

ÁLVARO HENRIQUE COSTA

**IDENTIFICAÇÃO E POTENCIAL DE CONTROLE MICROBIANO DE
ORTÓPTEROS PRAGAS DA BANANEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

C837i
2019
Costa, Álvaro Henrique, 1993-
Identificação e potencial de controle microbiano de
ortópteros pragas da bananeira / Álvaro Henrique Costa. –
Viçosa, MG, 2019.
viii, 30f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Madelaine Venzon.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Metarhizium acridum*. 2. Acrididae. 3. Romaleidae.
4. Tettigoniidae. 5. *Musa* sp.. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Entomologia. Programa de Pós-Graduação em
Entomologia. II. Título.

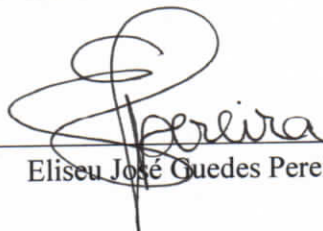
CDD 22. ed. 579.5677

ÁLVARO HENRIQUE COSTA

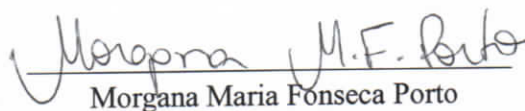
**IDENTIFICAÇÃO E POTENCIAL DE CONTROLE MICROBIANO DE
ORTÓPTEROS PRAGAS DA BANANEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

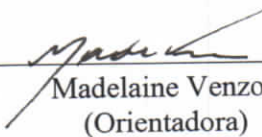
APROVADA: 24 de julho de 2019.



Eliseu José Guedes Pereira



Morgana Maria Fonseca Porto



Madelaine Venzon
(Orientadora)

*“O que me interessa são as relações entre as artes, a ciência e a filosofia.
Não há nenhum privilégio de uma dessas disciplinas em relação a outra.*

Cada uma delas é criadora”

Gilles Deleuze

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela minha família, pela proteção, saúde e amor. Por sempre iluminar meu caminho com pessoas maravilhosas.

Agradeço aos meus pais, Carla e João, e a minha querida irmã Grazielle, pelo amor e exemplo, sempre me dando amparo e motivando a continuar. Obrigado por serem tão maravilhosos!

À Universidade Federal de Viçosa, ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e EPAMIG pela oportunidade e estrutura concedida para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À minha orientadora Madelaine Venzon, por me receber de braços abertos, pela dedicação, compreensão e ensinamentos. Seu incentivo e confiança foram fundamentais para o meu desenvolvimento pessoal e intelectual. Você sempre será uma fonte de inspiração!

Ao meu coorientador Simon Luke Elliot, que me abriu as portas de seu laboratório e estava sempre presente. Obrigado pela disponibilidade, compreensão e conselhos. Sem o seu apoio eu não teria conseguido.

À minha coorientadora Camila Costa Moreira, pela dedicação, ensinamentos e paciência. Agradeço de coração pelo tempo dedicado ao meu treinamento. Foi fundamental para este trabalho.

Ao pesquisador Antônio Cláudio Ferreira da Costa, por me receber de braços abertos em Janaúba. Agradeço pela convivência, conversas, ensinamentos e ajuda diária no campo e laboratório. Sua participação neste projeto foi fundamental.

Aos professores Angelo Pallini, Terezinha Della Lucia, José Serrão, Paulo Fiuza, Og de Souza, Simon Elliot e Eraldo de Lima, por contribuírem na minha formação profissional.

Aos meus amigos do Laboratório de Entomologia da Epamig: Gabriel Pantoja, Gabriel Pio, Juliana Maria, Juliana Martinez, Thaianne, Marlene, Fernanda, Thaís, Elem, Jéssica Botti,

Jéssica Martins, Mayara. Obrigado por sempre melhorarem o ambiente de trabalho e contribuírem para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos membros do Laboratório de Interação Inseto-microrganismo, em especial: Verônica, Marcela, Aline, Fernanda, Keminy e Daniel, pelas contribuições.

A todos os funcionários da Epamig Sudeste e Norte: Canuto, Zé Buzina, Miguel, Ricardinho, Rita, Irene, Wânia, Maira, Cláudia, Sérgio, Manoel, Fabrício, Clemente, Nivio, Maria Geralda, Áurea, Cláudio, Orlando, Eugênio, Marina e Ariane.

Ao pesquisador Rogerio Biaggioni Lopes pelo conhecimento e por ser tão solícito ao contribuir nos trâmites para uso do isolado fúngico.

Ao professor Marcos Gonçalves Lhano e pesquisadora Juliana Chamorro Rengifo pela generosa contribuição na identificação dos insetos.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, pela contribuição nas análises estatísticas.

Ao consultor Jurden pelos ensinamentos, conversas e pela contribuição nas coletas por toda a região. Sua ajuda foi crucial para este trabalho.

Aos bananicultores Leonardo Madureira, Marcos Ribeiro, Luciano Fonseca e Rodrigo Diniz por me receberam tão bem e com total suporte a este trabalho.

