas e, tempo excessivo pode danificar o ovo do hospedeiro afetando o desenvolvimento e/ou qualidade da progênie. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar o parasitismo e a emergência de *T. pretiosum* sobre ovos de *S. frugiperda* expostos a diferentes tempos de inviabilização em dois períodos de vida útil da lâmpada germicida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

O gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) representa o maior grupo da família Trichogrammatidae com aproximadamente 180 espécies descritas. As espécies de *Trichogramma* estão amplamente distribuídas na América do Sul. A maior parte das espécies está registrada para o Brasil (24), em seguida para a Venezuela (9), Colômbia (7) e Peru (6) (MOLINA, 2003). Este grupo de parasitoides tem sido amplamente estudado em diversos países (HENDAWY *et al.*, 2018; IVEZIC *et al.*, 2018; CHERIF *et al.*, 2019) e utilizados principalmente para o controle de *Heliothis virescens* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão; *Erynnis ello* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae) em mandioca; *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) e *S. frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (OLIVEIRA *et al.*, 2010; ANDRADE *et al.*, 2011; DEQUECH *et al.*, 2013).

A criação massal de *Trichogramma* spp. em laboratório teve início quando foi demonstrada a possibilidade de utilização de ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) como hospedeiro alternativo para multiplicação dos parasitoides, facilitando sua criação e produção em larga escala (FLANDERS, 1930). Em seguida, observou-se que *A. kuehniella* seria um hospedeiro alternativo de qualidade superior à *S. cerealella* para a criação dos parasitoides (LEWIS *et al.*, 1976), apesar de também terem sido encontradas características biológicas adequadas em *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) (CADAPAN, 1988). Posteriormente, detectou-se que *A. kuehniella* e *C. cephalonica*, foram respectivamente, mais adequadas para a criação de *T. pretiosum* e *T. galloi* (GOMES, 1997).

O grande número de espécies, subespécies e linhagens de *Trichogramma*, criadas *in vivo* ou *in vitro*, apresentam diferenças que podem alterar sua eficiência no controle de uma determinada praga. Essas diferenças variam em relação à sua preferência por hospedeiros, culturas (reconhecimento e aceitação), comportamento de busca (localização do habitat, localização hospedeira) e na tolerância às condições ambientais (HASSAN, 1989). Portanto, para o sucesso de um programa de controle biológico, é importante a realização de estudos prévios sobre o comportamento do parasitoide nos ovos do hospedeiro, visto que características como a idade do hospedeiro podem interferir na penetração da radiação UV para inativar seu desenvolvimento embrionário, além de também interferir na biologia de fêmeas de *Trichogramma* spp. (HU *et al.*, 1999; PASTORI *et al.*, 2010). Dessa forma, é possível realizar a escolha adequada de uma espécie ou linhagem de inimigo natural a ser

utilizada, a fim de se obter altas taxas de parasitismo e progênie, já que esta irá dar continuidade ao ciclo por meio da localização de novos ovos (VREYSEN & ROBINSON, 2010).

Durante seu desenvolvimento, insetos do gênero *Trichogramma* passam pela fase de ovo, larva, pupa e adulto. No fim da fase larval, ocorre o acúmulo de sais de urato ao longo do tegumento do inseto, o qual deixa sua coloração mais escura à medida que o desenvolvimento avança. No estágio de pupa, os sais de urato se concentram na região central do abdome, formando uma massa única de colocação escura aos ovos parasitados, sendo esta uma característica marcante de parasitismo por *Trichogramma* (CÔNSOLI *et al.*, 1999).

O controle de qualidade na produção massal é uma medida importante a ser considerada, pois garantirá a qualidade total do inimigo natural. Dessa forma, todos os detalhes do processo devem ser avaliados, como o período útil da luz utilizada para inviabilização dos ovos e tempo de exposição ovo-luz. Essas informações são escassas quando utiliza-se o hospedeiro natural *S. frugiperda* e apresentam considerável relevância visto que tempo reduzido de exposição pode resultar na emergência das lagartas (que por serem canibais, podem interferir na produção de progênie) e tempo excessivo pode danificar o ovo do hospedeiro afetando o desenvolvimento e/ou qualidade da progênie.

