

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

HORÁRIO DE LIBERAÇÃO DE *Cotesia flavipes* (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) E ÍNDICE DE PREDUÇÃO NO CONTROLE BIOLÓGICO
DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) NA CULTURA
DA CANA-DE-AÇÚCAR

Priscila Laranjeira Rôdas

Dourados-MS

Fevereiro - 2015

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Priscila Laranjeira Rôdas

HORÁRIO DE LIBERAÇÃO DE *Cotesia flavipes* (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) E ÍNDICE DE PREDACÃO NO CONTROLE BIOLÓGICO
DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) NA CULTURA
DA CANA-DE-AÇÚCAR

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Orientador(a): Harley Nonato de Oliveira

Dourados-MS
Fevereiro – 2015

BIOGRAFIA DO ACADÊMICO

Priscila Laranjeira Rôdas, natural de Campo Grande – Mato Grosso do Sul, nascida em 1º de julho de 1988, filha de Gisele dos Santos Laranjeira e Anísio Rôdas.

Estudou Ensino Fundamental na rede pública (de 1995 a 2002), e Ensino Médio em rede particular (de 2003 a 2006).

Em fevereiro de 2008 iniciou a vida acadêmica na Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – Uniderp/Anhanguera em Campo Grande/MS no curso de Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais.

Realizou estágio extracurricular no laboratório de Hidroquímica Ambiental na Universidade Uniderp/Anhanguera, em julho de 2008 até janeiro de 2010, no laboratório de Controle de Qualidade de Água e Efluentes.

Entre julho de 2010 a dezembro de 2011 foi bolsista de Iniciação Científica concedido pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), na Embrapa Gado de Corte, na área de Entomologia Agrícola atuando sobre o seguinte tema: Resistência de Plantas a Insetos.

Concluiu graduação em Ciências Biológicas com diploma de Licenciatura e Bacharelado em dezembro de 2011.

Após formação continuou como bolsista pelo CNPq na modalidade Apoio Técnico, na Embrapa Gado de Corte em fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013, na área de Entomologia Agrícola, atuando com o seguinte tema: Resistência de Plantas a Insetos.

Em março de 2013, ingressou no curso de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade e submeteu-se a defesa da dissertação em 05/03/2015, desenvolvendo projeto com Controle Biológico da broca da cana-de-açúcar, especificamente com o parasitoide *Cotesia flavipes*.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, pela força e por iluminar meu caminho em momentos difíceis.

Ao programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, pela oportunidade de realizar o Mestrado.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (CPAO), por permitir a realização deste trabalho através da infraestrutura cedida, suporte para o desenvolvimento de minha pesquisa e pela equipe.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de Mestrado.

Em especial, ao meu orientador Dr. Harley Nonato de Oliveira, obrigada pela oportunidade de participar em seu grupo de pesquisa para desenvolver este trabalho. Pela paciência em me ensinar e dedicação. Até mesmo pelos “puxões de orelha”, pelo qual foram e são necessários para meu desenvolvimento e crescimento profissional e pessoal.

A Dra. Daniele Fabiana Glaeser, pela paciência, dedicação, companheirismo, sinceridade, amizade, carinho, por acreditar em mim, pelos conselhos nos momentos difíceis, me mostrar o caminho correto ao longo de minha caminhada, pelo apoio para conclusão de meu Mestrado, meus sinceros agradecimentos.

A minha querida mãe Gisele dos Santos Laranjeira, principal responsável pela minha educação, caráter, pelo incentivo a sempre seguir em frente, pelo amor incondicional, carinho e afeto. Agradeço infinitamente!

Meu pai Anísio Rôdas, pelo apoio e dedicação, obrigada pela sua generosidade, simplicidade e amor incondicional.

A minha querida irmã Ana Clara Laranjeira Garib por sempre me conceder alegria, esperança, pelo amor incondicional.

Aos meus familiares, avó Herenice de Jesus, meus tios, Silvio dos Santos Laranjeira, Renata dos Santos Laranjeira, Marcelo dos Santos Laranjeira e Luciano dos Santos Laranjeira, pela contribuição na minha educação, carinho, apoio e estímulo a sempre seguir em frente.

Ao meu companheiro Renato Saravy Diacópulos, pela paciência, dedicação, por me dar força e ânimo nos momentos mais difíceis da minha vida, ao amor, carinho, generosidade, por acreditar em mim, mesmo quando eu não acreditava. Obrigada por fazer parte da minha vida!

As minhas queridas amigas, Ellen, Elidiane, Hallana e Suelen, pelo companheirismo, amizade e paciência. Em especial a Thaís, Eires e Angélica pelo apoio ao longo desses anos, por acompanhar meu crescimento, pelos conselhos nos momentos difíceis, pelo incentivo, muito obrigada por fazerem parte da minha vida.

A equipe da Embrapa Gado de Corte, no qual fiz estágio: Fabrícia, Marlene, Marco e Laís Cristina por sempre me incentivarem a seguir em frente e principalmente pela orientação do Sr. Dr. José Raul Valério, que contribuiu na conclusão de minha graduação, pela paciência, dedicação e carinho, afinal foi através de seus ensinamentos que obtive interesse e paixão pela área de Entomologia. Meus infinitos agradecimentos.

Agradeço a todos que contribuíram direta e indiretamente para o desenvolvimento de minha dissertação. Obrigada!

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais Gisele dos Santos Laranjeira e Anisio Rôdas, à minha irmã Ana Clara Laranjeira Garib e aos meus tios Silvio dos Santos Laranjeira, Renata dos Santos Laranjeira e Marcelo dos Santos Laranjeira.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	1
GENERAL ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
A Cultura da cana-de-açúcar	6
Aspectos Biológicos de <i>Diatraea saccharalis</i>	9
Aspectos Biológicos e Qualidades de criação de <i>Cotesia flavipes</i>	10
OBJETIVO GERAL	12
HIPÓTESES.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

CAPÍTULO 1

Horário de liberação sobre o parasitismo de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) em lagartas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cana-de-açúcar

RESUMO.....	2
ABSTRACT.....	3
1. Introdução	4
2. Material e Métodos.....	7
3. Resultados	11
4. Discussão	13
7. Referências	16

CAPÍTULO 2

**Índice de predação de pupas e lagartas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera:
Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar**

RESUMO	2
ABSTRACT	3
Introdução	4
Material e Métodos	5
Resultados e Discussão	6
Conclusão	8
Referências Bibliográficas	8

RESUMO GERAL

A cana de açúcar *Saccharum* ssp. é uma das principais culturas do agronegócio no Brasil, utilizada principalmente para a produção de açúcar e álcool. Entretanto, uma série de problemas fitossanitários pode afetar a produtividade dessa cultura, dentre elas a ocorrência de insetos-praga, como a broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Devido a lagarta à partir do segundo ínstar ficar protegida no interior do colmo, o método químico não é eficiente, conseqüentemente o controle biológico tem sido muito utilizado para o controle de *D. saccharalis*. A presença de inimigos naturais no canavial auxilia no controle natural desta praga, juntamente com o uso do endoparasitoide larval, *Cotesia flavipes* (Cameron 1891) (Hymenoptera: Braconidae), que é o mais utilizado no controle de *Diatraea* spp. Porém, fatores ambientais como oscilações de temperatura e umidade relativa podem afetar a atuação desses inimigos naturais em campo. Por isso, o objetivo deste estudo foi avaliar o parasitismo de *C. flavipes* na broca-da-cana em diferentes horários de liberação e comparar duas linhagens desse parasitoide, assim como avaliar o índice de predação de lagartas e pupas por inimigos naturais presentes na cultura da cana-de-açúcar. Para os diferentes horários de liberação de *C. flavipes*, foram realizados dois experimentos, um em novembro/2013 e outro em maio/2014. Para isso, internódios de cana contendo lagartas de quarto ínstar de *D. saccharalis* foram amarrados em plantas de um canavial, sendo posteriormente, liberados as vespas de *C. flavipes* em seus respectivos horários (6, 7, 8, 9 e 10 horas). Para o experimento referente ao índice de predação, internódios de cana contendo lagartas e pupas da broca foram distribuídos em um canavial por dois dias consecutivos. Os internódios permaneceram no campo por 24 horas e após esse período, foram avaliados a taxa de predação de lagartas e pupas de *D. saccharalis*. Para o experimento realizado em novembro/2013 referente ao horário de liberação, verificou-se parasitismo às 6 horas, quando a temperatura estava a 24°C e 76% de U.R. Para o segundo experimento em maio/2014, avaliando-se duas linhagens de *C. flavipes*, a maior taxa de parasitismo foi às 8 horas, quando a temperatura dentro do canavial estava a 23,7°C e 87% de U.R. Em relação às taxas de predação, foi observada diferença significativa no percentual de lagartas predadas entre os dois dias avaliados, com 47,5% no primeiro dia e 63,7% no segundo dia. Para as pupas não houve diferença significativa, com 17,5% no primeiro dia e 26,2% de predação para o segundo dia. Estes resultados demonstram a importância dos predadores para o controle biológico natural da broca da cana-de-açúcar. Para os diferentes

horários de liberação observa-se que oscilações de temperatura ao longo do dia afetaram o controle biológico de *D. saccharalis* com o parasitoide *C. flavipes*.

PALAVRAS-CHAVES: Controle Biológico, horário de liberação, inimigos naturais, predadores

GENERAL ABSTRACT

The sugarcane *Saccharum* spp. is one of the main crops of agribusiness in Brazil, mainly used for the production of sugar and alcohol. However, a number of plant health problems can affect the productivity of this crop, among them the occurrence of insect pests, such as the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Because of the caterpillar from the second instar stay protected inside the stem, the chemical method is not efficient, hence the biological control has long been used to control *D. saccharalis*. The presence of natural enemies in the cane fields helps in the natural control of this pest, along with the use of larval endoparasitoid, *Cotesia flavipes* (Cameron 1891) (Hymenoptera: Braconidae), which is the most widely used control *Diatraea* spp. However, environmental factors such as temperature changes and humidity can affect the performance of these natural enemies in the field. Therefore, the aim of this study was to evaluate the parasitism of *C. flavipes* in sugarcane borer at different times of liberation and compare two strains of this parasitoid, and assess the crawler predation rate and pupae by natural enemies present in the culture of cane sugar. For different time of release of *C. flavipes*, two experiments were conducted, one in November/2013 and another in May/2014. To this end, sugarcane internodes room containing instar larvae were tied at *D. saccharalis* a reed plants, subsequently, released wasps *C. flavipes* in their respective times (6, 7, 8, 9 and 10 hours). For the experiment concerning the predation rate, sugarcane internodes containing caterpillars and pupae drill were distributed in a sugar cane field for two consecutive days. The internodes remained in the field for 24 hours and after this period, were evaluated crawler predation rate and pupae of *D. saccharalis*. For the experiment conducted in November/2013 concerning the release schedule, there was parasitism at 6 o'clock, when the temperature was 24°C and 76% RH. For the second trial in May/2014, evaluating two strains of *C. flavipes*, the highest parasitism rate was at 8 am, when the temperature within the plantation was 23,7°C and 87% RH. Regarding predation rates, there was significant difference in the percentage of

caterpillars between the two days evaluated with 47.5% in the first day and the second day 63.7%. For the pupae there was no significant difference with 17.5% in the first day and 26.2% of predation for the second day. These results demonstrate the importance of predators to the natural biological control the sugarcane borer. For different time of release is observed that temperature fluctuations throughout the day affect the biological control of *D. saccharalis* with the parasitoid *C. flavipes*.

KEYWORDS: Biological Control, release hours, natural enemies, predators.

INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar *Saccharum ssp.* é uma cultura de grande importância econômica no mundo, sendo o Brasil o maior produtor mundial de açúcar e álcool (JADOSKI, et al., 2010). Na safra 2014/15 a área cultivada com cana está estimada em 9.004,5 mil hectares, distribuídas em todos os estados brasileiros, com uma produção total de 642,1 milhões de toneladas, apresentando um acréscimo de 2,2% ou 193,1 mil ha em relação à safra anterior. O estado de Mato Grosso do Sul é o quarto maior produtor, com 668,3 mil hectares de área plantada e uma produção de 45,3 mil toneladas de cana-de-açúcar (CONAB, 2014).