Ao engenheiro agrônomo Patrick Mendes Aguiar, que nos abriu as portas da fazenda orgânica da Brasnica.

Aos colegas e servidores do Departamento de Entomologia pela disponibilidade e convivência.

Aos meus amigos Vinícius, Robson, Danilo, Daniel, João, Rodrigo, William e Elizeu, pela convivência ao longo desse período.

Aos amigos de Janaúba, Alberth, Daniel, Maicon, Eduardo, Sara, Gisele, Fernanda, Leo, Felipe e demais agregados da família tradicional brasileira.

Ao meu pai João, que viajou muitos quilômetros para me ajudar. Sem você tudo seria tão mais difícil.

A todos que colaboraram de alguma forma para o êxito deste trabalho.

SUMÁRIO

Lista de Figuras e Tabelas	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
Introdução geral	1
Referências	5
Capítulo 1 – Ocorrência e danos de ortópteros pragas da bananeira na região Norte de Minas Gerais	
Resumo.....	9
Introdução.....	10
Material e métodos.....	12
Resultados.....	14
Discussão.....	17
Referências.....	19
Capítulo 2 – Patogenicidade de <i>Metarhizium acridum</i> no controle de <i>Xyleus discoideus discoideus</i>	
Resumo.....	21
Introdução.....	22
Material e métodos.....	23
Resultados.....	24
Discussão.....	26
Referências.....	28
Conclusões Gerais	30

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Capítulo 1

Figura 1 – a) Armadilha luminosa modelo Luiz Queiroz e b) armadilha do tipo barraca.

Figura 2 – Chuva acumulada mensal na estação automática: Janaúba (MG) para o ano de 2019 até 3/7/2019 – Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Figura 3 – Injúrias reproduzidas em frutos jovens de banana em laboratório: de gafanhotos (A) e esperanças (B). Injúrias ocasionadas por ortópteros em campo (C).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância do consumo em função do sexo e período do dia para *Schistocerca flavofasciata* e *Xyleus discoideus discoideus*.

Tabela 2 – Potencial de desfolha e efeitos do período do dia e sexo sobre a alimentação de gafanhotos em folhas de bananeira.

Tabela 3 – Preferência alimentar de *Schistocerca flavofasciata* entre folha e fruto de banana.

Capítulo 2

Figura 1 – Sobrevivência percentual de adultos machos e fêmeas *Xyleus discoideus discoideus* após inoculação de 1×10^6 esporos/mL de *M. acridum* isolado CG423

Figura 2 – Sobrevivência percentual total de adultos de *Xyleus discoideus discoideus* após inoculação de 1×10^6 esporos/mL de *M. acridum* isolado CG423

Figura 3 – *Xyleus discoideus discoideus* infectado e morto com o fungo *M. acridum* crescendo na superfície externa.

RESUMO

COSTA, Álvaro Henrique, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2019. **Identificação e potencial de controle microbiano de ortópteros pragas de bananeira.** Orientadora: Madelaine Venzon. Coorientadores: Simon Luke Elliot e Camila Costa Moreira.

A bananeira (*Musa* spp.) (Musaceae) é uma cultura importante devido à sua relevância social e econômica no mercado interno brasileiro, gerando emprego e renda aos agricultores. A boa aparência do fruto para comercialização *in natura* é uma exigência do mercado consumidor e lesões podem reduzir o seu preço de venda em até 40%. Produtores de banana da região norte de Minas Gerais reportam que dentre os danos encontrados nos frutos de banana parte são ocasionados por insetos conhecidos como esperanças e gafanhotos. O objetivo deste trabalho foi identificar as espécies desses ortópteros-pragas, seu potencial de dano e a patogenicidade do fungo *Metarhizium acridum* isolado CG423 a essas pragas. A partir de amostragens da entomofauna local no Norte de Minas, foram identificados em altas densidades populacionais, com potencial para ocasionar danos significativos à cultura, a esperança *Hyperophora* sp. (Orthoptera: Tettigoniidae) e os gafanhotos *Xyleus discoideus discoideus* (Orthoptera: Romaleidae) e *Schistocerca flavofasciata* (Orthoptera: Acrididae). Estes insetos foram encontrados tanto dentro dos bananais quanto na vegetação marginal e alimentando-se tanto de folhas e frutos de bananeira. O consumo foliar médio de *S. flavofasciata* e *X. discoideus discoideus* foi de 27,20 e 29,62 cm²/dia, respectivamente. Para *S. flavofasciata* foi verificada a preferência de folha ao fruto, a área consumida no fruto foi de 2,04% em 24 horas. Devido à inexistência de suporte fitossanitário para o controle destes insetos na cultura da bananeira, foi testado como método de controle biológico o fungo entomopatogênico *M. acridum* (Driver & Milner) Bischoff, Rehner & Humber (Hypocreales: Clavicipitaceae) isolado CG423 contra o gafanhoto *X. discoideus discoideus*. Suspenso em óleo de soja, o fungo foi aplicado topicamente com resposta de patogenicidade significativa, atingindo 100% de mortalidade 16 dias após a aplicação. A patogenicidade do isolado GC423 de *M. acridum* sobre *X. discoideus discoideus* demonstra seu potencial para uso em programas de manejo integrado de pragas da bananeira.

