Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Comportamento sexual e isolamento do feromônio da traça-da-banana, *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera: Tineidae)

Camila Serra Colepicolo

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

Piracicaba
2018

Camila Serra Colepicolo
Engenheira Agrônoma

Comportamento sexual e isolamento do feromônio da traça-da-banana *Opogona sacchari*
(Bojer) (Lepidoptera: Tineidae)

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ MAURÍCIO SIMÕES BENTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP

Colepicolo, Camila Serra

Comportamento sexual e isolamento do feromônio da traça-da-banana, *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera: Tineidae) / Camila Serra Colepicolo. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2018.

57 p.

Dissertação (Mestrado) - USP - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Ecologia química 2. Banana 3. Monitoramento 4. Armadilhas 5. Comportamento reprodutivo 6. Cromatografia gasosa I. Título

Caio, Márcia, Ronaldo e Giovanna

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus;

Aos meus pais e irmã pelo carinho e incentivo;

Ao meu companheiro Caio, pelo apoio, compreensão e ajuda;

Ao professor José Maurício Simões Bento pela orientação, apoio, ética e exemplo;

Ao professor Jocelyn Millar pela parceria e disponibilidade dos sintéticos;

Ao professor José Roberto Postalí Parra pelo fornecimento dos insetos e todo aprendizado transmitido;

À técnica de laboratório Neide Graciano Zerio pelo auxílio e ensinamentos na criação e manutenção dos insetos;

À secretária Andrea por sempre me ajudar e ser tão gentil;

À Arodi Favaris pela amizade e auxílio na condução dos experimentos;

À minha amiga Luiza Zazycki, que me acompanha desde o início, pelo auxílio, ensinamentos e incentivo;

À todos os amigos do Laboratórios de Ecologia Química e Comportamento de Insetos:

Amanda, Camila Costa, Davi, Denise, Diego, Fede, Felipe, Fernando Sujimoto, Fernando Cabezas, Flávia, Franciele, Hugo, Lucila, Luiza, Matheus, Maria Fernanda, Mariana, Nathália, Patrícia, Rafaela, Talita, Weliton;

Às minhas amigas e parceiras de mestrado, Petra e Laíz pela amizade, risadas e trabalhos;

Aos colegas que ingressaram comigo na pós-graduação por todo companheirismo e troca de aprendizado;

À Capes pelo auxílio financeiro e pela bolsa de mestrado;

E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Comportamento sexual e isolamento do feromônio da traça-da-banana, *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera: Tineidae)

Opogona sacchari (Bojer, 1856) (Lepidoptera: Tineidae) é uma praga cosmopolita conhecida popularmente como traça-da-banana. Este trabalho visou conhecer as principais etapas do comportamento sexual de *O. sacchari*, e isolar quimicamente os compostos de seu feromônio sexual. Para caracterizar as atividades do comportamento sexual, 80 casais recém-emergidos foram observados e dados sobre o horário de início e fim, duração, idade do primeiro acasalamento e número de cópulas foram registrados. O extrato natural do feromônio sexual foi obtido por (i) aeração das fêmeas virgens, e (ii) extração das glândulas das fêmeas virgens. Os extratos naturais foram analisados por GC/EAG utilizando as antenas dos machos para avaliar as atividades eletrofisiológicas; os extratos foram também analisados em GC/MS. As cópulas ocorreram a partir da sexta hora da escotofase, com duração de aproximadamente 2 horas. Os adultos acasalaram com até 72 h de idade, com o pico das atividades com 24 horas após a emergência. As antenas dos machos apresentaram três respostas eletroantenográficas (picos) ao extrato do feromônio natural de fêmeas virgens. O composto "C1" foi selecionado como candidato ao feromônio sexual de *O. sacchari*. Quatro isômeros do composto candidato ao feromônio sexual promoveram respostas eletrofisiológicas nas antenas dos machos, idênticas ao extrato natural das fêmeas. Novas etapas envolvendo testes de campo deverão ser realizadas a fim de definir os compostos ativos deste feromônio e em quais proporções serão mais eficientes na atração dos machos.