A produtividade anual da cana-de-açúcar pode ser afetada por vários fatores, como geadas, excesso ou falta de chuva e ocorrência de insetos-praga (OLIVEIRA et al., 2012). Dentre as pragas destaca-se a broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Esse lepidóptero faz a postura de ovos nas folhas da cana, de preferência na face dorsal, e após a eclosão, as lagartas se alimentam do parênquima das folhas, convergindo a seguir, para a bainha. Depois da primeira ecdise as lagartas penetram no colmo, abrindo galerias de baixo para cima e quando atingem o último ínstar, fazem um orifício para o exterior, fechando-os parcialmente com fios de seda e serragem, e em seguida passando para a fase de pupa. Após nove a quatorze dias, emerge o adulto que sai pelo orifício feito anteriormente pela lagarta (GALLO et al., 2002).

As injúrias provocadas pelas lagartas de *D. saccharalis* podem ser de maneira direta como falhas na germinação, causando morte da gema apical, secamento dos ponteiros conhecido como “coração morto”, redução da passagem de seiva, quebra de colmos, perda de peso, enraizamento aéreo e brotações laterais, assim como podem ocorrer danos indiretos, pela entrada de microrganismos fitopatogênicos na planta, ocasionando a podridão vermelha do colmo. Os fungos causadores dessa podridão são *Colletotrichum falcatum* e *Fusarium moniliforme*, que invertem a sacarose armazenada na planta, diminuindo a pureza do caldo e prejudicando o rendimento de açúcar e álcool (GALLO, et al., 2002; PARRA et al, 2010; OLIVEIRA et al., 2012).

Devido ao hábito da lagarta de *D. saccharalis* se desenvolver a partir do terceiro ínstar protegida no interior do colmo, o controle químico não é eficiente. Por isso, o controle biológico natural, assim como o controle biológico aplicado com liberações do endoparasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cameron 1891) (Hymenoptera: Braconidae) tem sido

muito utilizado, já que esse parasitoide consegue localizar a broca no interior da planta (BOTELHO e MACEDO, 2002; OLIVEIRA, et al., 2012).

Para o controle de *D. saccharalis*, o endoparasitoide larval *C. flavipes*, foi introduzido no Brasil no ano de 1971 pela Copersucar e pelo Departamento de Entomologia da Esalq/USP, mas não se obteve sucesso por dificuldades no manejo deste parasitoide. Em 1974 a 1976, *C. flavipes* foi introduzida novamente para o controle da *D. saccharalis* e *Diatraea flavipenella*, em vários estados brasileiros, dentre eles Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e Amapá. Desde então observou-se o potencial de *C. flavipes* para o controle de *Diatraea* spp. (MACEDO, et al., 1983; BOTELHO e MACEDO, 2002).

Com a liberação desse parasitoide no Brasil, o controle de *D. saccharalis* tem sido realizado com sucesso, sendo um dos programas mais famosos de Controle Biológico do mundo. Há aproximadamente 80 laboratórios que produzem *C. flavipes* no Brasil, 64 destes estão localizados no estado de São Paulo, 44 são de empresas privadas e 20 em usinas de açúcar e álcool, sendo esse parasitoide liberado em pouco mais de três milhões de hectares (VACARI, et al., 2012a).

Além do controle biológico aplicado com liberações de parasitoides nos canaviais, a presença de inimigos naturais nesses agroecossistemas, exerce um papel importante no controle natural da broca-da-cana, agindo sobre todas as fases de seu desenvolvimento. Predadores, parasitoides e patógenos realizam um eficiente controle, muitas vezes superior a 80% (PINTO, et al., 2006; BOTELHO e MACEDO, 2002). Os principais predadores encontrados na cana-de-açúcar são as formigas, crisopídeos, coccinelídeos e dermápteros que predam ovos e lagartas da broca-da-cana (CARVALHO e SOUZA, 2002).

A confiança na eficiência dos agentes biológicos utilizados em liberações inundativas deve ser condição primordial para que um programa de controle biológico alcance sucesso e se estabeleça. A baixa qualidade de inimigos naturais pode resultar em propaganda negativa no controle biológico de pragas e comprometer todo um programa desenvolvido ao longo de muitos anos de pesquisa. A ação dos inimigos naturais, que contribuem significativamente para manter as populações das pragas em equilíbrio, depende basicamente de métodos de produção massal desses insetos em laboratório, liberação no campo e potencial da espécie

para reduzir a população da praga (RISCADO, 1982; VOLPE, 2009; PREZOTTI e PARRA, 2002).

Em relação às liberações no campo, as mesmas podem ser afetadas por fatores bióticos como a qualidade dos parasitoides liberados, dentre outros, além de fatores abióticos, como a umidade relativa e a temperatura. A capacidade de um inimigo natural procurar seu hospedeiro para o parasitismo depende de sua tolerância às variações climáticas, que exerce influência sobre a biologia, metabolismo, reprodução e a interação parasitoide/hospedeiro (NAVA et al. 2007, HANCE et al. 2007, PEREIRA et al. 2011, SELVARAJ et al. 2013).

Existem dificuldades no levantamento de informações a respeito do efeito da temperatura sobre as liberações de parasitoides visando o controle biológico aplicado, assim como do controle natural da broca-da-cana. Por isso, objetivou-se avaliar os efeitos de horários de liberação de *C. flavipes*, no que se refere à capacidade desse parasitoide em parasitar a broca-da-cana, comparar duas linhagens desse parasitoide, que foram provenientes de uma usina sucroalcooleira e de um laboratório de controle biológico, sobre a mesma condição que estes seriam liberados por essa usina, e avaliar o índice de predação de inimigos naturais presentes na cultura da cana-de-açúcar.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta monocotiledônea cultivada em regiões tropicais e subtropicais no mundo. Acredita-se que sua origem foi na região da Nova Guiné cultivada como cultura de jardim há 8000 a.C. e neste período era utilizada também na China e Índia. Essa cultura pertence à família Poaceae, gênero *Saccharum* L. e tribo Andropogoneae, que inclui gramíneas e cereais como do gênero *Sorghum* (sorgo) e *Zea* (milho). Os cultivares mais utilizados são híbridos interespecífico de *Saccharum officinarum* e *Saccharum spontaneum* (*Saccharum* spp.) (JAMES, 2004; OGTR, 2011).

O gênero *Saccharum* compreende seis espécies *S. spontaneum*, *S. officinarum*, *S. robustum*, *S. edule*, *S. barberie*, e *S. sinense*. No entanto, para Irvine (1999) *Saccharum* compreende duas espécies *S. officinarum* e *S. spontaneum*. A espécie *S. officinarum* são

conhecidas como “canas nobres” ou “canas tropicais”, caracterizada por colmos grossos, ricos em açúcar e exigente quanto ao clima e solo (CENTEC, 2004; OGTR, 2011).

Esta planta se desenvolve em forma de touceira, possuindo uma parte aérea formada por colmos, folhas, inflorescências, raízes e rizomas. O caule (colmo) é a parte da planta que fica acima do solo sustentando as folhas e a panícula, podendo ser ereto, semiereto ou decumbente. O mesmo é cilíndrico e composto de nós (nódio) e entrenós. O nó é composto pela gema, anel de crescimento, cicatriz foliar e zona radicular. A gema é importante na identificação de variedades e ao germinar emite um broto originando um novo colmo. O anel de crescimento situa-se na base do internódio. A cicatriz foliar apresenta-se como um anel seco de tecido marrom e a zona radicular é a região que abriga a gema e os primórdios radiculares (CESNIK e MIOCQUE, 2004).

As folhas são alternas, opostas, presas aos nós dos colmos, com lamina de sílica em suas bordas e bainha aberta. A inflorescência é do tipo panícula aberta e ramificada que consiste de pequenas flores, a flor é hermafrodita. A reprodução pode ser sexuada ou assexuada por propagação vegetativa, cada flor é capaz de produzir uma semente, o fruto é do tipo cariopse de forma elíptica alongada (CESNIK e MIOCQUE, 2004; MILLER e GILBERT, 2009)

Essa cultura se adapta a diversas condições de climas e solo, exigindo precipitações pluviométricas entre 1500 a 2500 mm por ciclo vegetativo (JADOSKI, et al., 2010). O desenvolvimento da parte vegetativa da cana é influenciado por fatores abióticos como adubação, irrigação, data de início do ciclo, temperatura, solo, variedade, tipo de ciclo: cana-planta ou cana-soca, época de colheita, intensidade de luz e pluviosidade (SILVA, et al., 2010; SILVA, et al., 2012) e por fatores bióticos como a fisiologia, morfologia e anatomia da planta, ocorrência de pragas e doenças, que são características que podem afetar a produtividade (MOORE, 2005).

O comportamento fenológico é definido pelas épocas em que ocorrem as fases do período vegetativo das plantas. O estágio da cana apresenta quatro subperíodos: brotação e emergência dos brotos (colmos primários), perfilhamento e estabelecimento da cultura (da emergência dos brotos ao final do perfilhamento), período do grande crescimento (do perfilhamento final ao início da acumulação de sacarose) e maturação (intensa acumulação de sacarose nos colmos) (SILVA, et al., 2010).

Por se tratar de uma planta C4, possui uma alta eficiência fotossintética, contribuindo assim na produção de sacarose (MCCORMICK, et al., 2008). A síntese de sacarose e sua acumulação nas plantas se dá através de uma rede de interações que podem ser analisados a partir de várias perspectivas. O acúmulo de sacarose é simplesmente a diferença entre a quantidade de sacarose produzida na folha por fotossíntese e a quantidade de sacarose que é removido para produzir carbono, energia, crescimento e outros componentes da planta (MOORE, 2008).

O desenvolvimento da cana-de-açúcar passa por dois ciclos, primeiro chamado de cana-planta, quando a cultura ainda não teve o primeiro corte, e cana-soca, que obteve o primeiro corte. O período da cana-planta pode ser de 12 ou 18 meses conforme a variedade e a cana-soca é de 12 meses permitindo vários cortes. A colheita é realizada de forma mecânica ou manual, sendo transportada até a usina para iniciar o processo de tratamento que tem início no controle de qualidade da cana, passando pela extração e tratamento do caldo e dependendo da usina, segue o caminho da refinaria para a produção de açúcar ou da destilaria para produção de etanol (CONAB, 2014).

A cana-de-açúcar chegou ao Brasil logo após seu descobrimento, para quebrar o monopólio francês no suprimento mundial de açúcar oriundo das colônias caribenhas, ganhando importância econômica a partir da segunda metade do século XVI, se desenvolvendo em Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe e Paraíba. No século XVII expandiu-se para o Pará e Amazonas (para produção de cachaça), chegando em seguida ao Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (CANABRAVA, 2005).

No século XIX com aumento da produção de cana no mundo, o Brasil se tornou menos importante, comprometendo a viabilidade econômica da atividade interna. Por isso São Paulo e Rio de Janeiro se firmaram como polos fornecedores para a região Sul e Sudeste. Em 1933 foi criado o instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), para regular a produção interna e desenvolver pesquisas sobre a cultura. Com a primeira crise do Petróleo em 1973, iniciou-se o Programa Nacional do Alcool – Proálcool, com o objetivo de inserir o etanol na matriz energética brasileira, desde então veículos movidos a etanol foram produzidos (CANABRAVA, 2005).

Na década de 80 houve escassez de crédito para os produtores de cana-de-açúcar, prejudicando o etanol no mercado interno e comprometendo a credibilidade do setor perante o

consumidor final. No entanto, desde a década passada o Brasil tem se destacado na produção de energia a partir de biocombustíveis, com 342 usinas operando em 2014. Inicialmente a cana de açúcar teve seu foco na produção de açúcar, evoluindo para a produção de etanol. O componente principal é a sacarose, devido a sua importância na produção do etanol e do açúcar, mas o bagaço e a palha têm uma importância no processo agrícola e industrial nos dias de hoje, sendo o Brasil o maior produtor de açúcar e álcool (MARIN e NASSIF, 2013).

Aspectos Biológicos de *Diatraea saccharalis*

Diatraea saccharalis (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae) é um inseto que possui uma ampla distribuição geográfica (entre 30° de latitude Norte e 30° de latitude Sul), sendo constatada desde a região sul dos EUA, nas Antilhas e em todos os países da América Central e do Sul. Além da cana, esse inseto-praga ataca outras plantas como milho, milho, sorgo, sacarino, trigo, arroz e pastagens (ERLER, 2010).