ABSTRACT

COSTA, Álvaro Henrique, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2019. **Identification and potential for microbial control of orthopteran pests of banana.** Adviser: Madelaine Venzon. Co-advisers: Simon Luke Elliot and Camila Costa Moreira.

Banana tree (*Musa* spp.) (Musaceae) is an important crop due to its social and economic relevance in Brazilian internal market, providing employment and income for farmers. Good appearance of fruits is a requirement of the consumer market for *in natura* and any injury can reduce sales price up to 40%. Banana growers in the northern region in the state of Minas Gerais report that among the damages found in banana fruits, part were caused by insects known as katydids and grasshoppers. The objective of this work was to identify the potential orthopteran species as pests, its damage potential and also pathogenicity of *Metarhizium acridum* isolated CG423. From samples of the local entomofauna, we identified at high population densities, with potential to cause significant damage to the crop, the katydid *Hyperophora* sp. (Orthoptera: Tettigoniidae) and the grasshoppers *Xyleus discoideus discoideus* (Serville, 1831) (Orthoptera: Romaleidae), *X. specie2* and *Schistocerca flavofasciata* (De Geer, 1773) (Orthoptera: Acrididae). These insects were found inside banana crop and also in marginal vegetation and feed on both leaves and banana fruits. The mean leaf consumption of *S. flavofasciata* and *X. discoideus discoideus* was 27.20 and 29.62 cm²/day, respectively. *S. flavofasciata* preferred leaves than fruits, however fruit consumed area reached 2.04% in 24 hours. Due to the lack of crop protection measures for banana crops, we tested the entomopathogenic fungus *Metarhizium acridum* CG423 (Driver & Milner) Bischoff, Rehner & Humber (Hypocreales: Clavicipitaceae) against *X. discoideus discoideus*. Suspended in soybean oil, the fungus was applied topically and show a significant pathogenicity response, reaching 100% mortality 16 days after application. The pathogenicity of *M. acridum* demonstrates its potential for use in integrated pest management programs.

INTRODUÇÃO GERAL

Os gafanhotos representam um grande grupo de insetos herbívoros da Terra, são pragas polífagas e de importância mundial (Gangewere *et al.*, 1997). Diversas espécies causam danos à agricultura na África, Austrália, América do Norte, América do Sul, e em regiões da Ásia e Oriente Médio (Baker *et al.*, 1994; Geddes, 1990; Jenkins, 1994; Lomer & Prior, 1992; Milner, 1997; Steedman, 1990). As mais graves infestações registradas na África e Ásia foram do gafanhoto do deserto *Schistocerca gregaria* Forskal (Orthoptera: Acrididae). No final da década de 1980, mais de 20 nações africanas já eram afetadas e os investimentos no controle de pragas e redução dos danos superavam US\$250 milhões (Showler & Potter, 1991; Showler, 1995).

Na América do Sul, especificamente no Brasil, *Rhammatocerus schistocercoides* Rehn (Orthoptera: Acrididae) e *Schistocerca pallens* Thunberg (Orthoptera: Acrididae) (Faria *et al.*, 1999) foram reportados causando danos severos, principalmente em cana-de-açúcar, arroz e pastagens durante surtos populacionais. Em pesquisas mais recentes foram reportadas 64 espécies de gafanhotos na Chapada dos Parecis, estado do Mato Grosso, dentre as quais 16 foram encontradas em lavouras e as demais nos habitats de Cerrado (Guerra *et al.*, 2012).

Os surtos de gafanhotos podem ocorrer devido a diversos fatores, segundo Magalhães e Lecoq (2007), tais como: a) fatores climáticos; b) mudanças no manejo do solo e distúrbios ecológicos; c) desmatamento e introdução de novas culturas; d) abandono de culturas tradicionais; e e) abandono do monitoramento e vigilância após o fim dos surtos populacionais. De acordo com os autores, o problema é recorrente e pode se agravar no futuro em consequência de modificações antropomórficas.

Outros ortópteros também podem causar danos à agricultura. Conhecidos popularmente como esperanças, da subordem Ensifera e família Tettigoniidae, possuem mais de 6 mil espécies descritas por todo o mundo distribuídas principalmente nas regiões tropicais e algumas delas podem ser problema (Naskrecki & Otte, 1999). Um grupo conhecido como sexava é constituído por três espécies de esperanças de importância econômica para a cultura da palma oleaginosa em Papua Nova Guiné, em que a desfolha pode reduzir em até 44% a produtividade de óleo desta safra de alto valor para este país (Caudwell, 2000). Há registro de surtos da esperança *Idiarthron subquadratum* (Saussure & Pictet, 1898) (Orthoptera: Tettigoniidae) causando prejuízo cafezais em El Salvador, Guatemala e México, em que os

insetos podem se alimentar de brotos, folhas e frutos (Isic, 1989; Immeccafe, 1990; Anacafe, 1998;).