2.2 Criação massal do parasitoide

No Brasil, o uso em larga escala de *T. pretiosum* teve início visando o controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), em cultivos de tomate rasteiro na região do Nordeste (HAJI, 2002). A facilidade de criação em laboratório é uma das características vantajosas desses agentes biológicos, pois estes podem ser produzidos em ovos de hospedeiros alternativos, para reduzir custos e aumentar a eficiência durante o processo de criação massal, o que viabiliza sua utilização (PARRA, 1997). Entretanto, devido a seu hábito polífago, a adequabilidade desses parasitoides a hospedeiros alternativos é variável, podendo afetar seus parâmetros reprodutivos de acordo com o número de gerações em laboratório (PRATISSOLI *et al.*, 2004b).

Trichogramma spp. tem sido criado em ovos de *S. cerealella* (Olivier) (PRATISSOLI *et al.*, 2004a), *A. kuehniella* (Zeller) e *C. cephalonica* (Stainton), em razão da disponibilidade e facilidade de criação desses hospedeiros (PARRA, 2002). Porém, criar o parasitoide no hospedeiro alternativo e depois utilizar como forma de controle em hospedeiros naturais podem influenciar na sua eficiência, visto que o comportamento de aceitação do

hospedeiro ou preferência pode ser atribuído à experiência que a fêmea adquire durante o desenvolvimento larval (condicionamento pré-imaginal) (COBERT, 1985; KAISER *et al.*; 1989). Portanto, a determinação do hospedeiro natural mais adequado para o desenvolvimento do parasitoide é fundamental para a produção em laboratório, e uma etapa básica para qualquer programa de controle biológico de pragas, pois possibilita os estudos sobre aspectos biológicos referentes à praga.

A lagarta-do-cartucho do milho *S. frugiperda* é originária das zonas tropicais e ocorre em toda a América (METCALF *et al.*, 1962; LABRADOR, 1967). É um inseto polífago, que pode se alimentar de mais de 60 espécies, atacando diversas culturas de importância econômica, principalmente gramíneas (PEREIRA & SALVADORI, 2011), sendo considerada uma das principais pragas do milho por sua ocorrência generalizada e por atacar todos os estágios de desenvolvimento da planta (WAQUIL *et al.*, 2002).

O ataque do inseto-praga é caracterizado pelo hábito da fase larval de raspar o tecido verde de um lado da folha. De maneira geral, lagartas maiores dirigem-se para o interior do cartucho onde se alimentam, podendo destruir completamente pequenas plantas ou causar severos danos em plantas maiores. No Brasil, a redução no rendimento de grãos devido ao ataque dessa praga varia de 17,7 a 55,6%, de acordo com o estágio de desenvolvimento e da suscetibilidade dos genótipos de milho (CRUZ, 2008). No entanto, essa praga pode reduzir, por meio da destruição das folhas, a produção de milho em até 20% (GALLO *et al.*, 2002).

Dessa forma, é crescente o número de estudos sobre métodos de controle de *S. frugiperda* a partir da utilização de *T. pretiosum* (BUENO *et al.*, 2010; PUNEETH & VIJAYAN, 2013; FIGUEIREDO *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2018), visto que estes parasitam os ovos desses artrópodes-praga, impedindo a emergência das lagartas e, conseqüentemente, os danos causados por estas. Para a implementação de programas de controle biológico é importante estudar a biologia e ecologia da praga e do parasitoide, de forma a conhecer detalhes sobre sua reprodução e desenvolvimento em laboratório; bem como a condição ideal para o desenvolvimento do parasitoide no hospedeiro (PARRA *et al.*, 2002) para garantir que sejam produzidos de forma adequada, resultando em indivíduos de melhor performance, refletindo todo o potencial ao serem liberados no campo (PREZOTTI & PARRA 2002).

2.3 Uso de radiação UV para inviabilização de ovos

A produção massal é condição necessária para garantia da disponibilidade de agentes de controle biológico para a supressão populacional de pragas. Devido ao hábito canibal de algumas espécies de Lepidoptera, Ordem mais adequada para multiplicação de *Trichogramma* spp. (DIAS-PINI *et al.*, 2010), os ovos destes hospedeiros precisam ser esterilizados a fim de evitar a emergência das lagartas e consequente perdas de dados biológicos por canibalismo ou erros de interpretação dos resultados por superparasitismo ou subparasitismo. Além disso, fêmeas adultas de *Trichogramma* spp. possuem preferência por ovos mais jovens em relação aos mais desenvolvidos (CALVIN *et al.*, 1997; TUNÇBILEK & AYVAZ, 2003; SAOUR, 2004; MAKEE, 2005). A prática da inviabilização permite o armazenamento de ovos por períodos que podem variar de acordo com a temperatura de armazenamento, as características do hospedeiro e as condições de armazenamento, embora estudos demonstrem que pode-se realizar o armazenamento por até 20 dias sem perda da viabilidade (RODRIGUES & SAMPAIO, 2011).