Esse inseto-praga é holometábolo, ou seja, que passa por quatro estágios ovo, larva, pupa e adulto. Os ovos inicialmente possuem coloração amarelada passando para marrom-escuro. As posturas são realizadas em grupo ou massas, semelhante a escamas de peixe, o número de ovos em cada postura pode variar de cinco a 50. A oviposição ocorre tanto na bainha, como nas duas faces da folha e ocasionalmente nos colmos (LIMA FILHO e LIMA, 2001, GALLO et al., 2002).

Após a eclosão, a lagarta procura a região do cartucho da planta para abrigo e se alimenta da raspagem da folha ou da casca do entrenó em formação, permanecendo neste local por uma ou duas semanas, período em que passa por uma ou duas ecdises, quando inicia a perfuração do colmo. O orifício da broca geralmente está próximo à base do entrenó, porção mais mole, perfurando a galeria no sentido ascendente na região do palmito da planta (BOTELHO e MACEDO, 2002).

Nessa fase a lagarta apresenta coloração branco-leitosa, com cápsula cefálica marrom-escuro e pequenas manchas de marrom-claro, distribuídas ao longo de todo o corpo. A mesma possui três pares de pernas torácicas, quatro pares de falsas pernas abdominais e um par de falsas pernas anais e quando completamente desenvolvida mede cerca de 25mm. Frequentemente, passa por seis ecdises, a duração da fase de lagarta é em média de 70 dias e nessa fase causa danos às plantas (BOTELHO e MACEDO, 2002; GALLO et al., 2002).

A pupa ou crisálida é o terceiro estágio, onde ocorre a transformação do inseto para a fase adulta, com ocorrência de fenômenos fisiológicos conhecidos como histólise e histogênese, a duração desse estágio em média de 9 a 14 dias (GALLO, et al., 2002; ALMEIDA et al, 2008).

A duração da fase adulta varia de 5 a 7 dias, sua principal função é reprodução e dispersão (ALMEIDA, et al., 2008). Os adultos são mariposas de hábito noturno, com coloração amarelada ou marrom. Geralmente os machos são menores que as fêmeas. Além disso nessa espécie, os ocelos são ausentes, os olhos são compostos bem desenvolvidos, antenas filiformes, sendo o aparelho bucal do tipo sugador maxilar (LINARES, 1990, CAPINERA, 2001).

As fêmeas liberam feromônio sexual logo após sua emergência, sendo mais atrativa durante os três primeiros dias da fase adulta, decrescendo posteriormente com a idade e interrompendo a atração dos machos após a cópula. A broca-da-cana se desenvolve melhor na temperatura de 30° C (PEREZ e HENSLEY, 1973; MELO et al., 1988).

Aspectos Biológicos e Qualidades de criação de *Cotesia flavipes*

A família Braconidae abrange 17 mil espécies, 47 subfamílias, 97 tribos e 1032 gêneros, podem ser endoparasitoides ou ectoparasitoides, coinobiontes ou idiobiontes. As vespas dessa família são pequenas, com corpo longo e fino, antenas longas e alguns com ovipositor comprido, se desenvolvem sobre ou no interior de outros artrópodes, incluindo insetos de várias Ordens, como Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera, Orthoptera e Psocoptera, podendo ocorrer o hiperparasitismo, algumas espécies atacam ovos, pupas e até mesmo adultos de seus hospedeiros. As formas adultas são de vida livre se alimentando de mel e pólen (WHARTON, 1993; CIRELLI e PENTEADO-DIAS, 2003; BEYARSLAN e AYDOGDU, 2013).

Cotesia flavipes é um endoparasitoide gregário de pragas associados a culturas da cana e cereais (MUIRHEAD et al., 2012). Este parasitoide foi introduzido no Brasil há mais de 30 anos para o controle biológico de *Diatraea* spp., originário de Trinidad, Índia e Paquistão no início da década de 1970. Seu desenvolvimento é holometábolo (ovo, larva, pupa e adulto)

durando cerca de 20 dias, dependendo da temperatura e idade do hospedeiro (BOTELHO e MACEDO, 2002).

As fêmeas provêm de ovos fertilizados e os machos são produzidos por partenogênese arrenótoca (ovos não fertilizados). Os ovos são arredondados na porção cefálica, largos medianamente e afilados na parte posterior, medem cerca de 0,09mm. As fêmeas ovipositam de 60 a 65 ovos no hospedeiro, sendo que o número de posturas não varia de acordo com a idade do hospedeiro, mas o número de descendentes é maior em lagartas maiores (CAMPOS-FARINHA et al., 2000; MACEDO, 2000). A larva passa por três instares e suas pupas são protegidas por um casulo com fios de seda construído pela larva. Os adultos medem aproximadamente 4mm apresentando dimorfismo sexual (BOTELHO e MACEDO, 2002).

O comportamento de localização do hospedeiro se dá através de compostos voláteis presente no ambiente (JEMBERE, et al., 2003). Para *C. flavipes* é mediado por uma substância hidrossolúvel presente nas fezes das lagartas, que ao contato com este induz à procura do hospedeiro (VAN LEERDAM et al., 1986). Por isso, após a localização da abertura da broca no interior do colmo, onde as fezes estão acumuladas, a fêmea do parasitoide tenta entrar no túnel realizado pela lagarta. Nesse processo, a vespa pode levar tempo, uma vez que o túnel está frequentemente bloqueado pelas fezes da lagarta e algumas vezes, ela pode ficar presa nos pequenos túneis. Observa-se, portanto, que o tempo gasto no túnel é bastante variável e depende da posição da larva e da quantidade de fezes dentro da galeria (POTTING et al., 1997, UEHARA, 2005). Estes parasitoides também utilizam estímulos olfativos para localizar plantas infestadas pelos seus hospedeiros (POTTING, et al., 1995).

A produção massal de *C. flavipes* em laboratório é realizada através do hospedeiro natural *D. saccharalis* como único alimento necessário para sua produção. Portanto, além da multiplicação do parasitoide, faz-se necessário a criação da própria broca (VOLPE, 2009; VACARI, et al., 2012b). Embora, o parasitoide é eficaz no controle da broca-da-cana existe uma preocupação com a qualidade desse parasitoide produzido em laboratório (VACARI, et al., 2012b).

O bom desempenho de agentes de controle biológico no campo depende de variáveis ambientais climáticas e da qualidade do próprio agente (DINIZ, et al., 2008). As mudanças climáticas afetam as interações entre espécies, como plantas-herbívoros, predador-presa e

parasitoide-hospedeiro (TYLIANAKIS e BINZER, 2014). A capacidade de um inimigo natural procurar seu hospedeiro para o parasitismo depende de sua tolerância às variações climáticas, dentre estas a temperatura, que exerce influência sobre a biologia, metabolismo, reprodução e a interação parasitoide/hospedeiro (NAVA et al., 2007, HANCE et al., 2007, PEREIRA et al., 2011, SELVARAJ et al., 2013).

A liberação de *C. flavipes* é realizada uma única vez ou de forma parcelada sempre que a população das pragas atingir 800 a 1.000 lagartas (maiores do que 1,5 cm) por hectare, ou o mínimo de 10 lagartas por hora homem de coleta. Habitualmente, são liberadas 6.000 vespinhas por hectare, quantidade que pode ser repetida, cerca de 15 dias após, caso a população de lagartas não parasitadas persista acima de 1.000 lagartas/ha. *C. flavipes* pode chegar até 40 metros de distância, ocorrendo o parasitismo até 18m. (BOTELHO, et al., 1980; BOTELHO e MACEDO, 2002; NAVA, et al., 2009). Com relação as condições de temperatura em campo, Emaná (2007) sugere que as liberações desse parasitoide tem de ser realizado quando a temperatura estiver nas faixas de 20-30°C com 40-90% de umidade relativa do ar.

No entanto, a criação de *D. saccharalis* e *C. flavipes* em laboratório, durante aproximadamente 35 anos no Brasil, pode ser responsável por mudanças na biologia e no comportamento destes insetos e por consequência a formação de diferentes populações nos diversos laboratórios de criação massal, causando uma queda na qualidade do material biológico. A troca de informações entre os laboratórios, a competitividade estimulada entre eles, e as frequentes pesquisas locais fizeram com que ocorresse diferença entre as metodologias utilizadas nesses laboratórios, que buscam um aumento na produtividade, mas com a mesma base de produção (VIEL, 2012).

OBJETIVO GERAL

Avaliar a capacidade de parasitismo de *C. flavipes* em diferentes horários de liberação e comparar duas linhagens desse parasitoide, que foram provenientes de uma usina sucroalcooleira e de um laboratório de controle biológico, sobre a mesma condição que estes seriam liberados por essa usina.

Avaliar o índice de predação de inimigos naturais em lagartas e pupas de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar.

HIPÓTESES

A variação de temperatura e umidade relativa do ar em diferentes horários de liberação, afeta a capacidade de parasitismo de *C. flavipes* na cultura da cana-de-açúcar.

Inimigos naturais presentes na cultura da cana-de-açúcar atuam no controle biológico de *D. saccharalis*.

Diferenças entre linhagens de *C. flavipes* provenientes de laboratórios diferentes no momento da liberação podem afetar o parasitismo em condições de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, K. **Análise do balanço entre demanda por etanol e oferta de cana-de-açúcar no Brasil**. 49 f. 2012. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- ALMEIDA, L.C.; STINGEL, E.; ARRIGONI, E.B. **Monitoramento e controle de pragas da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira, Apostila. 35p. Apostila. 2008.
- BEYARSLAN, A.; AYDOGDU, M. Additions to the rare Species of Braconidae Fauna (Hymenoptera: Braconidae) from Turkey. **Munis Entomology & Zoology**. v.8, n.1, p.369-374, 2013.
- BOTELHO, P. S. M.; MACEDO, N.; MENDES, A. C. Aspects of the population dynamics of *Apanteles flavipes* (Cameron) and support capacity of its host *Diatraea saccharalis* (Fabr.). In: **XVI Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 17, Proceedings\ ISSCT**. v.2, s/n, p.1736-1745, 1980.
- BOTELHO, P.S.M. & N. MACEDO. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*, p.477-494. In PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA B. S.; BENTO J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo, Manole, 635p. 2002.
- CAMPOS-FARINHA, A. E. de C.; CHAUD-NETTO, J.; GOBBI, N. Biologia reprodutiva de *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae). IV. Discriminacao entre lagartas parasitadas e não parasitadas de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae), tempo de desenvolvimento e razão sexual dos parasitoides. **Arquivos do Instituto Biológico**. v.67, n.2, p.229-234, 2000.
- CANABRAVA, A.P. **História econômica: Estudos e pesquisas**. São Paulo: UNESP. 320p. 2005.
- CAPINERA J. L. **Handbook of Vegetable Pests**. Academic Press, San Diego. 729p. 2001.

- CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Potencial de Insetos Predadores no Controle Biológico Aplicado, p.191-208. In PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA B. S.; BENTO J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo, Manole, 635p. 2002.
- CENTEC. Produtor de cana-de-açúcar. **Instituto Centro de Ensino Tecnológico**. 2ed, 64p. 2004. ISBN 85-7529-275-7.
- CESNIK, R.; MIOCQUE, J. Melhoramento da Cana-de-açúcar. **Embrapa Informação Tecnológica**. 307p. 2004.
- CIRELLI, K. R. N.; PENTEADO-DIAS, A. M. Fenologia dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.47, n.1, p.99-105, 2003.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar: safra 2014/2015: terceiro levantamento dezembro/2014**. B r a s í l i a, D F, 2 0 1 4. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_12_19_09_02_49_boletim_cana_portugues_-_3o_lev_-_2014-15.pdf. Acesso em: 05 jan. 2015.
- DINIZ, F. R.; RODRIGUES, K. F.; ROSSI, M. M. Produção do parasitóide *Cotesia flavipes* (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) para controle biológico da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE). **Nucleus**. Edição Especial 2008.
- EMANA, G. D. Comparative studies of the influence of relative humidity and temperature on the longevity and fecundity of the parasitoid, *Cotesia flavipes*. **Journal of Insect Science**. v.7, n.19, 7p. 2007.
- ERLER, G. **Controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) através de isca tóxica**. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências Área de Concentração: Entomologia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P.L.; BATISTA, G.C. DE; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.;

- VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p. 2002.
- HANCE, T.; BAAREN, J.V.; VERNON, P.; BOIVIN, G. Impacto f extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. **Annual Review of Entomology**. v.52, s/n, p.107–126, 2007.
- JADOSKI, C. J., TOPPA, E. V. B., JULIANNETI, A., HULSHOF, T., ONO, E. O., RODRIGUES, J. D. Fisiologia do Desenvolvimento do estágio vegetativo da cana-de-acucar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**. v.3, n.2, p.169-176, 2010.
- JAMES, G. **Sugarcane**. 2 ed. Blackwell Science. 216p, 2004.
- JEMBERE, B.; NGI-SONG, A. J.; OVERHOLT, W. Olfactory responses of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) to target and non-target Lepidoptera and their host plants. **Biological Control**. v.28, n.3, pp.360-367, 2003.
- LIMA FILHO, M; LIMA, J. O. G. Massas de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) em cana-de-acucar: número de ovos e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições naturais. **Neotropical Entomology**. v.30, n.3, p.483-488, 2001.
- LINARES, F. B. A. Morfologia del adulto *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lep.: Pyralidae). **Agronomia Tropical**. v.40, n.4-6, p.331-364, 1990.
- MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M.; DEGASPARI, N.; ALMEIDA, L.C.; ARAÚJO, J.R.; MAGRINI, E.A. **Controle biológico da broca da cana-de-açúcar: Manual de Instrução**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 22p. 1983.
- MACEDO, N. Método de criação do parasitóide *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891). p.161-175. In: BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. UFLA, Lavras, 2000.

- MARIN, F.; NASSIF, D. S. P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.2, p.232-239, 2013.
- MCCORMICK, A. J.; CRAMER, M. D.; WATT, D. A. Culm sucrose accumulation promotes physiological decline of mature leaves in ripening sugarcane. **Field Crops Research**. v.108, n.3, pp.250-258, 2008.
- MELO, A. B. P.; PARRA, J. R. P.; BRITO, P.; MELO, A. Biologia de *Diatraea saccharalis* em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.23, n.7, p.663-680, 1988.
- MILLER, J. D.; GILBERT, R. A. **Sugarcane Botany: A Brief View**. University of Florida IFAS extension. 2009. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/SC034>. Acesso em: 06 jan. 2015.
- MORE, P. H. Integration of sucrose accumulation processes across hierarchical scales: towards developing an understanding of the gene-to-crop continuum. **Field Crops Research**. v.92, n.2-3, pp.119-135, 2005.
- MUIRHEAD, K. A.; MURPHY, N. P.; SALLAM, N.; DONNELLAN, S. C.; AUSTIN, A. D. Phylogenetics and genetic diversity of the *Cotesia flavipes* complex of parasitoid wasps (Hymenoptera: Braconidae), biological control agents of lepidopteran stemborers. **Molecular Phylogenetics and Evolution**. v.63, n.3, p.904-914, 2012.
- NAVA, D. E.; NASCIMENTO, A. N.; STEIN, C. P.; HADDAD, M. L.; BENTO, J. M. S.; PARRA, J. R. P. Thermal requirements, and estimation of the number generations of *Zaprionus indianus* (diptera: drosophilidae) for the main fig producing regions of brazil. **Florida Entomologist**. v.90, n.3, p.495-501, 2007.
- NAVA, D.E.; PINTO, A. S.; SILVA, S. D. A. Controle Biológico da Broca da Cana-de-Açúcar. **Documentos 287**. Embrapa Clima Temperado. ISSN 1806-9193. 28p. 2009.
- OGTR. The Biology of the *Sacharum* spp. (Sugarcane). **Office of the Gene Technology Regulator**. 2011. Disponível em:

[http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/sugarcane3/\\$FILE/biologysugarcane11.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/sugarcane3/$FILE/biologysugarcane11.pdf). Acesso em: 06 jan. 2015.

OLIVEIRA, H. N.; GLAESER, D. F.; BELLON, P. P. Recomendações para obter um controle biológico eficaz da broca-da-cana de açúcar. **Comunicado Técnico 181**. Embrapa Agropecuária Oeste. ISSN 1679-0472. 2012.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; PINTO, A. de S. Controle biológico de pragas como um componente chave para a produção sustentável da cana-de-açúcar. In: Cortez, L.A.B. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo. p.441-450, 2010.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, H. N.; GRANCE, E. L.V.; PASTORI, P. L.; GAVA-OLIVEIRA, M. D. Thermal requirements and estimate number of generations of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) in different *Eucalyptus* plantations regions. **Brazilian Journal of Biology**. v.71, n.2, p.431-436, 2011.

PEREZ, R. P.; HENSLEY, S. D. A. Comparison of pheromone and blacklight traps for attracting borer (*D. saccharalis*) adults from a natural population. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**. v.62, s/n, p.320-329, 1973.

PINTO, A de S.; GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M. **Controle biológico de pragas da cana-de-açúcar**. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T.; Controle Biológico de Pragas na Prática. Piracicaba: CP 2, p.287, 2006.

POTTING, R. P. J.; VET, L. E. M.; DICKE, M. Host microhabitat location location by stemborer parasitoid *Cotesia flavipes*: the role of herbivore volatiles and locally and systemically induced plant volatiles. **Journal of Chemical Ecology**. v.21, n.5, p.525-539, 1995.

POTTING, R. P. J.; SNELLEN, H. M.; VET, L. E. M. Fitness consequences of superparasitism and mechanism of host discrimination in the stemborer parasitoid *Cotesia flavipes*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v.82, n.3, p.341-348, 1997.

- PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P. Controle de qualidade em criações massais de parasitoides e predadores. p. 295-307. In PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA B. S.; BENTO J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo, Manole, 635p. 2002.
- RISCADO, G. M. **Eficiência comparada de *Apanteles flavipes* (Cameron, 1891) no controle de *Diatraea* spp. no Rio de Janeiro**. 77f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.
- SELVARAJ, S.; GANESHAMOORTHY, P.; PANDIARAJ, T. Potential impacts of recent climate change on biological control agents in agro-ecosystem: A review. **International Journal of Biodiversity and Conservation**. v.5, n.12, p.845-852, 2013.
- SILVA, M. A.; SANTOS, C. M.; ARANTES, M. T.; PINCELLI, R. P. Fenologia da Cana-de-açúcar. In: **Tópicos em Ecofisiologia da Cana-de-açúcar**. 111p. 2010.
- SILVA, T. G. F.; MOURA, M. S. B.; ZOLNIER, S.; CARMO, J. F. A.; SOUZA, L. S. B. Biometria da parte aérea da cana soca irrigada no submédio do Vale do São Francisco. **Ciência Agrônômica**. v.43, n.3, p.500-509, 2012.
- TYLIANAKIS, J. M.; BINZER, A. Effects of global environmental changes on parasitoid–host food webs and biological control. **Biological Control**. v.75, s/n, p.77-86, 2014.
- UEHARA, M.T. 2005. **Estratégias de parasitismo da vespa parasitoide *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae)**. 124f. Tese (Doutorado em Entomologia) Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005.
- UEHARA, N.; SASAKI, N. AOKI, N. OHSUG, R. Effects of the temperature lowered in the daytime and night-time on sugar accumulation in sugarcane. **Plant Production Science**. v.12, n.4, p.420-427, 2009.

- VACARI, A. M.; GENOVEZ, G. S.; LAURENTIS, V. L.; BORTOLI, S. A. Fonte protéica na criação de *Diatraea saccharalis* e seu reflexo na produção e no controle de qualidade de *Cotesia flavipes*. **Bragantia**. v.71, n.3, p.355-361, 2012a.
- VACARI, A. M.; BORTOLI, S. A.; BORBA, D. F.; MARTINS, M. I. E. G. Quality of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) reared at different host densities and the estimated cost of its commercial production. **Biological Control**. v.63, n.2, p.102-106, 2012b.
- VAN LEERDAM, M. B.; SMITH, J. W.; FUNCHT, T. W. Frass – mediated, host finding behavior of *C. flavipes*, a braconid parasite of *D. saccharalis* (Lepidoptera:Pyralidae). **Annals of the Entomological Society of America**. v.78, n.5, p.47-50, 1986.
- VIEL, S. R. **Avaliação da Qualidade de Produção e de Busca Pelo Hospedeiro De *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) em laboratório**. 128f. Tese (Doutorado em Agronomia Entomologia Agrícola) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP de Jaboticabal, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2012.
- VOLPE, H. X. L. 2009. **Distribuição espacial do parasitismo de *cotesia flavipes* (cameron, 1891) (hymenoptera: braconidae) em cana-de- açúcar**. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Entomologia Agrícola). Faculdade de Ciências Agrarias e Veterinárias, Unesp de Jaboticabal, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2009.
- WHARTON, R. A. Bionomics of the Braconidae. **Annual Review of Entomology**. v.38, s/n, p.121-43, 1993.

CAPÍTULO 1

Horário de liberação sobre o parasitismo de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) em lagartas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cana-de-açúcar

**Artigo será submetido a Biological Control Journal
Qualis B1 na Biodiversidade**

1 RESUMO

2 *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) é uma vespa endoparasitoide introduzida
3 no Brasil para controlar a broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera:
4 Crambidae). As fêmeas desse parasitoide localizam seu hospedeiro no campo, por meio
5 de estímulos olfativos, pela presença das fezes e do material regurgitado pela lagarta.
6 Entretanto, estudos sobre as condições de temperatura e umidade relativa do ar nos
7 canaviais durante as liberações devem ser realizados, uma vez que esses fatores podem
8 afetar a sobrevivência do parasitoide e o parasitismo de *C. flavipes* em lagartas de *D.*
9 *saccharalis*. O objetivo com esse trabalho foi avaliar o impacto das condições
10 climáticas durante diferentes horários de liberação de *C. flavipes* sobre seu parasitismo
11 em lagartas de *D. saccharalis*. Para isso, dois experimentos foram realizados, um em
12 novembro/2013 e outro em maio/2014. No primeiro experimento foi avaliado a taxa de
13 parasitismo em diferentes horários (6, 7, 8, 9 e 10 horas). Para o segundo experimento
14 além de avaliar a liberação em diferentes horários, também foram comparadas duas
15 linhagens de *C. flavipes*, provenientes de dois laboratórios de criação. Para ambos os
16 experimentos, internódios de cana-de-açúcar contendo lagartas de quarto ínstar da broca
17 foram amarrados em plantas de um canavial, sendo posteriormente liberados os
18 parasitoides nos horários mencionados, permanecendo os colmos no campo por 24h.
19 Após esse período, os internódios com as lagartas foram levados para o laboratório de
20 controle biológico da Embrapa Agropecuária Oeste e as lagartas retiradas dos colmos e
21 acondicionadas em tubos de vidro com dieta artificial, para verificar a ocorrência de
22 parasitismo. Para o primeiro experimento, verificou-se parasitismo apenas de uma
23 lagarta às 6h, quando a temperatura média externa ao canavial era de 24°C, a interna de
24 22,2°C e a umidade relativa do ar de 76%. Para os demais horários, foram registradas
25 temperaturas externas entre 27,4°C e 32,1°C e temperaturas internas entre 26,4°C e

26 34°C. Nesse dia, a média de temperatura foi 28,8°C com uma variação de 13,8°C. Para o
27 segundo experimento, a maior taxa de parasitismo foi às 8h, sendo que a temperatura
28 média interna do canavial para esses horários foi de 23,7°C e a temperatura externa de
29 18,8°C, além disso, a média de temperatura externa em 24 horas foi de 18,9°C e a
30 umidade relativa do ar se manteve acima dos 60%. Em relação às linhagens avaliadas,
31 obteve-se maior porcentagem de parasitismo para linhagem 2, com 55,3% de lagartas
32 parasitadas. A idade do parasitoide e condições de temperatura desfavoráveis durante as
33 liberações de *C. flavipes* prejudicam o controle biológico da broca da-cana-de-açúcar.