As esperanças já foram reportadas como causadoras de prejuízo econômico em culturas no Brasil, *Meroncidius intermedius* (Brunner Von Wattenwyl, 1985) (Orthoptera: Tettigoniidae) foi registrada como praga em bananeiras no estado do Espírito Santo (Zanuncio-Junior *et al.*, 2017). Uma nova espécie descrita em Minas Gerais, *Spinapecta alieniphaga* (Naskrecki & Lopes-Andrade, 2005) (Orthoptera: Tettigoniidae), foi relatada como possível praga em eucalipto (Naskrecki & Lopes-Andrade, 2005).

Em todo o Brasil, especialmente no Norte e Nordeste, tem sido reportado na mídia ataques severos de gafanhotos, dizimando lavouras e muitas vezes atacando áreas urbanas. Entretanto, outros ortópteros como grilos e esperanças também pode causar prejuízos, os quais são reportados erroneamente como gafanhotos. Por atacarem em bando e pelo dano causado, o controle químico é usado indiscriminadamente.

No Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit), em que constam produtos agroquímicos e afins registrados pelo Ministério da Agricultura, apenas dois inseticidas químicos inibidores da síntese de quitina estão registrados para gafanhotos do gênero *Rhammatocerus* spp em qualquer cultura (Brasil, 2019). O gafanhoto *Dichroplus maculipennis* (Blanchard, 1851) (Orthoptera: Acrididae) também é listado no sistema Agrofit como praga de pastagens e alfafa, mas sem recomendação de controle.

Apesar das críticas feitas pela falta de estudos de impactos ambientais e segurança do uso dos inseticidas no controle do gafanhoto *R. schistocercoides* no Mato Grosso (Lecoq & Pierozzir, 1994) e dos graves problemas ambientais e para a saúde humana, o controle químico é o método mais utilizado para o controle de surtos populacionais de gafanhotos (Pimentel *et al.*, 1998; Lecoq, 2010). Impactos ambientais causados pelo uso de inseticidas químicos no controle de gafanhotos afetando organismos não alvo já foram reportados nos países africanos Nigéria e Mauritania (Balança & Visscher, 1997a, 1997b; Mamadou & Sarr, 2009).

Além disso, pode haver perda de acesso ao mercado consumidor que está cada vez mais exigente em relação à segurança dos alimentos. O que para muitos era apenas mais uma barreira na comercialização de alimentos hoje se tornou uma necessidade de muitas nações que adotam padrões de segurança, principalmente para os exportadores de alimento como o Brasil, e assim garantem a qualidade de um produto livre de resíduo (Rougemont, 2007). Das

amostras de 25 alimentos de origem vegetal, 38,3% apresentaram resíduos de agrotóxico acima dos limites estabelecidos pela Anvisa (PARA, 2016).

Uma alternativa ao uso exclusivo do controle químico para o manejo dos ortópteros é o controle biológico com a utilização de fungos entomopatogênicos (Hunter, 2005). Em diferentes países da África, bem como na Austrália, são utilizados com sucesso e comercializados produtos microbiológicos a base do fungo *M. acridum* (Lomer *et al.*, 2001; Hunter, 2005). No Brasil, a cepa CG423 de *M. acridum* foi eficiente no controle de *R. schistocercoides* no estado do Mato Grosso em testes de campo (Faria *et al.*, 2002). No entanto, ainda não existem produtos comerciais registrados no MAPA para o controle microbiano de gafanhotos no país.

Para que o controle microbiano seja eficiente, é necessário que as espécies-alvo sejam suscetíveis ao patógeno e, principalmente, que essa suscetibilidade seja considerada no contexto do local de ocorrência, de forma que fatores como a cultura, o comportamento da espécie alvo, a temperatura ambiente e a tecnologia de aplicação do produto, como o veículo e ângulo de aplicação contribuam positivamente para a utilização dessa estratégia (Fargues *et al.*, 1996; Scanlan *et al.*, 2001; Milner *et al.*, 2003). Como o agente controlador é um organismo vivo, o conhecimento de sua ecologia é fundamental para determinar a sua forma de aplicação, formulação e conseqüentemente o sucesso do controle (Bateman *et al.*, 1993; Hunter, 2005).

O isolado CG423 de *M. acridum*, originalmente isolado de *Schistocerca pallens* (Thunberg, 1815) (Orthoptera: Acrididae) no Brasil, foi eficiente em testes de campo para o controle de *R. schistocercoides*, ocasionando mortalidade superior a 80% em bando de ninfas da dessa espécie de gafanhoto-praga no estado do Mato Grosso (Faria *et al.* 2002; Magalhães *et al.* 2000). Outras três espécies de gafanhotos, *Tropidacris coliaris* (Stoll) (Orthoptera: Romaleidae), *Cornops frenatum frenatum* (Marschall) (Orthoptera: Acrididae) e *Parascopas obesus* (Giglio-Tos) (Orthoptera: Acrididae) que apresentaram surtos no Tocantins, Bahia e no Pantanal também foram suscetíveis a esse isolado em condições de laboratório, com mortalidade superior a 90% (Schmidt *et al.* 2018).