Existem diferentes meios para esterilizar ovos hospedeiros: Frio (BONNEMAISON, 1972), calor (ROUNBEHLER, 1973), radiação ultravioleta (BRENIÈRE, 1965) e gama (MARTSON & ERTLE, 1969) e produtos químicos (BONNEMAISON, 1972; LEWIS & YOUNG, 1972). A radiação ultravioleta tem sido a mais recomendada para o tratamento dos ovos que serão utilizados na multiplicação do parasitoide (VOEGELÉ *et al.*, 1974) embora tenha sido detectado que não há diferença entre radiação ultravioleta ou gama (AYVAZ *et al.*, 2008).

O modo de impedir o desenvolvimento do hospedeiro difere de acordo com a técnica utilizada. Como os raios UV não penetram profundamente, o efeito da irradiação UV é diferente, dependendo da dureza e espessura do córion do ovo e/ou estágio do desenvolvimento embrionário (HU *et al.*, 1999). Em *A. kuehniella*, ovos com menos de 24 ou mais de 48 horas são os mais vulneráveis aos raios UV e sabe-se que o período de exposição ideal é de cerca de 40 minutos (VOEGELÉ *et al.* 1974). Dessa forma, estudos sobre o tempo de inviabilização para outros hospedeiros são importantes pois a utilização de tempos inadequados pode interferir na biologia do parasitoide, causando erros de interpretação de resultados por superparasitismo ou subparasitismo.

3 OBJETIVO

Avaliar o parasitismo e a emergência de *T. pretiosum* sobre ovos de *S. frugiperda* expostos a diferentes tempos de inviabilização e dois períodos de vida útil da lâmpada germicida.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Criação de *S. frugiperda*

Posturas (massas de ovos) de *S. frugiperda* obtidas da criação estoque mantida no Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA), localizado no Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), foram retiradas diariamente e acondicionadas em placas de Petri (10 x 1,5 cm de diâmetro), até eclosão das lagartas. Com o auxílio de um pincel, as lagartas recém eclodidas foram transferidas para tubos de vidro (2,5 x 8,5 cm), contendo dieta artificial (GREENE *et al.*, 1976 modificada por HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 1985) e fechados com algodão hidrófobo. As lagartas foram acondicionadas em sala climatizada $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12 h até atingirem a fase de pupa. As pupas foram retiradas e sexadas. Após a emergência, os adultos foram mantidos em gaiolas cilíndricas de PVC (10 x 25 cm) sendo a parte superior fechada com tecido do tipo “voil” e, forradas internamente com papel toalha que serviu de substrato para a oviposição. Os adultos receberam solução aquosa de mel a 10 % para sua alimentação.

4.2 Coleta e criação de *T. pretiosum*

A espécie *T. pretiosum* utilizada no estudo foi proveniente de criação estoque mantida no LEA, inicialmente coletada em plantio comercial de tomateiros (*Solanum lycopersicum* L.) localizado na região da Serra da Ibiapaba (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Para a manutenção dos parasitoides, ovos de *A. kuehniella* obtidos segundo técnica de Parra *et al.* (1989) foram colados em cartolina azul celeste (7,0 x 2,0 cm) com goma arábica (25%). Estas cartelas foram acondicionadas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), contendo parasitoides recém-emergidos, sendo os tubos vedados com filme plástico de PVC[®], permitindo-se o parasitismo por 24 h em sala climatizada ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12 h).