34 PALAVRAS-CHAVES: parasitoides, temperatura, controle biológico, horas.

35 ABSTRACT

36 *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) is a endoparasitoid wasp introduced in
37 Brazil to control the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).
38 The females of the parasitoid its host located in the field, by means of olfactory stimuli,
39 the presence of fecal material and regurgitated by the larvae. However, studies on the
40 temperature and relative humidity in the sugarcane during the releases should be
41 performed, as these factors can affect the survival of the parasitoid and the parasitism of
42 *C. flavipes* in sugarcane borers. The aim of this study was to evaluate the impact of
43 weather conditions during different times of release of *C. flavipes* on their parasitism in
44 sugarcane borers. Thus, two experiments were conducted, one in November/2013 and
45 another in May/2014. In the first experiment evaluated the parasitism rate at different
46 times (6, 7, 8, 9 and 10 hours). For the second experiment and to evaluate the release at
47 different times, were also compared two strains of *C. flavipes* from two breeding
48 laboratories. For both experiments, internodes of sugarcane containing room instar
49 sugarcane borer were tied in plants of a cane field, the parasitoid was later released on
50 the mentioned times, the remaining stalks in the field for 24 hours. After this period, the

51 internodes with the larvae were taken to the biological control laboratory of Embrapa
52 Agropecuária Oeste, and caterpillars removed from the stems and placed in a glass tube
53 with artificial diet, to verify intestinal parasites. For the first experiment, there was only
54 parasitism of a caterpillar at 6 a.m., when the average outside temperature to the cane
55 field was 24°C, the internal 22,2°C and the relative humidity of 76%. For other times,
56 outside temperatures were recorded between 27,4°C and 32,1°C and internal
57 temperatures between 34°C and 26,4°C. On that day, the average temperature was
58 28,8°C with a variation 13,8°C. For the second experiment, the highest rates of
59 parasitism was at 8 a.m., wherein the average internal temperature of the plantation for
60 those times was 23,7°C and external temperature 18,8°C In addition, the average outside
61 temperature in 24 hours was 18,9°C and the relative humidity remained above 60%.
62 Regarding the tested strains, gave highest percentage of parasitism to Lineage 2, with
63 55.3% of parasitized larvae. The age of the parasitoid and unfavorable temperature
64 conditions during *C. flavipes* releases affect the biological control of the sugarcane
65 borers.

66 **KEYWORDS:** parasitoid, temperature, Biological Control, hours.

67 **1. Introdução**

68 O Brasil é o maior produtor e exportador de açúcar e álcool do mundo e devido
69 às extensas áreas contínuas cultivadas com cana-de-açúcar esse agroecossistema se
70 torna propício ao ataque de pragas, dentre elas a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis*
71 (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), considerada a principal praga desta cultura.
72 A cada 1% de intensidade de infestação da broca, ocorre perdas de 0,49% de açúcar,
73 0,28% de álcool e 1,50% na produtividade de colmos (Gallo et al., 2002; Parra et al.,
74 2010; Dinardo-Miranda et al., 2011).

75 Os prejuízos provocados pela *D. saccharalis* podem ser de maneira direta e
76 indireta. Os danos de maneira direta são ocasionados pela abertura de galerias no
77 interior do colmo da planta, que reduz a passagem de seiva, quebra de colmos, perda de
78 peso, provocando a morte das gemas, falhas na germinação, além de enraizamento
79 aéreo, brotações laterais e o secamento dos ponteiros, conhecido como “coração morto”.
80 Os danos ocasionados de maneira indireta são aqueles resultantes da entrada de
81 microrganismos fitopatogênicos no interior da planta, ocasionando a podridão vermelha
82 do colmo, que prejudica a fabricação de açúcar e álcool (Gallo et al., 2002; Pinto et al.,
83 2006; Parra et al., 2010).

84 O controle da *D. saccharalis* através de método químico não é eficiente, devido
85 a lagarta ficar protegida no colmo. Dessa forma, o controle biológico com parasitoides é
86 o método mais utilizado (Oliveira et al., 2012a). Segundo Pinto et al. (2006), o sucesso
87 do controle biológico da broca da cana se deve a existência de grande diversidade de
88 parasitoides e predadores, que atuam principalmente sobre as fases de ovo e larva da
89 praga. O controle biológico aplicado desse inseto-praga é realizado principalmente pelo
90 parasitoide larval e exótico *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera:
91 Braconidae) (Carvalho et al., 2007; Arroyo et al., 2012).

92 O uso de *C. flavipes* para o controle da *Diatraea* spp. é eficiente e sua aplicação
93 no controle biológico na cana-de-açúcar é considerado um dos maiores programas em
94 nível mundial. A liberação desse parasitoide diminuiu a intensidade de infestação da
95 broca-da-cana que era de 8 a 10%, e passou para 2% no estado de São Paulo, em uma
96 economia de 80 milhões de dólares/ano (Vacari et al., 2012). Esse parasitoide tem sido
97 criado em laboratórios de empresas especializadas na comercialização, assim como de
98 usinas de cana, sendo liberados em campo, uma ou mais vezes ao ano, numa proporção

99 de 6.000 adultos por hectare (Botelho e Macedo 2002; Dinardo-Miranda, 2008;
100 Dinardo-Miranda et al., 2014).

101 Fatores bióticos, como hospedeiro de criação, qualidade, quantidade e idade dos
102 parasitoides e outros inimigos naturais são importantes para a eficiência desses insetos
103 benéficos em campo, visando o controle biológico de pragas. A baixa qualidade dos
104 insetos benéficos pode resultar em propaganda negativa, comprometendo muitos anos
105 de pesquisa no controle biológico de pragas. Por isso a identificação de linhagens e/ou
106 espécies, avaliação da adaptação ao hospedeiro-alvo e a tolerância às adversidades
107 ambientais se torna uma peça fundamental para garantir o sucesso de liberações de
108 parasitoides em campo (Oliveira et al., 2005; Pratisoli et al., 2006).

109 Fatores abióticos como as mudanças climáticas afetam as interações entre
110 espécies, como plantas-herbívoros, predador-presa e parasitoide-hospedeiro (Tylianakis
111 e Binzer, 2014). A capacidade de um inimigo natural procurar seu hospedeiro para o
112 parasitismo depende de sua tolerância às variações climáticas, dentre estas a
113 temperatura, que exerce influência sobre a biologia, metabolismo, reprodução e a
114 interação parasitoide/hospedeiro (Nava et al., 2007; Hance et al., 2007; Pereira et al.,
115 2011; Selvaraj et al., 2013).

116 Em Dourados, Mato Grosso do Sul, registros climáticos obtidos da estação
117 meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste demonstram variações de temperaturas
118 de até 10°C em um único dia, podendo afetar a performance de inimigos naturais no
119 campo (Oliveira et al. 2012a). Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar o
120 parasitismo de *C. flavipes* em diferentes horários de liberação e comparar duas
121 linhagens desse parasitoide, nas mesmas condições que esses seriam recebidos e
122 liberados pelas usinas.

123 2. Material e Métodos

124 Dois experimentos foram realizados, um em novembro/2013 e outro em
125 maio/2014, em cultivos da cana-de-açúcar localizado no município de Dourados/MS.

126 As lagartas da broca da cana *D. saccharalis* foram obtidas da criação do
127 laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste Dourados/MS.

128 Para o primeiro experimento os parasitoides foram obtidos de uma usina
129 sucroalcooleira (proveniente de um laboratório de São Paulo/SP). Para o segundo, os
130 parasitoides foram fornecidos por um laboratório de controle biológico localizado na
131 cidade de Dourados/MS (Linhagem 1) e por uma usina sucroalcooleira (provenientes de
132 um laboratório de São Paulo/SP) (Linhagem 2). Estes parasitoides foram adquiridos nas
133 mesmas condições em que estariam sendo liberados pelas usinas.

134 Dados de temperatura e umidade foram obtidos pela Estação Meteorológica da
135 Embrapa Agropecuária Oeste, e por um termômetro digital (Datalogger Extech
136 RHT10).

137 2.1 Criação da broca *D. saccharalis*

138 Ovos de *D. saccharalis*, foram tratados com sulfato de cobre a 1% e mantidos
139 em placas de Petri (10 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura) vedados com papel filme e
140 incubados em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas. Após eclosão, as
141 lagartas foram transferidas para tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro)
142 contendo dieta artificial modificada de Hensley e Hammond (1968) à base de farelo de
143 soja, germe de trigo, vitaminas e sais minerais (PARRA, 2007), sendo as mesmas
144 mantidas nestas condições até a fase de pupa. As pupas foram retiradas da dieta, sexadas

145 e acondicionadas em gaiolas de PVC (10 cm de diâmetro e 22 cm de altura), revestidas
146 internamente com folha de papel sulfite como substrato para oviposição e fechadas com
147 tecido do tipo “voil” e elástico. Um total de 24 pupas (12 fêmeas e 12 machos) foram
148 acondicionadas por gaiola, onde permanecem até a fase adulta. Os adultos foram
149 alimentados com solução aquosa de mel a 10% e após o acasalamento, as fêmeas
150 realizaram as posturas nas folhas, iniciando um novo ciclo.

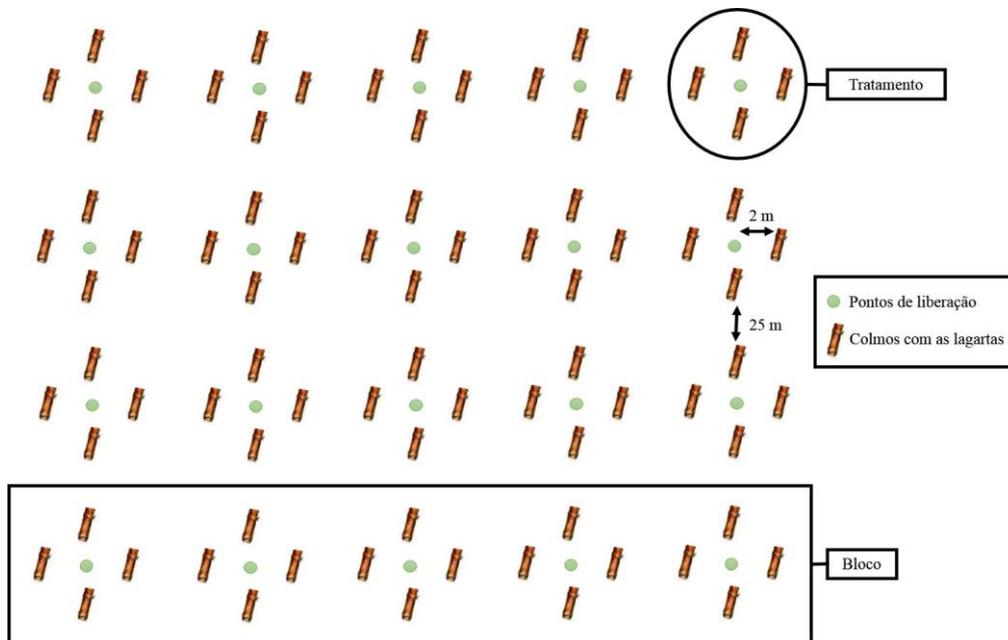
151 *2.2 Experimento 1 (Novembro/2013): Horário de liberação sobre o parasitismo de C.*
152 *flavipes*

153 Uma lagarta de *D. saccharalis* de quarto ínstar foi introduzida através de um
154 orifício aberto em internódios de cana-de-açúcar com aproximadamente 25 cm e
155 protegidos com papel alumínio. Estes internódios foram mantidos em laboratório
156 durante 24 horas. Após esse período, foram levados para campo e amarrados em plantas
157 de um canavial (cana-planta), com aproximadamente cinco meses de idade, sendo então
158 liberadas vespas de *C. flavipes* em diferentes horários: 6, 7, 8, 9 e 10 horas. A proporção
159 de parasitoides utilizados foi de 1500 por pontos de liberação e estavam com mais de 48
160 horas de emergência.

161 O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos
162 (horários de liberação) e quatro repetições (Figura 1). A área experimental tinha 1,4
163 hectares (14.580 m²), localizada no município de Dourados/MS, 22° 11' 54. 41" S e 54°
164 52' 12. 13" O.

165 Os internódios infestados com a broca foram dispostos a uma distância de 2
166 metros do ponto de liberação (Figura 1). Após 24 horas das liberações, os colmos foram
167 levados para o laboratório, e as lagartas foram colocadas novamente em dieta artificial e

168 mantidas em sala climatizada (25°C, umidade relativa de 60%, fotofase de 12 horas),
169 para verificar a taxa de parasitismo.