No Norte de Minas Gerais existem relatos de produtores rurais e consultores sobre os ataques de ortópteros em bananais. Apesar da importância econômica desta cultura para a região, não há informações a respeito das espécies responsáveis, dos níveis de dano ou mesmo de métodos de controle cientificamente comprovados. Neste trabalho, objetivou-se identificar

as espécies de ortópteros-praga potenciais causadoras de prejuízos econômicos em bananeiras, a sua injúria e potencialidade de dano, bem como a patogenicidade do isolado CG423 de *M. acridum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANACAFE – Asociación Nacional del Café. **Manual de caficultura**, 3rd ed., ANACAFE, Guatemala, C.A., 1998.

BAKER, G.L.; MILNER, R.J.; LUTTON, G.G.; WATSON, D.; Preliminary field trial on control of *Phaulacridium vittatum* (Orthoptera: Acrididae) populations with *Metarhizium flavoviridae* Gams & Rozsypal (Deuteromycotina: Hyphomycetes). **Aust. Ent. Soc.**, vol.33, p.190-192, 1994.

BALANÇA, G.; VISSCHER, M.N. Impacts on nontarget insects of a new insecticide compound used against the desert locust [*Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775)]. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, vol.32, p.58-62, 1997a.

BALANÇA, G.; VISSCHER, M.N. Effects of very low doses of fipronil on grasshoppers and non-target insects following field trials for grasshopper control. **Crop. Protection**, vol.16, p.553-564, 1997b.

BATEMAN, R.P.; CAREY, M.; MOORE, D.; PRIOR, C. The enhanced infectivity of *Metarhizium flavoviride* in oil formulations to desert locusts at low humidities. **Annals of Applied Biology**, vol.122, p.145-152, 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília, 2017. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 2 de julho de 2019.

CAUDWELL, R.W. The successful development and implementation of an integrated pest management system for oil palm in Papua New Guinea, **Integrated Pest Management Reviews**, vol.5, p.297-301, 2000.

FARGUES, J.; GOETTEL, M.S.; SMITS, N.; OUEDRAOGO, A.; VIDAL, C.; LACEY, L.A.; LOMER, C.J.; FARGUES, R.M. Variability in susceptibility to simulated sunlight of conidia among isolates of entomopathogenic Hyphomycetes. **Mycopathologia**, vol.135, p.171-181, 1996.

FARIA, M.R.; ALMEIDA, D.O.; MAGALHÃES, B.P. Food consumption of *Rhammatocerus schistocercoides* Rehn (Orthoptera: Acrididae) infected by the fungus *Metarhizium flavoviride* Gams & Rozsypal. **J. An. Soc. Entomol. Bras.**, vol.28, p.91-99, 1999.

FARIA, M.R.; MAGALHÃES, B.P., ALVES, R.T.; SCHIMIDT, F.G.V.; SILVA, J.B.T.; FRAZÃO, H.S. Effects of two dosages of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* on *Rhammatocerus schistocercoides* Rehn (Orthoptera: Acrididae) in field conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.37, p.1531-1539, 2002.

GANGEWERE, S. K., MURALIRANGAN M. C. & MURALIRANAN M. **The Binomics of Grasshoppers, Katydid and Their Kin**. CAB International, Wallingford, 529 p., 1997.

GEDDES, A.M.W. The relative importance of crop pests in sub-Saharan Africa. **Natural Resources Institute Bulletin**, n.36, 69pp, 1990.

GUERRA, W.D.; MANFIO, M.A. O gafanhoto *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn, 1906) em Mato Grosso, s/ n. **In Encontro Internacional sobre Biologia, Comportamento e Controle do Gafanhoto**, Cuiaba, Mato Grosso, Brasil, Anais, 110p, 1996.

GUERRA, W.D.; OLIVEIRA, P.C.; PUJOL-LUZ, J.R. Gafanhotos (Orthoptera, Acridoidea) em áreas de cerrados e lavouras na Chapada dos Parecis, Estado de Mato Grosso, Brasil, **Revista Brasileira de Entomologia**, vol56(2), p.228-239, 2012.

HUNTER, D.M. Mycopenesticides as part of integrated pest management of locusts and grasshoppers. **Journal of Orthoptera Research**, vol.14(2), p.197-201, 2005.

INMECAFE – Instituto Mexicano del Café. **El cultivo del cafeto en Mexico**, 1st ed., Lafuente, S.A., Mexico, 1990.

ISIC – Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, Combata el chacautete, Division de Investigación. Departamento de Entomologia. **Serie “Orientaciones al Caficultor”**, Folleto n.3, ISIC, El Salvador, C.A, 1989.