4.3 Tratamento dos ovos com radiação UV

Ovos de *S. frugiperda* com até 24 horas de desenvolvimento embrionário foram coletados e expostos a radiação UV de comprimento de onda de 254 nm por uma, duas e três

horas utilizando-se lâmpadas germicidas com cerca de 280 e 380 horas de vida útil. Para a irradiação, os ovos foram colocados dentro de uma caixa (49 x 29 x 26 cm) a 22,0 cm de distância da lâmpada. Após cada período de tempo de exposição, grupos de 20 ovos foram colados em cartelas de cartolina azul celeste e inseridos em tubos de vidro (2,5 x 8,5 cm) contendo uma fêmea de *T. pretiosum* recém-emergida. No interior dos tubos foi adicionada gotículas de mel para alimentação da fêmea parasitoide. O parasitismo foi permitido por 24 horas. Após esse período, as fêmeas foram retiradas dos tubos e estes permaneceram sob condições controladas ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de U.R. e fotofase de 12 h). Após cerca de 15 dias avaliou-se a porcentagem de parasitismo [(Número de ovos parasitados/número total de ovos) x 100] e a emergência [(Número de ovos escuros com orifício /número total de ovos parasitados) x 100]. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com 15 repetições, sendo cada repetição representada por uma cartela com 20 ovos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Duncan ($p < 0,05$), utilizando-se o software Sisvar.

5. RESULTADOS

O parasitismo por *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda* utilizando lâmpada germicida com 280 horas de vida útil expostos por uma hora à radiação apresentou melhores resultados, atingindo 62,7% (Tabela 1). Quando a lâmpada germicida já estava com 380 horas de vida útil, o parasitismo por *T. pretiosum* em ovos de *S. frugiperda* decresceu, atingindo apenas 38,3% (Tabela 1). Por outro lado, aumentar o tempo de exposição quando a lâmpada está a mais tempo em uso (380 horas) foi importante para melhorar a taxa de parasitismo uma vez que ovos expostos à radiação da lâmpada germicida por três horas, foram mais parasitados (58,3%) que aqueles expostos uma ou duas horas (Tabela 1).

A emergência dos parasitoides provenientes de ovos de *S. frugiperda* atingiu 100% quando os mesmos foram expostos por uma ou duas horas independentemente do tempo de vida útil da lâmpada (280 ou 380 horas) (Tabela 1).

Tabela 1. Parasitismo (% \pm Erro Padrão) e emergência (% \pm Erro Padrão) de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) expostos a diferentes tempos de inviabilização em luz germicida com 280 e 380 horas de uso

Tempo de exposição (h)	Parasitismo (%)*		Emergência (%)*	
	280 horas	380 horas	280 horas	380 horas
1	62,7 \pm 4,1 a	38,3 \pm 3,7 b	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a
2	52,3 \pm 5,3 ab	33,0 \pm 4,0 b	100,0 \pm 0,0 a	100,0 \pm 0,0 a
3	41,3 \pm 7,7 b	58,3 \pm 7,0 a	73,3 \pm 5,9 a	93,3 \pm 2,7 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

6 DISCUSSÃO

Trichogramma pretiosum apresentou menores taxas de parasitismo em ovos de *S. frugiperda* quando estes foram submetidos a tempos de inviabilização de 2 ou 3 horas quando comparado a 1 hora de exposição, considerando o período de uso da luz germicida de 280 horas. A radiação UV é absorvida por estruturas do DNA, quebrando as ligações de hidrogênio entre as bases nucleotídicas da célula, fazendo com que se formem novas ligações entre os nucleotídeos adjacentes. Em seguida, originam-se moléculas duplas, também chamadas de dímeros. Os dímeros são compostos orgânicos que podem acarretar alterações genéticas nas células e são os maiores responsáveis por bloquear a duplicação do DNA, impossibilitando o desenvolvimento do inseto (AGUIAR *et al.*, 2002).

A duração da exposição dos ovos à radiação ultravioleta em tempo adequado é importante para garantir que o desenvolvimento embrionário da espécie hospedeira seja interrompido, assegurando a não emergência de lagartas e perdas de dados biológicos devido ao hábito canibal das mesmas. Também propicia melhores condições para o desenvolvimento da larva do parasitoide, já que no caso de *Trichogramma* spp., estes possuem melhores taxas de parasitismo em ovos irradiados por UV, sem efeitos negativos sobre a emergência de sua progênie (XU *et al.*, 2016; YANG *et al.*, 2016).