170

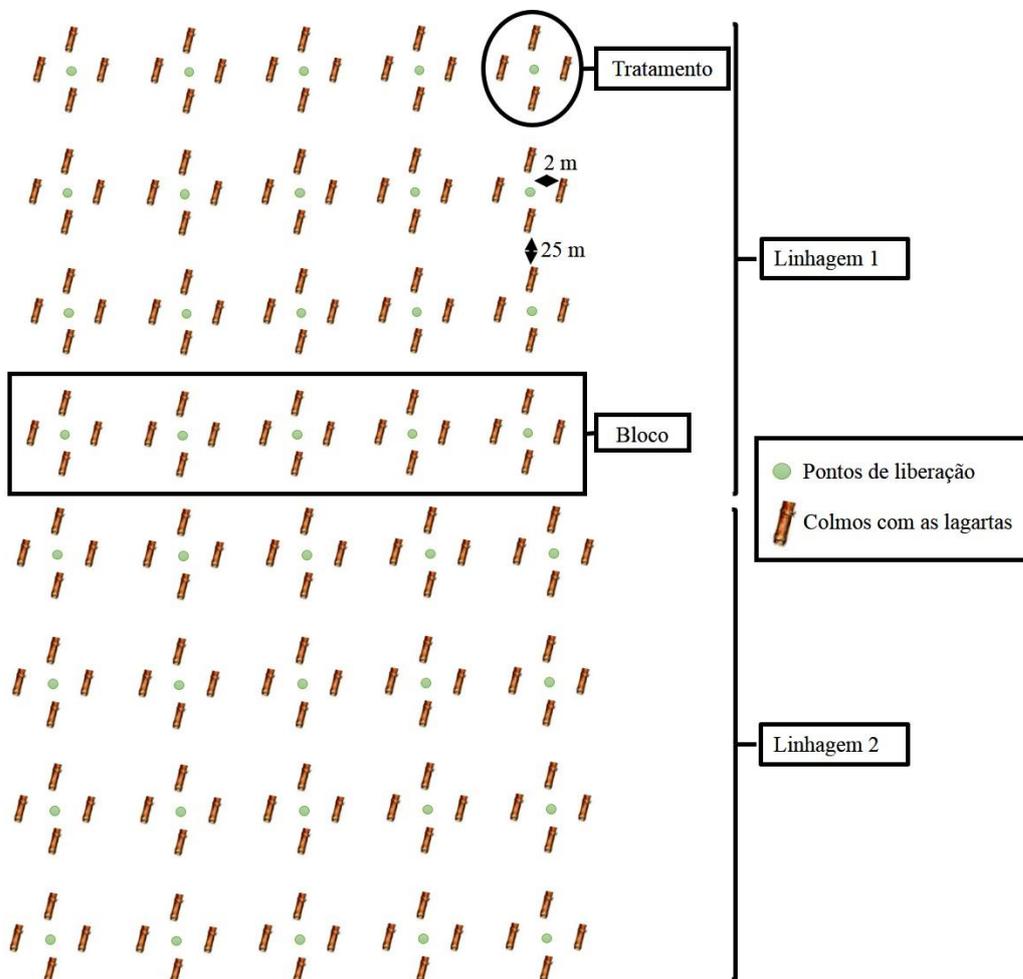
171 **Figura 1.** Esquema da área experimental referente ao experimento realizado em
172 novembro/2013.

173

174 2.3 Experimento 2 (Maio/2014): Horário de liberação sobre o parasitismo de duas
175 linhagens de *C. flavipes*

176 Uma lagarta de *D. saccharalis* de quarto ínstar criada em dieta artificial foi
177 introduzida através de um orifício aberto em internódios de cana-de-açúcar, com
178 aproximadamente 25 cm. Esses orifícios foram protegidos com papel alumínio até o
179 momento em que os colmos foram levados para o campo e amarrados em plantas de um
180 canavial (cana-soca que estava em seu quarto corte). O canavial estava com
181 aproximadamente seis meses de idade, localizado no município de Dourados/MS, 22°
182 16' 50.10" S e 55° 07' 36.95" O.

183 A área experimental tinha 2,9 hectares (29.160 m²). Foram liberadas vespas de
184 *C. flavipes* nos seguintes horários: 6, 7, 8, 9 e 10 horas. A proporção de parasitoides
185 utilizada foi de 1500/ponto de liberação, sendo que a Linhagem 1 estava com menos de
186 24 horas de emergência e a Linhagem 2 com 24 horas de emergência. Após 24 horas da
187 liberação, os colmos foram levados para o laboratório, sendo as lagartas retiradas e
188 condicionadas em tubos de vidro (14 x 2,2 cm), com dieta artificial, para verificar a taxa
189 de parasitismo, as quais foram mantidas em sala climatizada (25° C, umidade relativa de
190 60%, fotofase de 12 horas).



191

192 **Figura 2.** Esquema da área experimental referente ao experimento realizado em maio
193 de 2014.

194 O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos
195 (horários de liberação) e quatro repetições (Figura 2), os resultados foram submetidos à
196 análise de regressão a partir do modelo polinomial, para estabelecer o melhor horário de
197 liberação.

198 3. Resultados

199 3.1 Experimento 1 (Novembro/2013): Horário de liberação sobre o parasitismo de *C.* 200 *flavipes*

201 Não foi possível realizar análise estatística, pois apenas uma lagarta de *Diatraea*
202 *saccharalis* foi parasitada, sendo a mesma correspondente ao primeiro horário de
203 liberação (6 horas).

204 Oscilações de temperatura, em geral superior a 2°C por hora, durante as
205 liberações de *C. flavipes* no canavial foram observadas (Tabela 1). Ressalta-se que neste
206 dia, a temperatura máxima foi 35,4°C e a mínima 21,6°C, com uma variação de 13,8°C
207 durante 24 horas.

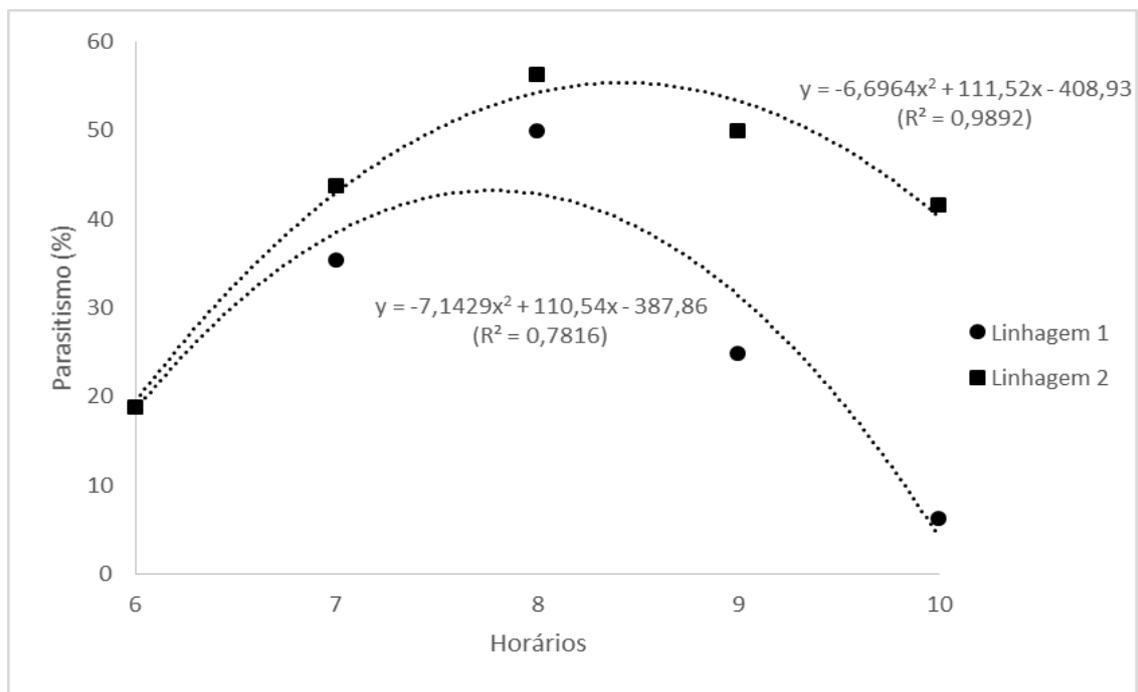
208 **Tabela 1.** Dados de temperatura (° C) e umidade relativa do ar durante os horários de
209 liberação de *C. flavipes* em um canavial de Dourados/MS, realizado em
210 novembro/2013.

Horas	Temperatura °C		U.R (%)
	Externa ^a	Canavial ^b	
6	24,0	22,2	76
7	27,4	26,4	62
8	29,6	28,0	53
9	30,9	32,3	49
10	32,1	34,0	46
Média	28,7	28,5	57,2

211 ^a Temperatura e umidade relativa do ar obtida pela Estação Meteorológica da Embrapa
212 Agropecuária Oeste; ^b Temperatura interna do canavial medido por um termômetro
213 digital.

214 3.2 Experimento 2 (Maio/2014): Horário de liberação sobre o parasitismo de *C.*
215 *flavipes* provenientes de dois laboratórios diferentes.

216 O ponto máximo de parasitismo para a linhagem 1 foi às 7h e 44min,
217 correspondendo a uma média de 39,8% da broca parasitada, e para linhagem 2, que
218 apresentou maior percentual de parasitismo, foi às 8h e 19min, correspondendo a 55,3%
219 (Figura 3). Ressalta-se que neste dia, a temperatura máxima do canavial foi 26°C e a
220 mínima 23,6°C, com uma variação de 2,4°C durante 24 horas. Entre os horários de 7 e 8
221 horas obteve-se uma média de 24,2°C e 90% U.R. (Tabela 3).



222
223 **Figura 3.** Porcentagem de parasitismo de *C. flavipes* em função dos horários de
224 liberação.

225 **Tabela 3.** Porcentagem de parasitismo nos diferentes horários com as respectivas
226 temperaturas e U.R.

Horas	Temperatura °C Canavial¹	Temperatura °C Externa²	U.R (%)
6	24,0	16,6	94
7	24,1	17,1	93
8	23,7	18,8	87
9	24,3	21,1	76
10	25,8	23,7	65
Média	24,3	19,4	83

227 ¹ Temperatura interna do canavial medido por um termômetro digital; ² Temperatura e
228 umidade relativa do ar obtida pela Estação Meteorológica da Embrapa Agropecuária
229 Oeste.

230 **4. Discussão**

231 *4.1 Experimento 1 (Novembro/2013): Horário de liberação sobre o parasitismo de C.*
232 *flavipes*

233 Oscilações de temperaturas durante as liberações e ao longo do dia, afetaram o
234 parasitismo que praticamente foi nulo. Pode-se observar que ocorreu um aumento na
235 temperatura externa do canavial de até 8°C das 6h às 10h, e de 12°C na temperatura
236 interna do canavial. Essas oscilações de temperatura podem ter afetado a sobrevivência
237 dos parasitoides em campo e conseqüentemente o controle biológico de *D. saccharalis*
238 com o parasitoide *C. flavipes*.

239 Além disso, os parasitoides recebidos pela usina sucroalcooleira possuíam até 48
240 horas de emergência. No entanto, Oliveira et al. (2012b) avaliando a capacidade de voo
241 de *C. flavipes* em laboratório constatou que a idade ideal de liberação desse parasitoide

242 é com 24 horas após a emergência. Assim como Santos e Mihsfeldt (2014), avaliando a
243 capacidade do parasitoide *C. flavipes* em localizar e parasitar o hospedeiro *D.*
244 *saccharalis* em condições de laboratório, recomenda que a liberação seja realizada
245 quando o parasitoide apresentar 24 horas de idade.

246 A variação de temperatura, umidade relativa do ar e a idade do parasitoide,
247 podem ter afetado negativamente o desempenho de *C. flavipes* nos diferentes horários
248 de liberação, explicando o baixo parasitismo. Outro fator importante pode ter sido o
249 canalial, que por se tratar de cana-planta com cinco meses, possuía característica de ser
250 pouco denso, e conseqüentemente pode não ter favorecido um microclima favorável
251 para o desempenho deste parasitoide.