JENKINS, N.E. Fungus wraps up locusts and grasswhoppers. **J. Rural Res.**, 164, 4-7, 1994

LECOQ, M. Integrated pest management for locusts and grasshoppers: are alternatives to chemical pesticides credible?. **Journal of Orthoptera Research**, vol.19(1), p.131-132, 2012.

LECOQ, M.; PIEROZZI Jr., I. *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn, 1906), criquet ravageur de l'état du Mato Grosso (Bresil). Essai de synthèse bibliographique. **CCE: Bruxelles/CIRAD-GGERDAT-PRIFAS**. Montpellier/EMBRAPA-NMA: Campinas, pp.89, 1994.

LOMER, C.J.; PRIOR, C. Biological control of locusts and grasshoppers. **Oxford University Press**, 394pp, 1992.

LOMER, C.J.; BATEMAN, R.P.; JOHNSON, D.L.; LANGEWALD, J.; THOMAS, M. Biological control of locusts and grasshoppers, **Annu. Rev. Entomol.**, 46, p.667-702, 2001.

MAGALHÃES, B.P.; LECOQ, M.; FARIA, M.R.; SCHIMIDT, F.G.V.; GUERRA, W.D. Field trial with the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* against bands of the grasshopper *Rhammatocerus schistocercoides* in Brazil. **Biocontrol Science and Technology**, vol.10, p.427-441, 2000.

MAGALHÃES, B.P. & LECOQ, M. Bioinseticida e gafanhotos-praga – relatório final do projeto: Desenvolvimento de bioinseticida para controle de gafanhotos-praga no Brasil. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, CIRAD, pp.123, 2007.

MAMADOU, A.; SARR, M. Impact of two insecticides used in the control of the desert locust on *Psammotermes hybostoma* Desneux (Isoptera: Rhinotermitidae) in Niger. **African Entomology**, vol.17, p.147-153, 2009.

MILNER, R.J. *Metarhizium flavoviridae* as a promising mycoinsecticide for Australian acridids. **Mem. Entomol. Soc.**, vol.171, p.287-300, 1997.

MILNER, R.; BARRIENTOS-LOZANO, L.; DRIVER, F.; HUNTER, D.M. A comparative study of two Mexican isolates with an Australian isolate of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* – strain characterisation, temperature profile and virulence of the wingless grasshopper, *Phaulacridium vittatum*. **Biocontrol**, vol.48, p.335-348, 2003.

NASKRECKI, P.; OTTE, P. Na illustrated catalogue of Orthoptera, I. Tettigoniidae. (Digital Media), **Orthopterists Society at the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, 1999.

NASKRECKI, P.; LOPES-ANDRADE, C. A new genus and species of katydids of the tribe Polyancistrini (Orthoptera: Tettigoniidae: Pseudophyllinae) from Brazil, an apparent pest of *Eucalyptus* plantations. **Zootaxa**, vol.952, p.1-8, 2005.

PARA – Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. Relatório de atividades de 2013 a 2015, Gerência-Geral de Toxicologia, ANVISA, pp.246, 2016.

PIMENTEL, D.; TORT, M.; D'ANNA, L.; KRAWIC, A.; BERGER, J.; ROSSMAN, J.; MUGO, F.; DOON, N.; SHRIBERG, M.; HOWARD, E.S.; LEE, S.; TALBOT, J. Ecology of

increasing disease: population growth and environmental degradation. **BioScience**, vol.48, p.817-826, 1998.

ROUGEMONT, A.J. Alimentos seguros -necessidade ou barreira comercial?. **Perspectivas online**, Campos dos Goytacazes, vol.1, n.2, p.62-70, 2007.

SCANLAN, J.C.; GRANT, W.E.; HUNTER, D.M.; MILNER, R.J. Habitat and environmental factors influencing the control of migratory locusts (*Locusta migratoria*) with an entomopathogenic fungus (*Metarhizium anisopliae*). **Ecological Modelling**, vol.136, p.223-363, 2001.

SCHMIDT, F.G.V; CONCEIÇÃO, P.J.; BENITO, N.P.; LOPES, R.B. Susceptibility of three orthopteran species to infection by *Metarhizium acridum* (Hypocreales: Clavicipitaceae). **Journal of Tropical Insect Science**, 2018.

SHOWLER, A.T.; POTTER, C.S. Synopsis of the 1986-1989 desert locust (Orthoptera: Acrididae) plague and the concept of strategic control. **American Entomologist**, vol.37, p.106-110, 1991.

SHOWLER, A.T. Locust (Orthoptera: Acrididae) outbreak in Africa and Asia, 1992-1994: an overview. **American Entomologist**.

STEEDMAN, A. The Locust Handbook, 3rd ed. **Natural Resources Institute**, Chatham, UK, 204pp, 1990.