Palavras-chave: Ecologia química; Banana; Monitoramento; Armadilha; Comportamento reprodutivo; Cromatografia gasosa

ABSTRACT

Sexual behavior and isolation of the pheromone of the banana moth, *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera: Tineidae)

Opogona sacchari (Bojer, 1856) (Lepidoptera: Tineidae) is a cosmopolitan crop pest, commonly known as banana moth. The goals of this study were to investigate the stages of sexual behavior for *O. sacchari* and to isolate their sex pheromone. In order to characterize the sexual behavior, 80 newly emerged sexual pairs were observed and data on their age, duration and frequency of mating's were recorded. The natural sex pheromone was extracted by (i) headspace collection of virgin females, and (ii) gland extraction of virgin females. Extracts were analyzed by GC/EAD using male antennae to monitor electrophysiological activity; extracts were also analyzed by GC/MS. Copulation occurs from the sixth hour of the scotophase and lasts approximately 2 hours. Adults mate for up to 72 hours, with the peak of sexual activity at 24 hours after emergence. Male antennae showed three electroantennogram responses (peaks) to extracts of virgin females. The putative sex pheromone was identified as "C1". Four isomers of this pheromone candidate promoted electrophysiological response as the same natural female extract. New steps involving field tests will be carried out to define the active component of this pheromone and proportions most effective for male attraction.

Keywords: Chemical ecology; Banana; Monitoring; Trap; Reproductive behavior; Gas chromatography

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura é um dos setores de maior destaque do agronegócio brasileiro. A partir de uma diversificada variedade de culturas, a produção de frutas possui resultados expressivos e gera oportunidades para os pequenos e grandes negócios. Neste cenário, o Brasil ocupa o quinto lugar dos países produtores de frutas no mundo, o que reforça a importância do setor para nossa economia (STATISTA, 2018). Das frutas produzidas no país, a banana (*Musa spp.*) se destaca como a segunda fruta de maior produção, precedida apenas pela laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), e ocupando o lugar da fruta mais consumida pela população (SEBRAE, 2015), e a quarta fruta mais exportada (LICHTENBERG et al., 2013; REETZ et al., 2015). O Brasil é responsável pela produção de cerca de 6,9 milhões de toneladas de banana, sendo o Nordeste a principal região produtora com 2,5 milhões de toneladas por ano (SENA & PINHO, 2011; EMBRAPA, 2016).

Os prejuízos por insetos nessa cultura representam cerca de 10% da produção, acarretando perdas anuais da ordem de 383 milhões de dólares (OLIVEIRA et al., 2014). Dentre os insetos-praga presentes na bananicultura que podem comprometer sua produção destacam-se, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae); *Bradinothrips musae* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae); e *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera: Tineidae) (GOLD, PINESE & PEÑA, 2002; FANCELLI et al., 2015).

Conhecida popularmente como traça-da-banana, *O. sacchari* é um lepidóptero altamente políforo, e ataca ao menos 42 espécies de plantas, incluindo plantas ornamentais, cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*), cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), milho (*Zea mays* L.), entre outras (DAVIS & PEÑA, 1990; PEÑA, SCHROEDER & OSBORNE, 1990; GOLD, PINESE & PEÑA, 2002). Na banana, o dano é causado pela fase larval, quando a lagarta ao penetrar no fruto, constrói galerias na polpa resultando em seu apodrecimento. A praga pode atacar todas as partes da planta, exceto as raízes e as folhas. As lagartas podem ser encontradas nos frutos ainda verdes, porém em caso de altas infestações, podem atacar outros órgãos da planta como os pseudocauls. A presença do inseto na cultura pode ser constatada a partir do acúmulo de resíduos na extremidade apical dos frutos e por sua maturação precoce (CORDEIRO, 2000; FANCELLI et al., 2015). O ciclo de vida

(ovo-adulto) é de aproximadamente 54 dias, sendo que o período larval, dura cerca de 24 dias (POTENZA, 1999).

Introduzida a partir dos processos envolvidos no comércio mundial de banana, este inseto atua como praga severa em países da Europa, África, Ásia e Américas (SUPLICY FILHO & SAMPAIO, 1982; EPPO, 2015). No Brasil, a incidência dessa mariposa e a severidade de seus danos em frutos de banana podem levar a perda do valor comercial do produto e restringir a sua exportação (RAGA, 2005; FANCELLI et al., 2015). Dessa forma, desde a década de 1970, as exportações de banana brasileira frequentemente ficam retidas na fronteira com a Argentina, ou são diretamente rechaçadas em virtude da presença dessa praga (MEES, 2018). Com isso, foi instituída uma instrução normativa do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), além de medidas regulatórias internacionais, que incluem *O. sacchari* na lista da *European and Mediterranean Plant Protection Organization* (EPPO, 2015), prezando por medidas de detecção e desinfecção, quando necessárias.