252 *4.2 Experimento 2 (Maio/2014): Horário de liberação sobre o parasitismo de C.* 253 *flavipes provenientes de dois laboratórios diferentes*

254 Para os diferentes horários de liberação, não ocorreu uma grande variação na
255 temperatura. A maior taxa de parasitismo foi às 8 horas, sendo que a temperatura média
256 interna do canalial para esses horários foi de 23,7°C e a temperatura externa de 18,8°C,
257 além disso, a média de temperatura externa em 24 horas foi de 18,9°C e a umidade
258 relativa do ar se manteve acima dos 60%, favorecendo o parasitismo de *C. flavipes*.

259 Essas condições favoreceram o parasitismo, quando comparado ao experimento
260 realizado em novembro/2013, nas quais as condições de temperatura foram mais
261 adversas. As diferenças na densidade dos canaviais para cada experimento, também se
262 tornam um fator importante em relação ao microclima. No primeiro pela cana ser menos
263 densa se obteve uma grande oscilação da temperatura interna, já no segundo pela cana

264 ser mais densa não ocorreu uma grande oscilação de temperatura no interior do
265 canavial, proporcionando maior parasitismo.

266 Com relação ao baixo parasitismo da linhagem 1, é que estas possuíam menos de
267 12 horas de emergência comparadas com a linhagem 2, que já estava com 24 horas de
268 idade. Assim como discutido no experimento 1, trabalhos como de Oliveira et al.
269 (2012b) e Santos e Mihsfeldt (2014), recomendam que a liberação de *C. flavipes* ocorra
270 quando o parasitoide está com 24 horas de idade.

271 **5. Conclusão**

272 Nas condições em que o experimento foi realizado, o melhor horário de
273 liberação foi às 8:00 horas, por isso é importante fazer as liberações em horários mais
274 ameno do dia, com previsões de poucas oscilações de temperatura.

275 As variações de temperatura e umidade relativa do ar influenciam o parasitismo
276 de *C. flavipes* em campo.

277 A densidade do canavial é um fator importante no momento das liberações, já
278 que canaviais mais densos fornecem um microclima favorável para o desempenho do
279 parasitoide no ambiente.

280 Variações nas taxas de parasitismo entre as linhagens de *C. flavipes* ocorreram
281 devido às diferenças de idade dos parasitoides durante às liberações em campo, em
282 função das condições do material biológico recebido.

283 **6. Agradecimentos**

284 Embrapa Agropecuária Oeste por permitir a realização deste trabalho através da
285 infraestrutura cedida, suporte para o desenvolvimento de minha pesquisa e pela equipe.

286 Universidade Federal da Grande Dourados pelo Mestrado em Entomologia e
287 Conservação da Biodiversidade. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico
288 e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Mestrado.

289 **7. Referências**

290 Arroyo, B. M., Filho, C. C. F., Lima, J. A., Pinto, A. S. 2012. Predação de “massas” de
291 *Cotesia flavipes* na técnica de liberação por espalhamento de pupas no
292 canavial. VI Workshop Agroenergia. ISBN 978-85-85564-24-7.

293 Botelho, P. S. M., Macedo, N., 2002. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea*
294 *saccharalis*, in: Parra, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; Corrêa-Ferreira B. S.; Bento
295 J. M. S. (Ed.) Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. Manole,
296 São Paulo p.409-425.

297 Carvalho, J. S., Viel, S. R., Vacari, A. M., Proença, D. C., Pereira, L. C. G., Bortoli, S.
298 A. 2007. Parâmetro para controle de qualidade de *Cotesia flavipes* (Cameron,
299 1891) (Hymenoptera: Braconidae). Congresso de Ecologia do Brasil. Ecologia
300 no tempo de mudanças globais: programas e anais. Caxambu/MG.

301 Dinardo-Miranda, L. L. 2008. Pragas. p.349-404. Dinardo-Miranda, L.L.; Vasconcelos,
302 A.C.M.; Landell, M.G.A. Cana-de-açúcar. Campinas/SP.

303 Dinardo-Miranda, L. L., Fracasso, J. V., Perecin, D. 2011. Variabilidade espacial de
304 populações de *Diatraea saccharalis* em canaviais e sugestão de método de
305 amostragem. *Bragantia* 70, 577-585.

306 Dinardo-Miranda, L. L., Fracasso, J. V., Costa, V. P., Lopes, D. O. T. 2014. Dispersal
307 of *Cotesia flavipes* in sugarcane field and implications for parasitoid releases.
308 *Bragantia* 73, 163-170.

309 Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R. P. L., Baptista, G. C., Berti Filho,
310 E., Parra, J. R. P., Zucchi, R. A., Alves, S. B., Vendramim, J. D., Marchini, L.
311 C., Lopes, J. R. S., Omoto, C. 2002. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba/SP,
312 920p.

313 Hance, T., Baaren, J.V., Vernon, P., Boivin, G. 2007. Impact of extreme temperatures
314 on parasitoids in a climate change perspective. *Annual Review of*
315 *Entomology* 52, 107–126.

316 HENSLEY, S. D. E HAMMOND, A. H. 1968. Laboratory techniques for rearing the
317 sugar cane borer on an artificial diet. ***Journal of Economic Entomology***.
318 v.61, n.6, p.1742-1743, 1968.

319 Nava, D. E., Nascimento, A. N., Stein, C. P., Haddad, M. L., Bento, J. M. S, Parra,
320 J.R.P. 2007. Thermal requirements, and estimation of the number of
321 generations of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) for the main fig
322 producing regions of Brazil. *Florida Entomologist* 90, 495-501.

323 Oliveira, H. N., Colombi, C. A., Pratisoli, D., Pedruzzi, E. P., Dalvi, L. P. 2005.
324 Capacidade de parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, 1978
325 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criado em dois hospedeiros por diversas
326 gerações. *Ciência e Agrotecnologia* 29, 284-288.

- 327 Oliveira, H. N., Glaeser, D. F., Bellon, P. P. 2012a. Recomendações para obter um
328 controle biológico eficaz da broca-da-cana de açúcar. Comunicado Técnico
329 181. Embrapa Agropecuária Oeste. ISSN 1679-0472.
- 330 Oliveira, H. N., Bellon, P. P. Santana, D. R. S. 2012b. Critérios para determinação da
331 idade ideal de liberação de *Cotesia flavipes*. Cadernos de Agroecologia 7, 1-6.
- 332 Parra, J. R. P. 2007. pp.134 Técnicas de criação de insetos para programas de controle
333 biológico. 6ª ed. Piracicaba/SP.
- 334 Parra, J. R. P., Botelho, P. S. M., Pinto, A. S. 2010. Controle biológico de pragas como
335 um componente chave para a produção sustentável da cana-de-açúcar. Cortez,
336 L.A.B. Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e
337 sustentabilidade. São Paulo/SP.
- 338 Pereira, F. F., Zanuncio, J. C., Oliveira, H. N., Grance, E. L.V., Pastori, P. L., Gava-
339 Oliveira, M. D. 2011. Thermal requirements and estimate number of
340 generations of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) in
341 different *Eucalyptus* plantations regions. Brazilian Journal of Biology 71, 431-
342 436.
- 343 Pinto, A S., Garcia, J. F., Botelho, P. S. M. 2006. pp.287. Controle biológico de pragas
344 da cana-de-açúcar. Pinto, A. S., Nava, D. E., Rossi, M. M., Malerbo Souza, D.
345 T. Controle Biológico de Pragas na Prática. Piracicaba/SP.
- 346 Pratisoli, D., Thuler, R. T., Silva, A. F., Dalvi, L. P., Tamanhoni, T. 2006.
347 Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum*, criados
348 em ovos de *Tuta absoluta*, em diferentes temperaturas. Científica 34, 210-216.

- 349 Santos, L. A. O e Mihsfeldt, L. H. 2014. Capacidade de Busca e de Parasitismo de
350 *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) em Lagartas de
351 *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). EntomoBrasilis 7,
352 106-109.
- 353 Selvaraj, S., Ganeshamoorthi, P., Pandiaraj, T. 2013. Potential impacts of recent climate
354 change on biological control agents in agro-ecosystem: A review. International
355 Journal of Biodiversity and Conservation 5, 845-852.
- 356 Tylianakis, J. M. e Binzer, A. 2014. Effects of global environmental changes on
357 parasitoid–host food webs and biological control. Biological Control 75, 77-86.
- 358 Vacari, A. M., Genovez, G. S., Laurentis, V. L., Bortoli, S. A. 2012. Fonte proteica na
359 criação de *Diatraea saccharalis* e seu reflexo na produção e no controle de
360 qualidade de *Cotesia flavipes*. Bragantia 71, 355-361.

CAPÍTULO 2

Índice de predação de pupas e lagartas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar

**Artigo será submetido a Bioscience Journal
Qualis B2 na Biodiversidade**

RESUMO

Os insetos predadores são importantes para o controle biológico de pragas, pois podem se alimentar de um grande número de presas durante seu desenvolvimento. Estes inimigos naturais constituem uma alternativa para manter populações de insetos-praga abaixo do nível de dano nas grandes culturas, sendo os principais predadores encontrados na cana-de-açúcar constituídos por formigas, crisopídeos, coccinelídeos e dermápteros que predam ovos e lagartas da broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae). O objetivo desse trabalho foi avaliar o índice de predação de pupas e lagartas de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. Para isso, lagartas e pupas de *D. saccharalis* criadas no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste foram introduzidas através de um orifício aberto em internódios de cana-de-açúcar com aproximadamente 25 cm de comprimento. Os colmos contendo as lagartas e pupas foram amarrados em plantas de um canavial, no qual não havia sido realizada a aplicação de defensivos agrícolas durante os três meses que antecederam a realização do experimento. O canavial tinha seis meses de idade e pertencia a uma usina localizada no município de Dourados-MS. Os colmos foram distribuídos na área por dois dias consecutivos, e permaneceram no campo por 24 horas. Para avaliar se houve diferenças de predação nos dias avaliados, efetuou-se o teste t. Diferença significativa foi observada na predação de lagartas entre os dois dias avaliados, com 47,5% no primeiro dia e 63,7% no segundo dia, sendo que a média geral de predação foi de 55,62%. Para as pupas não houve diferença significativa, com 17,5% para o primeiro dia e 26,2% de predação para o segundo dia. Estes resultados demonstram a importância dos predadores para o controle biológico natural da broca-da-cana-de-açúcar.

Palavras-chaves: Predadores, controle biológico, broca-da-cana de açúcar

ABSTRACT

The predators insects are important for the biological control of pests, because they can feed on a large number of prey during its development. These natural enemies are an alternative to keep populations of insect pests below the damage level in the great cultures, the main predators found in sugarcane consisting of ants, lacewings, coccinellids and earwigs that prey on eggs and caterpillars the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae). The aim of this study was to evaluate the pupae of predation index and sugarcane borers in the culture of cane sugar. For this, larvae and pupae of *D. saccharalis* created in the Embrapa Agropecuária Oeste on Entomology Laboratory were introduced through an open hole in cane sugar internodes approximately 25 cm long. The canes containing the larvae and pupae were tied in plants of a cane field, in which had not been held to apply pesticides during the three months prior to the experiment. The sugarcane plantation was six months old and belonged to a plant located in Dourados-MS. The canes were distributed in the area for two consecutive days, and remained in the field for 24 hours. To assess whether there were differences in the evaluated predation days, we performed the t test. Significant differences were observed in predation of larvae between the two days evaluated, with 47.5% in the first day and 63.7% on the second day, and the overall average of predation was 55.62%. For the pupae there was no significant difference with 17.5% for the first day and 26.2% of predation for the second day. These results demonstrate the importance of predators to the natural biological control of the sugarcane borer.

Keywords: Predators, Biological Control, sugarcane borer.

Introdução

46

47 A broca da cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae) é uma das
48 principais pragas da cana-de-açúcar, está amplamente distribuída em todas as regiões canavieiras do
49 Brasil (DINARDO-MIRANDA et al., 2012). Os prejuízos provocados pela *D. saccharalis*, podem
50 ser de maneira direta e indireta. Os danos de maneira direta são ocasionados pela abertura de
51 galerias no interior do colmo da planta, provocando o secamento dos ponteiros conhecido como
52 “coração morto”. Os danos ocasionados de maneira indireta são aqueles resultantes da entrada de
53 microrganismos fitopatogênicos no interior da planta, ocasionando a podridão vermelha do colmo,
54 prejudicando a fabricação de açúcar e álcool (PARRA et al., 2010).