Durante a coevolução do hospedeiro e do parasitoide, o sistema imunológico do hospedeiro foi adaptado para se defender contra o parasitismo (CARTON *et al.*, 2008). Acredita-se que tal mecanismo de defesa possa ser eliminado por meio do tratamento com irradiação UV, o que facilita o parasitismo e o desenvolvimento da fase jovem do parasitoide. Por outro lado, se o tempo de exposição dos ovos hospedeiros for excessivo, possivelmente ocorrerão alterações no conteúdo do ovo, interferindo nas características do mesmo, tornando-o menos adequado ao desenvolvimento do parasitoide. Sabe-se que as fêmeas destes

parasitoides possuem estratégias que facilitam a identificação de um hospedeiro de qualidade por meio do contato superficial das antenas (BENTO & NARDI, 2009). No contato inicial com os ovos do hospedeiro, sinais são reconhecidos pelas antenas e para a inserção do ovipositor, as fêmeas precisam avaliar perfeitamente as condições externas e internas dos ovos dos hospedeiros (BESERRA & PARRA, 2003). Essa avaliação determina aceitação ou não do hospedeiro para oviposição, conforme a qualidade nutricional do mesmo (RORIZ *et al.*, 2006), garantindo o sucesso de sua prole (RORIZ *et al.*, 2006; RUKMOWATI-BROTODJOJO & WALTER, 2006). Assim, a sequência das atividades de comportamento de busca e reconhecimento auxiliam a fêmea a identificar sinais químicos ou físicos específicos do hospedeiro, ajudando-as na decisão de aceitar ou não o hospedeiro para oviposição ou mesmo, identificando se o hospedeiro está nutricionalmente adequado ou é suficiente para o desenvolvimento completo de sua prole (RORIZ *et al.*, 2006; RUKMOWATI-BROTODJOJO & WALTER, 2006).

A vida útil das lâmpadas germicidas também deve ser levada em consideração uma vez que ao consideramos a lâmpada germicida com 380 horas de uso, foi necessário expor os ovos por mais tempo (3 horas). Provavelmente a lâmpada ultravioleta reduziu sua capacidade de emissão dos raios UV, conseqüentemente reduzindo a capacidade de penetração nos tecidos do hospedeiro, sendo necessário, portanto, maior tempo de exposição. As informações geradas com esse estudo são relevantes para a realização de experimentos básicos, pois os resultados finais podem ser subestimados devido a uma possível inviabilização excessiva. Além disso, pensando no desenvolvimento de programas de controle biológico, é necessária a realização de experimentos básicos de forma correta, a fim de evitar erros de interpretação de resultados, os quais podem “omitir” um parasitoide promissor, subestimando sua performance.

7 CONCLUSÕES

As maiores taxas de parasitismo e emergência foram observadas quando se utilizou o menor tempo de exposição dos ovos à lâmpada germicida com 280 horas de uso.

O maior tempo de uso da lâmpada (380 horas) interferiu na taxa de parasitismo, sendo necessário expor os ovos por 3 horas para obter a maior taxa de parasitismo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesse estudo contribuem para o avanço do conhecimento sobre a influência do tempo de exposição e do período de uso da lâmpada germicida no parasitismo, bem como sobre o desenvolvimento embrionário de *Trichogramma* em ovos do hospedeiro natural *S. frugiperda*.

Estudos dessa natureza são importantes e primordiais para o desenvolvimento de programas de controle biológico, visto que as etapas de desenvolvimento do programa devem ser seguidas “à risca” para evitar erros de interpretação (superparasitismo ou subparasitismo) em experimentos básicos.

Um dos grandes desafios desse trabalho foi escrever sobre esse tema, já que essas informações são bastante escassas. Mas, não desisti e dediquei boa parte de minhas noites a ele. A experiência que adquiri no LEA me tornou capaz de superar desafios e confiante para ir em frente, independente de quão grande seja o “obstáculo”.