O controle da traça-da-banana se dá basicamente por métodos químicos e físicos, não sendo ainda adotados programas de manejo que utilizem outras técnicas, como, por exemplo, o uso de semioquímicos (CINTRA, 1975; POTENZA, 1999). Além disso, por apresentar hábito críptico, uma das maiores dificuldades no manejo de *O. sacchari* é a ausência de um método de monitoramento populacional. Com isso, sistema de contagem e detecção de adultos por meio de armadilhas atrativas à base de feromônio sexual pode ser uma opção para prever ou confirmar a presença desta praga e auxiliar no seu controle.

Estudos sobre a comunicação química de *O. sacchari* advêm da década de 1980, relatando brevemente o comportamento sexual dos machos (agitação) e a movimentação do abdome de fêmeas em ensaios de laboratório (IONEDA et al., 1983), sugerindo tal comportamento como mediador do acasalamento da espécie (IONEDA, FELL & GIANNOTTI, 1984). Os primeiros relatos, de um horário aproximado de cópula e a existência de um feromônio sexual, ocorreram cerca de uma década depois, porém sem a identificação dos compostos envolvidos (BERGMANN et al., 1995). A confirmação de possíveis compostos feromonais de *O. sacchari* foram reportados apenas como atraente em campo, porém em proporções e eficácia pouco consistentes (JANG et al., 2010).

Por ainda não haver clareza nos compostos encontrados no extrato natural de fêmeas de *O. sacchari*, e poucas informações comportamentais que precedem o acasalamento, torna-se evidente a necessidade de se realizar um estudo que atenda estas questões. Desta forma, esta pesquisa visou caracterizar as etapas do comportamento sexual da traça-da-banana, *O. sacchari*, bem como realizar o isolamento de seu feromônio sexual, visando a sua identificação e síntese.

2. CONCLUSÕES

Adultos de *O. sacchari* acasalam com até 72h de idade, sendo o pico das atividades sexuais com 24 horas após a emergência;

O início das cópulas ocorre entre a 6^a e 12^a horas da escotofase;

A duração média da cópula é de cerca de 2 horas;

As antenas dos machos de *O. sacchari* apresentam três respostas eletrofisiológicas (picos) ao extrato do feromônio natural de fêmeas virgens;

Os quatro isômeros do composto (C1), promovem respostas eletrofisiológicas nas antenas dos machos de *O. sacchari*, idênticas ao extrato natural das fêmeas.

REFERÊNCIAS

- ACHARYA, L.; MCNEIL, J.N. Predation risk and mating behavior: the responses of moths to bat-like ultrasound. **Behavioral Ecology**, v. 9, n. 6, p. 552-558, 1998.
- ALTESOR, P.; HORAS, V. R.; ARCIA, M. P.; ROSSINI, C.; ZARBIN, P. H.; GONZÁLEZ, A. Reproductive behaviour of *Crociosema (=Epinotia) aporema* (Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae): temporal pattern of female calling and mating. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 3, p. 324-329, 2010.
- ARNQVIST, G. Multiple mating in a water strider: mutual benefits or intersexual conflict? **Animal Behaviour**, v. 38, n. 5, p. 749-756, 1989.
- BAKER, T. C.; CARDÉ, R. T. Disruption of gypsy moth male sex pheromone behavior by high frequency sound. **Environmental Entomology**, v. 7, n. 1, p. 45-52, 1978.
- BENTO, J. M. S. Fundamentos do monitoramento, da coleta massal e do confundimento de insetos-praga. In: VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.) **Feromônios de insetos: biologia, química e aplicação**. Ribeirão Preto: Holos, cap. 16, p. 135-144, 2001.
- BENTO, J. M. S.; PARRA, J. R. P.; MIRANDA, S. H. G.; ADAMI, A. C. O.; VILELA, E. F.; LEAL, W. S. How much is a pheromone worth? **F1000 Research**, 5:1763, 2016.
- BERGMANN, E. C.; IMENES, S. D. L.; CECCARELLO, V. A. Ocorrência da traça *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) em cultura de dracena. **Arquivos do Instituto Biológico São Paulo**, v.61, n.1, p. 60-62, 1994.
- BERGMANN, E. C.; ROMANHOLI, R. C.; POTENZA, M. R.; IMENES, S. L.; ZORZENON, F. J.; RODRIGUES NETTO, S. M. R. Aspectos biológicos e comportamentais de *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) (Lepidoptera: Tineidae), em condições de laboratório. **Revista de Agricultura**, v.70, n.1, p.41-52, 1995.