ZANUNCIO-JUNIOR, J. S.; FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. S.; RENGIFO, J. C.; QUEIRÓZ, R. B.; LAZZARINI, A. L.; FERREIRA, P. S. F. *Meroncidius intermedius* (Orthoptera: Tettigoniidae): A threat to brazilian banana. **Florida Entomological Society**, vol.100, n.3, p.669-671, 2017

CAPÍTULO 1

Ocorrência e danos de ortópteros pragas da bananeira na região Norte de Minas Gerais

RESUMO – No Brasil são reportados surtos populacionais de diversas espécies de ortópteros que causam prejuízos econômicos na agricultura. A cultura da banana corresponde a quase 25% do valor da produção brasileira de frutas e os bananicultores têm reclamado de desfolha e, principalmente, injúrias na casca que depreciam os frutos. O objetivo deste trabalho foi identificar as espécies causadoras de danos, a sua taxa e preferência alimentar. Foram realizadas coletas diurnas e noturnas de ortópteros em propriedades comerciais cultivadas com banana nos municípios de Janaúba, Nova Porteirinha, Francisco Sá, Verdelândia e Jaíba, pertencentes à Mesorregião do Norte de Minas, tanto dentro dos bananais quanto na vegetação marginal, para identificar as espécies com maiores densidades populacionais e ocorrência. Foram identificados a esperança *Hyperophora* sp. (Orthoptera: Tettigoniidae), e os gafanhotos *Xyleus discoideus discoideus* (Orthoptera: Romaleidae) e *Schistocerca flavofasciata* (Orthoptera: Acrididae), em altas densidades populacionais e ocasionando danos à cultura da banana. As injúrias encontradas no campo foram reproduzidas por todos os insetos em laboratório. As fêmeas de *S. flavofasciata* e *X. discoideus discoideus* consumiram mais folhas de bananeiras que os machos e, independente do sexo, para ambas espécies o consumo foi maior durante o período diurno. Fêmeas de *S. flavofasciata* consumiram 20,54 e 13,79 cm² de folha de bananeira, no período diurno e noturno, respectivamente. Os machos desta espécie consumiram 11,60 e 8,48 cm² de folha de bananeira, período diurno e noturno, respectivamente. As fêmeas de *X. discoideus discoideus* consumiram 21,68 e 14,03 cm² de folha de bananeira, no período diurno e noturno, respectivamente. Já os machos, consumiram 13,65 e 9,88 cm², período diurno e noturno, respectivamente. Alimentaram mais que machos. Para *S. flavofasciata* foi verificada a preferência de folha ao fruto. A área média consumida no fruto foi de 2,04% e em folha 55,77% em 24 horas. Estes insetos tem grande potencial de causar danos econômicos à bananicultura da região.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os surtos de gafanhotos têm causado prejuízos econômicos à agropecuária em diversas regiões, especialmente nos estados do Mato Grosso, Rondônia, Rio Grande do Sul e Minas Gerais e na região Nordeste (Cosenza 1994; Magalhães e Lecoq 2007). A infestação de *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn) (Acrididae) no estado do Mato Grosso em meados da década de 1980, fez com que o governo brasileiro criasse um plano nacional de combate ao ataque de gafanhotos, com investimento superior a US\$5 milhões em inseticidas químicos (Guerra & Manfio, 1996).

Em Minas Gerais, os gafanhotos são reportados desde 1971, quando causaram danos a pastagens do norte do estado, sendo necessário a aplicação de inseticidas químicos (Cosenza, 1977). As espécies envolvidas foram *Dichroplus bergii brasiliensis* (Bruner, 1906), (Acrididae), *Staurorhectus longicornis* (Giglio-Tos, 1876) (Acrididae), *Parascopas obesus* (Giglio-Tos, 1894) (Acrididae) e *Xyleus discoideus* (Serville, 1831) (Romaleidae). Na região de Curvelo, o ataque de *Tropidacris collaris* (Stoll, 1813) (Orthoptera: Romaleidae) também provocou danos significativos nas culturas de milho, cana-de-açúcar, mangueira, citros e bananeira (Magalhães e Lecoq 2007).

Zanetti *et al.* (2003) registrou a ocorrência do gafanhoto-do-coqueiro, *Eutropidacris cristata* (Linnaeus, 1758) (Orthoptera: Acrididae), se alimentando em plantas de *Eucalyptus urophylla* no município de Curvelo – MG. Os gafanhotos-praga se alimentavam em plantas de eucalipto com dois anos de idade, causando desfolha total em 1% das plantas presentes nos 120 ha de plantio, e nas plantas nativas adjacentes, onde a população deste inseto era maior. De acordo com a Emater (MG), os ataques nas pastagens afetadas geraram prejuízo de 53% na redução da produção de leite em algumas comunidades (informação noticiada)¹.

No cultivo da banana no semiárido mineiro, principalmente em regiões responsáveis pela produção de frutas tropicais para os mercados interno e externo (perímetro irrigados do Gorutuba e Jaíba), os prejuízos causados por ortópteras adquirem especial relevância quando ocorrem nas frutas destinadas ao consumo *in natura*, devido ao reduzido nível de lesões tolerado. A casca da banana lesionada reduz a sua classificação comercial, ou mesmo excluindo-a da comercialização na categoria *in natura* (informação verbal)².

¹ Notícia fornecida pelo pesquisador Vagner Alves de Melo, da EMATER – MG, em matéria ao G1, em fevereiro de 2017.