A rotina de experimentos, desde o planejamento, execução e escrita, foi me “moldando” e me direcionou a um objetivo. O estágio no LEA e a dedicação a iniciação científica representou um divisor de águas em minha vida e sou muito grata por ter tido essa oportunidade. Agora, uma etapa se encerra e continuarei seguindo em frente.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A. M. S.; NETO, M. L. F.; BRITO, L. L. A.; REIS, A. A.; MACHADO, P. M. R.; SOARES, A. F. S.; VIEIRA, M. B. C. M.; LIBÂNIO, M. Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na desinfecção de águas com turbidez e cor moderada. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 7, p. 37-47, 2002.
- ANDRADE, G. S.; PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; DESNEUX, N.; SANTOS JUNIOR, H. J. G. Performance of four *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) as biocontrol agents of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) under various temperature regimes. **Journal of Pest Science**, v. 84, p. 313-320, 2011.
- AYVAZ, A.; EYÜP, K.; KARABÖRKLÜ, S.; TUNÇBILEK, A.S. Effects of cold storage, rearing temperature, parasitoid age and irradiation on the performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 44, p. 232-240, 2008.
- BELLON, P. P.; SANTANA, D. R. S.; QUERINO, R. B.; FELTRIN, E. E.; OLIVEIRA, H. N. Características biológicas de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, p. 1-8, 2015.
- BENTO, J. M. S.; NARDI, C. Bioecologia e nutrição vs ecologia química: as interações multitróficas mediadas por sinais químicos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Org.). Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 277-296, 2009.
- BESERRA, E. B.; PARRA, J.R.P. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 205-209, 2003.
- BONNEMAISON, L. Diapause et superparasitisme chez *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym. Trichogrammatidae). **Bulletin de la Société Entomologique de France**, v. 77, p. 122-132, 1972.
- BUENO, R. C. O. D. F.; BUENO, A. D. F.; PARRA, J. R. P.; VIEIRA, S. S.; OLIVEIRA, L. J. D. Biological characteristics and parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 322-327, 2010.
- BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F. *Trichogramma pretiosum* parasitism and dispersal capacity: A basis for developing biological control programs for soybean caterpillars. **Bulletin of Entomological Research**, v. 102, p. 1-8, 2012.

BRENIÈRE, J. Les Trichogrammes, parasites de *Proceras sacchariphagus* Boj Borer de la canne à sucre à Madagascar. **Entomophaga**, v. 10, p. 83-96, 1965.

CADAPAN, E. P. ***Trichogramma* mass production in the Philippines**. In International Symposium Trichogramma and Other Egg Parasites, v. 2, p. 305-309, 1988.

CALVIN, D. D.; LOSEV, J. E.; KNAPP, M. C.; POSTON, F.L. Oviposition and development of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in three age classes of southwestern corn borer eggs. **Environmental Entomology**, v. 26, p. 385-390, 1997.

CARTON Y.; POIRIE, M.; NAPPI, A. J. Insect immune resistance to parasitoids. **Insect Science**, v. 15, p. 67-87, 2008.

CHERIF, A.; MANSOUR, R.; ATTIA-BARHOUMI, S.; ZAPPALÀ, L.; GRISSA-LEBDI, K. Effectiveness of different release rates of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) against *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in protected and open field tomato crops in Tunisia. **Biocontrol Science and Technology**, v. 29, p. 149-161, 2019.

CORBET, S. A. Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. **Ecological Entomology**, v. 10, p. 143-153, 1985.

CÔNSOLI, F. L.; ROSSI, M. M.; PARRA, J. R. P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, p. 271-275, 1999.

CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. A cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo (INFOTECA-E)**, 2008.

DEQUECH, S. T. B.; CAMERA, C.; STURZA, V. S.; RIBEIRO, L. D. P.; QUERINO, R. B.; PONCIO, S. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by *Trichogramma* in maize. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 295-300, 2013.

DIAS-PINI, N. S.; PARRA, J. R. P.; DIAS, C. T. S. Tabela de vida de fertilidade de três espécies neotropicais de Trichogrammatidae em ovos de hospedeiros alternativos como critério de seleção hospedeira. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 120-124, 2010.

FIGUEIREDO, M. D. L. C.; CRUZ, I.; SILVA, R. B.; FOSTER, J. E. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, p. 1175-1183, 2015.

FLANDERS, S. E. Mass production of egg parasites of the genus *Trichogramma*. **Hilgardia**, v. 4, p. 465-501, 1930.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; P., P. J. R.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.;

MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p. 2002.

GOMES, S. M. **Comparação de três hospedeiros alternativos para criação e produção massal de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *T. galloi* Zucchi, 1988**. 106 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1997.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, p. 487-488, 1976.

HAJI, F.N.P. *Trichogramma pretiosum* para controle de pragas no tomateiro industrial. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, S. M.; FERREIRA, B. S. C.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil, Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002, p. 477-494.

HASSAN, S.A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lep.: Tortricidae). **Entomophaga**, v. 34, p. 19-27, 1989.

HENDAWY, A. S.; SHERIF, M. R.; EL-SAYED, A. A.; OMAR, A. M.; TAHA, A. S. Role of the egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* West., release and silica applications in controlling of the stem borer, *Chilo agamemnon* Bles (Lepidoptera: Crambidae), in rice fields in Egypt. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 28, p. 92-96, 2018.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; OLIVEIRA, E. B.; MOSCARDI, F. Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*). EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa da Soja. Londrina, Documentos 10, 21p. 1985.