- BJOSTAD, L. B. Electrophysiological methods. In: HAYNES, K. F.; MILLAR, J.G. **Methods in chemical ecology: chemical methods**. London, v. 1, p. 339-369, 1998.
- BORGES, A. L. O cultivo da bananeira. L. da Silva Souza (Ed.). **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 279p., 2004.
- BOGGS, C. L.; GILBERT, L. E. Male contribution to egg production in butterflies: evidence for transfer of nutrients at mating. **Science**, v. 206, n. 4414, p. 83-84, 1979.
- BRENNAN, B. M. Attraction of *Ereunetis simulans* (Lepidoptera: Tineidae) to the sex attractant of peachtree borer, *Sanninoidae exitiosa* (Lepidoptera: Sesiidae). **Hawaiian Entomological Society**, v. 22, n. 3, p.457-460, 1977.
- BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington: USDA, p.7, 1962.
- CARDÉ, R. T. Utilization of pheromones in the population management of moth pests. **Environmental Health Perspectives**, v. 14, p. 133-144, 1976.
- CARDÉ, R. T.; BAKER, T. C. Sexual communication with pheromones. In: **Chemical ecology of insects**. Springer, Boston, MA, p.355-383, 1984.
- CARDÉ, R. T.; HAYNES, K. F. Structure of the pheromone communication channel in moths. **Advances in Insect Chemical Ecology**, p. 283-332, 2004.
- CARLI, M. D.; COELHO JÚNIOR, A.; MILANEZ, J. M.; NARDI, C.; PARRA, J. R. P. Selection of *Trichogramma* species as potential natural enemies for the control of *Opogona sacchari* (Bojer). **Scientia Agricola**, v. 74, n. 5, p. 401-404, 2017.
- CHARLTON, R. E.; CARDÉ, R. T. Behavioral interactions in the courtship of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 83, n. 1, p. 89-96, 1990.

- CINTRA, A. F. *Opogona* sp. nova praga da bananicultura em São Paulo. **Biológico**, São Paulo, v.41, n.8, p. 223-231, 1975.
- COELHO, A.; MILANEZ, J. M.; DE ANDRADE MORAL, R.; DEMÉTRIO, C. G. B.; PARRA, J. R. P. Selection of an Artificial Diet for Laboratory Rearing of *Opogona sacchari* (Lepidoptera: Tineidae) (Bojer, 1856). **Neotropical entomology**, v. 47, n. 2, p. 199-204, 2017.
- CORDEIRO, Z. J. M. Banana. Produção: aspectos técnicos. **Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, v. 8, 32p., 2000.
- COX, P. D.; PINNIGER, D. B. Biology, behaviour and environmentally sustainable control of *Tineola bisselliella* (Hummel) (Lepidoptera: Tineidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 43, n. 1, p. 2-32, 2007.
- DAVIS D. R.; PEÑA J.E. Biology and morphology of the banana moth, *Opogona sacchari* (Bojer) and its introduction into Florida (Lepidoptera: Tineidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 92, n. 4, p. 593-618, 1990.
- DELISLE, J.; MCNEIL, J. N. The effect of photoperiod on the calling behaviour of virgin females of the true armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (Haw.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 32, n. 3, p. 199-206, 1986.
- DELLE-VEDOVE, R.; FRÉROT, B.; HOSSAERT-MCKEY, M.; BEAUDOIN-OLLIVIER, L. Courtship behavior of the castniid palm borer, *Paysandisia archon*: potential roles of male scents and visual cues in a day-flying moth. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 1, p. 52-66, 2014.
- DEVRIES, P. J.; AUSTIN, G. T.; MARTIN, N. H. Diel activity and reproductive isolation in a diverse assemblage of Neotropical skippers (Lepidoptera: HesperIIDae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 94, n. 4, p. 723-736, 2008.