55 Esta cultura abriga numerosas espécies de insetos, sendo que alguns deles causam prejuízos
56 econômicos, como a *D. saccharalis*, outros porém são benéficos, exercendo um papel importante no
57 controle das espécies-praga (MACEDO; ARAÚJO, 2000). Por isso, para *D. saccharalis*,
58 predadores, parasitoides e patógenos efetuam um eficiente controle em campo, muitas vezes
59 superior a 80% (BOTELHO; MACEDO, 2002).

60 Os predadores generalistas têm sido efetivos no controle de insetos-praga, sendo estes de
61 vida livre, que necessitam de várias presas para completar seu desenvolvimento, seu tamanho é
62 igual ou maior ao das presas, sendo esses artrópodes comuns em diferentes ecossistemas (ROSSI;
63 FOWLER, 2000; BUENO et al., 2012).

64 Os principais predadores encontrados na cana-de-açúcar são das Ordens Coleoptera
65 (Carabidae, Staphilinidae, Elateridae e Coccinellidae), Hemiptera (Alididae), Hymenoptera
66 (Formicidae), Dermaptera (Forficulidae e Labidulidae) (MACEDO; ARAÚJO, 2000) e Neuroptera
67 (Chrysopidae), desempenhando um forte controle, principalmente nas fases de ovo e lagarta recém-
68 eclodida, com uma mortalidade próxima a 100% (NAVA et al., 2009). A família Formicidae, que
69 representa as formigas, são as mais abundantes na cultura (OLIVEIRA et al., 2012). Por isso, o

70 objetivo deste trabalho foi avaliar o índice de predação da broca da cana por inimigos naturais
71 presentes na cultura da cana-de-açúcar.

72 **Material e Métodos**

73 O experimento foi realizado em novembro/2013 em um canavial localizado no município de
74 Dourados/MS. Lagartas e pupas da broca da cana *D. saccharalis* foram obtidas da criação do
75 laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste Dourados/MS.

76 Criação da broca *D. saccharalis*:

77 Ovos de *D. saccharalis*, foram tratados com sulfato de cobre a 1% e mantidos em placas de
78 Petri (10 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura) vedados com papel filme e incubados em câmara
79 climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas. Após eclosão, as lagartas foram transferidas para
80 tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) contendo dieta artificial modificada de
81 Hensley e Hammond (1968) à base de farelo de soja, germe de trigo, vitaminas e sais minerais
82 (PARRA, 2007), sendo as mesmas mantidas nestas condições até a fase de pupa. As pupas foram
83 retiradas da dieta, sexadas e acondicionadas em gaiolas de PVC (10 cm de diâmetro e 22 cm de
84 altura), revestidas internamente com folha de papel sulfite como substrato para oviposição e
85 fechadas com tecido do tipo “voil” e elástico. Um total de 24 pupas (12 fêmeas e 12 machos) foram
86 acondicionadas por gaiola, onde permanecem até a fase adulta. Os adultos foram alimentados com
87 solução aquosa de mel a 10% e após o acasalamento, as fêmeas realizaram as posturas nas folhas,
88 iniciando um novo ciclo.

89 Delineamento Experimental:

90 Uma lagarta de quarto ínstar criada em dieta artificial e uma pupa de *D. saccharalis*, foram
91 introduzidas através de um orifício aberto em internódios (aproximadamente 25 cm) de cana-de-
92 açúcar. Esses orifícios foram protegidos com papel alumínio até o momento em que os colmos
93 foram levados para o campo e amarrados em plantas de um canavial, cuja área não havia sido

94 realizada a aplicação de defensivos agrícolas durante os três meses que antecederam a realização do
95 experimento. Os colmos com as lagartas e pupas foram distribuídos na área por dois dias
96 consecutivos e permaneceram no campo por 24 horas. A proporção utilizada foi de 80 lagartas e 80
97 pupas para cada dia avaliado (tratamento). A cana se tratava de cana planta (que não ocorreu o
98 primeiro corte), com aproximadamente seis meses, localizado no município de Dourados/MS,
99 22°11' 54.41" S e 54°52' 12.13" O. Para avaliar a diferença de predação entre os dois dias, foi
100 realizado o teste t a 5% de probabilidade.

101 **Resultados e Discussão**

102 Para os dois dias avaliados observou-se que houve diferença significativa na predação de
103 lagartas, com 47,5% para o primeiro dia e 63,7% para o segundo dia. Com relação às pupas não
104 houve diferença significativa ($p>0,05$) como demonstrado na Tabela 1. Observa-se também que as
105 lagartas tiveram maior índice de predação em relação as pupas.

106 **Tabela 1.** Médias de predação de lagartas e pupas de *D. saccharalis* durante os dois dias avaliados
107 na cultura da cana de açúcar, novembro/2013, Dourados-MS.

Dias	Predação lagartas (%)	Predação pupas (%)
1	46,2 ± 0,52 b	17,5 ± 0,48 a
2	63,7 ± 0,61 a	26,2 ± 0,61 a
Média Geral	55,6	21,8

108 Média ± erro padrão.

109 Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de t a 5% de
110 probabilidade.

111

112 Quando os colmos foram retirados do canavial, ao abrí-los encontrou-se uma grande
113 quantidade de formigas em torno de pupas e lagartas de *D. saccharalis*. A presença de formigas em
114 canaviais é observada em diversos trabalhos como de Tryon Jr. (1986), Cherry e Nuessly (1992),
115 Macedo e Araújo (2000), Rossi e Fowler (2000 e 2004) e Santos (2013), caracterizando esses

116 insetos como importantes predadores presentes na cultura da cana-de-açúcar. Os gêneros
117 *Solenopsis*, *Pheidole*, *Crematogaster* e *Dorymyrmex*, e mais precisamente a espécie *Solenopsis*
118 *invicta* (Hymenoptera: Formicidae) são mais encontrados nessa cultura (CHERRY; NUSSLY,
119 1992; ROSSI; FOWLER, 2004).

120 Oliveira et al. (2012) avaliando a predação de formigas no ciclo de vida de *D. saccharalis*
121 em diferentes estágios da praga (ovo, larva e adulto), observou que os estágios imaturos (ovo e
122 larva) são as mais predadas em relação aos adultos de *D. saccharalis*. Além disso, Rossi e Fowler
123 (2000, 2002) sugerem que adições de colônias de formigas em cultivos de cana de açúcar pode ser
124 utilizada, quando os ovos ou os primeiros ínstaes da praga estiverem presentes no campo.

125 Com relação à presença de outros insetos predadores, Macedo e Araújo (2000) encontrou
126 uma grande diversidade destes no canavial, como *Selenophorus* sp. (Coleoptera: Carabidae), *Doru*
127 *lineare* (Dermaptera: Forficulidae), *Conoderus* sp. (Coleoptera: Elateridae), *Clivina* sp. (Coleoptera:
128 Carabidae), *Ection* sp. (Hymenoptera: Formicidae), *Arthrostychus* sp. (Coleoptera: Carabidae),
129 representando 89% do total de indivíduos capturados por armadilhas luminosas e de fossa.

130 Santos (2013) verificou uma diversidade de espécies predadoras e onívoras em diferentes
131 sistemas de colheita de cana-de-açúcar (convencional e orgânico), contudo, observando o controle
132 biológico natural de ovos de *D. saccharalis* os predadores generalistas (formigas e aranhas) foram
133 os principais responsáveis pela mortalidade desses ovos com 28 a 75% de mortalidade.

134 Outro fato que contribuiu para o alto índice de predação na cultura foi que não houve
135 aplicação de produtos químicos durante os três meses que antecederam a realização do experimento.
136 Já que inseticidas, fungicidas, acaricidas, repelentes e inibidores de crescimento podem afetar
137 negativamente no ciclo de vida dos inimigos naturais presentes nos agroecossistemas, reduzindo
138 densidades populacionais, distribuição e o ciclo de vida destes insetos (FOERSTER, 2002).

139

Conclusão

140 Com os resultados obtidos, conclui-se que a presença de predadores na cultura da cana-de-
141 açúcar é importante para o controle biológico natural da *D. saccharalis*.

142

Agradecimentos

143 Embrapa Agropecuária Oeste por permitir a realização deste trabalho através da
144 infraestrutura cedida, suporte para o desenvolvimento de minha pesquisa e pela equipe.
145 Universidade Federal da Grande Dourados pelo Mestrado em Entomologia e Conservação da
146 Biodiversidade. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela
147 concessão da bolsa de Mestrado.

148

Referências Bibliográficas

- 149 BOTELHO, P. S. M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In
150 PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA B. S.; BENTO J. M. S.
151 Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores, São Paulo, Manole, 2002, 635p.
- 152 BUENO, A. F.; SOSA-GOMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.; BUENO,
153 R. C. O. F. Inimigos Naturais das pragas da soja. In: Soja manejo Integrado de Insetos e
154 outros Artrópodes-Praga. p. 493-629, 2012.
- 155 CHERRY, R. H.; NUESSELY, G. S. Distribution and Abundance of Imported Fire Ants
156 (Hymenoptera: Formicidae) in Florida Sugarcane Fields. **Environ. Entomol.** v. 21, n. 4, p.
157 767-770, 1992.
- 158 DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; ANJOS, I. A.; GARCIA, J.; COSTA, V. P.
159 Influência da infestação de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) sobre parâmetros tecnológicos da
160 cana-de-açúcar. **Bragantia.** v.71, n.3, p.342-345, 2012.

- 161 FOERSTER, L. A. Seletividade de Inseticidas a predadores e parasitoides. In PARRA, J. R. P.;
162 BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA B. S.; BENTO J. M. S. Controle biológico no
163 Brasil: parasitoides e predadores, São Paulo, Manole, 2002, 635p.
- 164 HENSLEY, S. D. E HAMMOND, A. H. 1968. Laboratory techniques for rearing the sugar cane
165 borer on an artificial diet. **J. Econ. Entomol.** v.61, n.6, p.1742-1743, 1968.
- 166 MACEDO, N.; ARAUJO, J. R. Efeitos da queima do canavial sobre parasitoides de larvas e de
167 ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). **An. Soc. Entomol. Bras.**
168 v.29, n.1, pp. 79-84, 2000.
- 169 NAVA, D.E.; PINTO, A. S.; SILVA, S. D. A. Controle Biológico da Broca da Cana-de-Açúcar.
170 **Documentos 287**. Embrapa Clima Temperado. ISSN 1806-9193. 28p., 2009.
- 171 OLIVEIRA, R. F.; ALMEIDA, L. C.; SOUZA, D. R.; MUNHAE, C. B. BUENO, O. C.; MORINI,
172 M. S. C. Ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) and predation by ants on the different
173 Stages of the sugarcane borer life cycle *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Eur.**
174 **J. Entomol.** v.109, n.3, p.381–387, 2012.
- 175 PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico. 6ª ed.
176 Piracicaba/SP. 134p, 2007.
- 177 PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; PINTO, A. de S. Controle biológico de pragas como um
178 componente chave para a produção sustentável da cana-de-açúcar. In: Cortez, L.A.B. (Org.).
179 Bioetanol de cana-de- açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade. São Paulo. p.441-
180 450, 2010.
- 181 ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G. Ant predation of larval *Diatraea saccharalis* Fab. (Lep.
182 Crambidae) in new sugarcane in Brazil. **J. Appl. Ent.** v.124, n.5-6, p.245-247, 2000.

- 183 ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G. Manipulation of fire ant density, *solenopsis* spp., for short-term
184 reduction of *Diatraea saccharalis* larval densities in brazil. **Scien. Agri.** v.59, n.2, p.389-392,
185 2002.
- 186 ROSSI, M. N.; FOWLER, H. G. Predaceous Ant Fauna in New Sugarcane Fields in the State of São
187 Paulo, Brazil. **Braz. Arc. Bio. and Tech.** v.47, n. 5, p.805-811, 2004.
- 188 SANTOS, L. A. O. Fatores naturais de mortalidade de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius,
189 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e diversidade de artrópodes em diferentes sistemas de
190 colheita de cana-de-açúcar. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Curso de Pós-
191 Graduação em Agronomia, UNESP Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2013.
- 192 TRYON JR, E. H. The striped earwig, and ant predators of sugarcane rootstock borer, in Florida
193 citrus. **Fla. Entomol.** v. 69, n.2, p.336-343, 1986.