HU, J. S.; GELMAN, D. B.; BELL, R. A. Effects of selected physical and chemical treatments of Colorado potato beetle eggs on host acceptance and development of the parasitic wasp, *Edovum puttleri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 90, p. 237-245, 1999.

IVEZIĆ, A.; RUGMAN-JONES, P.; STOUTHAMER, R.; IGNJATOVIĆ-ĆUPINA, A. Molecular identification of *Trichogramma* egg parasitoids of *Ostrinia nubilalis* in northeastern Serbia. **Archives of Biological Sciences**, v. 70, p. 425-432, 2018.

KAISER, L.; PHAM- DELEGUE, M. H.; MASSON, C. Behavioural study of plasticity in host preferences of *Trichogramma maidis* (Hym.: Trichogrammatidae). **Physiological Entomology**, v. 14, p. 53-60, 1989.

LABRADOR, S. J. R. Estudio de biología y combate del gusano cogollero del maíz *Laphygma frugiperda* S&A. **Sección Entomology**, Universidade de Zulia, Maracaibo, 83p. 1967.

- LEWIS, W. J.; YOUNG, J. R. Parasitism by *Trichogramma evanescens* of eggs from Tepa-Sterilized and normal *Retiothis zea*. **Journal of Economic Entomology**, v. 65, p. 705-708, 1972.
- LEWIS, W.J.; GROSS, H.R., JR.; PERKINS, W.D.; KNIPLING, E.F.; VOGELÉ, J. Production and performance of *Trichogramma* reared on eggs of *Heliothis zea* and other hosts. **Environmental Entomology**, v. 5, p. 449-452, 1976.
- MANANDHAR, R. & WRIGHT, M. G. Enhancing biological control of corn earworm, *Helicoverpa zea* and thrips through habitat management and inundative release of *Trichogramma pretiosum* in corn cropping systems. **Biological Control**, v. 89, p. 84-90, 2015.
- MAKEE, H. Factors influencing the parasitism of codling moth eggs by *Trichogramma cacoeciae* March. and *T. principium* Sug. et Sor. (Hymen. Trichogrammatidae). **Journal Pest Science**, v. 78, p. 31-39, 2005.
- MARSTON, N.; ERTLE, L. R. Host age and parasitism by *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 62, p. 1476-1482, 1969.
- METCALF, C.; FLINT, W. P. J.; METCALF, R. L. **Destructive and useful insects: their habits and control**. New York: Mc Graw-Hill, 1087p. 1962.
- MOLINA, R. M. S. 2003. **Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros**. Tese. (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 80p. 2003.
- OLIVEIRA, H. N.; GOMEZ, S. A.; ROHDEN, V. S.; ARCE, C. C. M.; DUARTE, M. M. Registro de espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Erinnyis Ello* linnaeus (Lepidoptera: sphingidae), em Mato Grosso do Sul. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, p. 378-379, 2010.
- OLIVEIRA, R. C. M.; PASTORI, P. L.; COUTINHO, C. R.; JUVENAL, S.O.; AGUIAR, C. V. S. Natural parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs on tomato (Solanales: Solanaceae) in the Northeast region, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, p. ahead of print, 2020.
- PARRA, J. R. P.; LOPES, J. R. S.; SERRA, H. J. P.; SALES JÚNIOR, O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, p. 403-415, 1989.

- PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997, p. 121-150.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico: Uma visão inter e multidisciplinar. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 125-142, 2002.
- PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M.; SOUZA, A.; POLTRONIERI, A. S.; SCHUBER, J. M. Parasitismo de ovos da lagarta-enroladeira-da-maça em função do número de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberado. **Scientia Agraria**, v. 9, p. 497-504, 2008.
- PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M.; PRATISSOLI, D. Efeito da idade do parasitoide e do hospedeiro na reprodução de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 349-353, 2010.
- PEREIRA, P. S.; SALVADORI, J. R. Pragas da lavoura de trigo. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011.
- PIROVANI, V. D.; PRATISSOLI, D.; TIBÚRCIO, M. O.; CARVALHO, J. R. D.; DAMASCENA, A. P.; FARIA, L. V. *Trichogramma galloi* and *Trichogramma pretiosum* for the management of *Duponchelia fovealis* (Lepidoptera: Crambidae) in strawberry plants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 690-693, 2017.
- PRATISSOLI, D.; FERNANDES, O. A.; ZANUNCIO, J. C.; PASTORI, P. L. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs at different constant temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, v.97, p.729- 731, 2004a.
- PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H. N.; GONÇALVES, J. R.; ZANUNCIO, J. C.; HOLTZ, A. M. Changes in biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae) for 23 generations. **Biocontrol Science and Technology**, v.14, p.313- 319, 2004b.
- PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P. P. Controle de qualidade em criações massais de parasitóides e predadores, p.295-307. In: J.R.P. Parra, S.M. Botelho, B.S.C. Ferreira & J.M.S. Bento (eds), **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo, Manole, 635p.
- PUNEETH, P.; VIJAYAN, V. A. Biocontrol efficacy and viability of *Trichogramma chilonis* on *Corcyra cephalonica* and *Spodoptera litura* under laboratory conditions. **International Journal Research Biological Sciences**, v. 3, p. 76-79, 2013.

RODRIGUES, S. M. M.; SAMPAIO, M. V. Armazenamento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em baixas temperaturas. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, p. 45-51, 2011.

ROUNBEHLER, M. D.; ELLINGTON, J. J. Some biological effects of selected light regimes on *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 66, p. 6-10, 1973.

RORIZ, V.; OLIVEIRA, L.; GARCIA, P. Host suitability and preference studies of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v. 36, p. 331-336, 2006.

ROSA, T. B. C. **Estudo da eficiência das lâmpadas UV para tratamento de água contaminada por bactérias termotolerantes**. Frutal-MG: Prospectiva, 127p. 2015.

RUKMOWATI-BROTODJOJO, R. R.; WALTER, G. H. Oviposition and reproductive performance of a generalist parasitoid (*Trichogramma pretiosum*) exposed to host species that differ in their physical characteristics. **Biological Control**, v. 39, p. 300-312, 2006.

SAOUR, G. Efficacy assessment of some *Trichogramma species* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in controlling the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Pest Science**, v. 77, p. 229-234, 2004.

SOUZA, T. W. Custos de uma biofábrica de *Trichogramma pretiosum* Riley para o controle da lagarta-do-cartucho no milho. **EntomoBrasilis**, v. p. 49-54, 2010.

SOUZA, S. A.; COUTINHO, C. R.; OLIVEIRA, N. R. X.; PINTO, P. J. C.; AZAMBUJA, R.; PASTORI, P. L. 2018. Desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae). In: Controle biológico com parasitoides, Gramado, RS, **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Entomologia**, p. 360, 2018.

STEIN, C. P.; PARRA, J. R. P. Uso da radiação ultravioleta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 16, p. 229-233, 1987.

TUNÇBILEK, A. S.; AYVAZ, A. Influences of host age, sex ratio, population density, and photoperiod on parasitism by *Trichogramma evanescens* Westw. (Hym., Trichogrammatidae). **Journal Pest Science**, v. 76, p. 176-180, 2003.

VOEGELÉ, J.; DAUMAL, J.; BRUN, P.; ONILLON, J. Action du traitement au froid et aux ultraviolets de l'œuf d' *Ephestia kuehniella* [Pyralidae] sur le taux de multiplication de *Trichogramma evanescens* et *T. brasiliensis* [Hymenoptera: Trichogrammatidae]. **Entomophaga**, v. 19, p. 341-348, 1974.

VREYSEN, M. J. B.; ROBINSON, A. S. Ionising radiation and area-wide management of insect pests to promote sustainable agriculture: A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 1, p. 1-18, 2010.

WAQUIL, J. M.; VILLELA, F. M. F.; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (*Bt*) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 3, p. 1-11, 2002.

XU, J.; YANG, X.; LIN, Y.; ZANG, L. S.; TIAN, C. Y.; RUAN, C. C. Effect of fertilized, unfertilized, and UV-irradiated hosts on parasitism and suitability for *Trichogramma* parasitoids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 161, p. 50-56, 2016.

YANG, X.; QU, Y. L.; WU, Z. Y.; LIN, Y.; RUAN, C. C. Parasitism and suitability of fertilized and nonfertilized eggs of the rice striped stem borer, *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Crambidae), for *Trichogramma* parasitoids. **Journal of Economic Entomology**, v. 109, p. 1524-1528, 2016.