DUNCAN, J. P. R.; TORRES, V. Dynamics and control of the banana moth on foliage plants. In **Proceedings Florida State Horticultural Society**, v. 103, p. 189-192, 1990.

DUSSOURD, D. E.; HARVIS, C. A.; MEINWALD, J.; EISNER, T. Pheromonal advertisement of a nuptial gift by a male moth (*Utetheisa ornatrix*). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 88, n. 20, p. 9224-9227, 1991.

EBERHARD, W. G. Copulatory courtship and cryptic female choice in insects. **Biological Reviews**, v. 66, n. 1, p. 1-31, 1991.

EMBRAPA, 2014 Sistemas de Produção – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Sistemas de Produção, Disponível em <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana>, acesso em 11 de Abril de 2018.

EMBRAPA, 2016 Sistemas de Produção – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Sistemas de Produção, Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>, acesso em 16 de Julho de 2017.

EPPO, 2015 – European and Mediterranean Plant Protection Organisation, disponível em <http://www.eppo.org/>, acesso em 23 de março de 2018.

FANCELLI, M. Pragas e seu controle. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 195-208, 2004.

FANCELLI, M.; MILANEZ, J. M.; MESQUITA, A. L. M.; DA COSTA, A. C. F.; COSTA, J. N. M.; PAVARINI, R.; PAVARINI, G. Artrópodes: pragas da bananeira e controle. **Embrapa Agroindústria Tropical-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

FAO, 2017 – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Disponível em <http://fao.org/>, acesso em 16 de Maio de 2018.

- FERGUS, D. J.; SHAW, K. L. Genetically regulated temporal variation of novel courtship elements in the Hawaiian cricket genus *Laupala*. **Behavior genetics**, v. 41, n. 4, p. 607-614, 2011.
- GIANNOTTI, O.; OLIVEIRA JUNIOR, B. S.; IONEDA, T.; FELL, D. Observações gerais sobre o desenvolvimento e comportamento sexual do lepidóptero *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 209 - 212, 1977.
- GIRLING, R. D.; CARDÉ, R. T. Analysis of the courtship behavior of the navel orangeworm, *Amyelois transitella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae), with a commentary on methods for the analysis of sequences of behavioral transitions. **Journal of Insect Behavior**, v. 19, n. 4, p. 497, 2006.
- GOLD, C. S.; PINESE, B.; PEÑA, J. E. Pests of banana. In: PEÑA, J.E.; SHARP, J.L.; WYSOKI, M. (Eds.) **Tropical fruit pests and pollinators: biology, economic importance, natural enemies and control**. Wallingford: CABI Publishing, p. 13-56, 2002.
- GROOT, A. T. Circadian rhythms of sexual activities in moths: a review. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 2, p. 43-64, 2014.
- HAYASHI, F. Male mating costs in two insect species (Protohermes, Megaloptera) that produce large spermatophores. **Animal Behaviour**, v. 45, n. 2, p. 343-349, 1993.
- IONEDA, T.; FELL, D.; GIANNOTTI, O.; OLIVATI, J. Estudos preliminares sobre o feromônio sexual da traça da banana, *Opogona sacchari* (Bojer, 1856). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.50, n.1/4, p.47-49, 1983.
- IONEDA, T.; FELL, D.; GIANNOTTI, O.; Feromônio sexual de *Opogona sacchari*. I- Ensaio preliminares sobre determinação dos componentes. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.51, n.1/4, p.41-43, 1984.

JANG, E. B.; SIDERHURST, M. S.; HOLLINGSWORTH, R. G.; SHOWALTER, D. N.; TROYER, E. J. Sex attractant for the banana moth, *Opogona sacchari* Bojer (Lepidoptera: Tineidae): provisional identification and field evaluation. **Pest Management Science**, v. 66, n. 4, p. 454-460, 2010.

KOVATS, von E. Gas-chromatographische charakterisierung organischer verbindungen. Teil 1: retentionsindices aliphatischer halogenide, alkohole, aldehyde und ketone. **Helvetica ChimicaActa**, v. 41, n. 7, p. 1915-1932, 1958.

LEE, M. S.; ALBAJES, R.; EIZAGUIRRE, M. Mating behaviour of female *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) polyandry increases reproductive output. **Journal of Pest Science**, v. 87, n. 3, p. 429-439, 2014.

LI, H.; YAN, S.; LI, Z.; ZHANG, Q.; LIU, X. Dim light during scotophase enhances sexual behavior of the oriental tobacco budworm *Helicoverpa assulta* (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v. 98, n. 2, p. 690-696, 2015.

LICHTENBERG, L. A.; GASPAROTTO, L.; CORDEIRO, Z. J. M.; RODRIGUES, M. G. V.; LICHTENBERG, P. S. F. Sistemas de produção de musáceas em Brasil. In: **Reunião Internacional da Acorbat: 40 anos compartilhando ciência e tecnologia**, Fortaleza: Instituto Frutal, p. 34-42, 2013.

LIMA, M. B.; SILVA, S. de O.; FERREIRA, C. F. **Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, v. 2, 214 p., 2012.

MAPA, 2009 – Disponível em: http://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-28-2009_77488.html, acesso: 12 de Março de 2018.

MARASCUILLO, L. A. Large-sample multiple comparisons. **Psychological Bulletin**, v. 65, n. 5, p. 280-290, 1966.

- MARQUES, F.A.; MCELFRESH, J. S.; MILLAR, J. G. Kováts retention indexes of monounsaturated C12, C14, and C16 alcohols, acetates and aldehydes commonly found in lepidopteran pheromone blends. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 11, n. 6, p. 592-599, 2000.
- MCNEIL, J. N. Behavioral ecology of pheromone-mediated communication in moths and its importance in the use of pheromone traps. **Annual Review of Entomology**, v. 36, n. 1, p. 407-430, 1991.
- MEES, A. Gestor da Divisão de Defesa Sanitária Vegetal, **Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC**, Comunicação pessoal, 2018.
- MILANEZ, J. M. Prejuízos causados pela traça da bananeira e métodos de manejo. **Cultivar Frutas e Hortaliças**. Artigo técnico publicado em 11 de janeiro de 2018, disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/prejuizos-causados-pela-traca-da-bananeira-e-metodos-de-manejo>, acesso em 12/01/2018.
- NARDI, C.; LUVIZOTTO, R. A.; PARRA, J. R. P.; BENTO, J. M. S. Mating Behavior of *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 41, n. 3, p. 562-570, 2012.
- NORIN, T. Semiochemicals for insect pest management. **Pure and Applied Chemistry**, v. 79, n. 12, p. 2129-2136, 2007.
- OLIVEIRA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M.; FRIZZAS, M. R. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, p. 50-54, 2014.
- OUYE, M. T.; GARCIA, R. S.; GRAHAM, H. M.; MARTIN, D. F. Mating studies on the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae), based on presence of spermatophores. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 58, n. 6, p. 880-882, 1965.

- PARRA, J. R. P.; BENTO, J. M. S.; GARCIA, M. S.; YAMAMOTO, P. T.; VILELA, E. F.; LEAL, W. S. Development of a control alternative for the citrus fruit borer, *Ecdytoplopha aurantiana* (Lepidoptera, Tortricidae): from basic research to the grower. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 4, p. 561-567, 2004.
- PARRA-PEDRAZZOLI, A. L. Isolamento, identificação, síntese e avaliação de campo do feromônio sexual do minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae). **Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo**, 82p., 2006.
- PEÑA, J. E.; SCHROEDER, W. J.; OSBORNE, L. S. Use of entomogenous nematodes of the families Heterorhabditidae and Steinernematidae to control banana moth (*Opogona sacchari*). **Nematropica**, v. 20, n. 1, p.51-55, 1990.
- POTENZA, M. R. Emprego da radiação gama como tratamento quarentenário, visando o controle da traça *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) (Lepidoptera: Tineidae) em banana (*Musa* sp.) e dracena (*Dracaena fragans*). **Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo**, 57p., 1999.
- POTENZA, M. R.; SATO, M. E.; BERGMANN, E. C.; RAGA, A.; NISHIMORI, R. K. Controle químico da traça *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) (Lepidoptera: Tineidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.67, n.1, p.143-145, 2000a.
- POTENZA, M. R.; ARTHUR, V.; DEL MASTRO, N. L.; PEREIRA, V. J. Efeito da radiação gama (Co60) sobre as fases de desenvolvimento da traça *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) (Lepidoptera: Tineidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.67, n.2, p.243-248, 2000b.
- RAGA, A. Principais pragas da bananeira e métodos de controle. In: Proceedings, 13ª Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, Registro, SP. IB, São Paulo, Brazil, p. 23-24, 2005.

- RAINA, A. K. Neuroendocrine control of sex pheromone biosynthesis in Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 38, n. 1, p. 329-349, 1993.
- REETZ, E. R.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; DRUM, M. Anuário brasileiro da fruticultura 2014. **Santa Cruz do Sul, RS: Gazeta Santa Cruz**, 2015.
- ROELOFS, W. L.; CARDÉ, R. T. Responses of Lepidoptera to synthetic sex pheromone chemicals and their analogues. **Annual Review of Entomology**, v. 22, n. 1, p. 377-405, 1977.
- ROTH, L. M.; WILLIS, E. R. A study of cockroach behavior. **The American Midland Naturalist**, v. 47, n. 1, p. 66-129, 1952.
- ROTUNDO, G.; TREMBLAY, E. Preliminary observations on the sex pheromone of *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera: Hieroxestidae). **Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri'**, v. 39, p. 123-132, 1982.
- RUTOWSKI, R. L. Mate choice and lepidopteran mating behavior. **The Florida Entomologist**, v. 65, n. 1, p. 72-82, 1982.
- SCHNEIDER, D. 100 years of pheromone research. **Naturwissenschaften**, v. 79, n. 6, p. 241-250, 1992.
- SEBRAE, 2015 - disponível em <http://www.bibliotecas.sebrae.com.br>, acesso em 11 de abril de 2017.
- SENA, J. V. C.; PINHO, H. J. Aspectos da produção e mercado da banana no Nordeste. **Fortaleza: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste— Informe Rural ETENE**, ano V, n. 10, p. 1-7, 2011.

SETH, R. K.; RAO, D. K.; REYNOLDS, S. E. Movement of spermatozoa in the reproductive tract of adult male *Spodoptera litura*: daily rhythm of sperm descent and the effect of light regime on male reproduction. **Journal of Insect Physiology**, v. 48, n. 1, p. 119-131, 2002.

STATISTA, 2018. Disponível em <https://www.statista.com/>, acesso em 03 de Maio de 2018.

SUPLICY FILHO, N.; SAMPAIO, A. S. Pragas da bananeira. **Biológico, São Paulo**, v.48, n.7, p.169-182, 1982.

SVENSSON, M. Sexual selection in moths: the role of chemical communication. **Biological Reviews**, v. 71, n. 1, p.113-135, 1996.

TAKÁCS, S.; GRIES, G.; GRIES, R. Where to find a mate? Resource-based sexual communication of webbing clothes moth. **Naturwissenschaften**, v. 89, n. 2, p. 57-59, 2002.

TUMLINSON, J. H.; YONCE, C. E.; DOOLITTLE, R. E.; HEATH, R. R.; GENTRY, C. R.; MITCHELL, E. R. Sex pheromones and reproductive isolation of the lesser peachtree borer and the peachtree borer. **Science**, v. 185, n. 4151, p. 614-616, 1974.

TURGEON, J.; MCNEIL, J. Calling behaviour of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 31, n. 4, p. 402-408, 1982.

VORSINO, A. E.; TANIGUCHI, G. Y.; WRIGHT, M. G. *Opogona sacchari* (Lepidoptera: Tineidae), a new pest of pineapple in Hawaii. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society** v.37, p. 97-98, 2005.

WALKER, W. F. Sperm utilization strategies in nonsocial insects. **The American Naturalist**, v. 115, n. 6, p. 780-799, 1978.

WENDELL, N. Female receptivity in butterflies and moths. **Journal of Experimental Biology**, v. 208, n. 18, p. 3433-3440, 2005.

ZÁVODSKÁ, R.; FEXOÁ, S.; VON WOWER, G.; HAN, G. B.; DOLEZEL, D.; SAUMAN, I. Is the sex communication of two pyralid moths, *Plodia interpunctella* and *Ephestia kuehniella*, under circadian clock regulation? **Journal of Biological Rhythms**, v. 27, n. 3, p. 206-216, 2012.

ZORZENON, F. J.; POTENZA, M. R. Diagnóstico de danos causados pela traça *Opogona sacchari* (Lepidoptera: Tineidae) em cultivo de shiitake (*Lentinula edodes*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, n. 4, p. 507-509, 2003.