² Notícia fornecida pelo pesquisador Antônio Cláudio Ferreira da Costa, da EPAMIG Norte de Nova Porteirinha (MG), em novembro de 2018.

A cultura da banana é de extrema importância para o mercado nacional, visto que 98% de uma produção de 6,76 milhões de toneladas/ano (IBGE, 2018) se destina ao consumo interno. O estado de Minas Gerais está entre os cinco maiores produtores da fruta, com destaque para a região norte, que produz quase a metade de todo o volume do estado, com grande qualidade e competitividade de mercado.

Para o consumo *in natura*, com exposição para venda em gôndolas, as bananas precisam ter aparência externa atrativa ao consumidor. Esta exigência de mercado reflete também aos produtores, já que frutos contendo imperfeições, lesões e manchas na casca são classificados como de qualidade inferior, reduzindo o preço de venda em até 40% (informação verbal)³.

A gravidade de defeitos variáveis, classificados como leves ou graves, é de acordo com a intensidade de ocorrência, medida pela porcentagem da área ocupada no fruto. Para danos mecânicos a injúria de abelha-cahorro *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae), mancha de fuligem e látex, são considerados leves de 1 a 3%, e graves quando maiores que 3%. Para defeitos ocasionados por ácaros e tripses da ferrugem, são leves de 5 a 10%, e graves acima de 10% (PBMH & PIF, 2006).

Apesar de causarem prejuízos na cultura da bananeira, os ortópteros pragas ainda são pouco ou nada exploradas na literatura. Não existem informações atualizadas e detalhadas sobre as espécies encontradas, seus comportamentos, danos à cultura, dentre outras informações relevantes. Neste trabalho foi feita a identificação das espécies de esperanças e gafanhotos pragas de bananeira em localidades ao norte de Minas Gerais, bem como a caracterização das injúrias provocadas nos frutos. Foi determinada também a preferência entre folha e fruto e estimado o potencial de desfolha para gafanhotos.

³ Notícia fornecida pelo engenheiro agrônomo e agricultor Rodrigo Silva Diniz, em abril de 2019.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e identificação dos ortópteros

As coletas dos gafanhotos e esperanças foram realizadas em propriedades comerciais localizadas na Mesorregião do Norte de Minas Gerais e pertencentes aos municípios de Nova Porteirinha 15°48'21.10"S 43°17'32.00"W, Capitão Enéas 16°19'08.55"S 43°41'06.60"W, Francisco Sá 16°30'09.18S 43°33'35.41"W, Verdelândia 15°40'57.43"S 43°33'57.43"W e Jaíba 15°26'30.30"S 43°38'18"W. As coletas amostrais dos ortópteros da entomofauna local foram realizadas tanto dentro dos bananais quanto na vegetação marginal e fragmentos de mata nativa até 8 m do bananal entre fevereiro e maio de 2019.

Foram realizadas coletas diurnas através da captura manual, com redes de varredura e entomológica, além de coletas noturnas com auxílio de armadilhas luminosas modelo Luiz de Queiroz com luz negra. Também foram selecionadas 8 bananeiras com cachos de aproximadamente 30 dias em que as bananas foram envolvidas individualmente com sacos plásticos transparentes impregnados com cola entomológica para coleta dos insetos visitantes por um período de 30 dias. A densidade populacional dos ortópteros foi estimada em amostragens na vegetação marginal do bananal com auxílio da armadilha do tipo barraca, com área de 5,6 m² (Figura 1b).



Figura 1. a) Armadilha luminosa modelo Luiz de Queiroz e b) armadilha do tipo barraca.

Os insetos coletados foram mantidos em quarentena em gaiolas cilíndricas de altura e raio 50 e 30 cm, respectivamente, dentro de casa de vegetação das instalações da EPAMIG Zona da Mata – Viçosa-MG, sob condições de temperatura e umidade relativa do ar ambiente para serem identificados e utilizados nos bioensaios subsequentes. Para identificação taxonômica dos gafanhotos, foram selecionados espécimes dos organismos mais abundantes e enviados para o Prof. Marcos Gonçalves Lhano, do Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Insetos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Já para esperanças, a identificação foi feita através de fotografias retiradas com auxílio de um estereomicroscópio e enviadas para a especialista, Dra. Juliana Chamorro Rengifo, na Colômbia.

Caracterização da injúria de gafanhotos e esperanças

Dentre as espécies de ortópteros coletadas, foi necessária a determinação daquelas de importância econômica como praga agrícola. Para isto, foram realizadas observações a campo das densidades populacionais, registro fotográfico dos insetos em cachos e folhas, bem como a reprodução em laboratório das injúrias de gafanhotos e esperanças. Foram feitas fotografias para diferenciar as lesões ocasionadas nos frutos por gafanhotos e esperanças.

Determinação do potencial de desfolha, preferência entre folha e fruto e efeito do período do dia sobre a alimentação de gafanhotos-praga

Dentre as espécies de gafanhotos coletadas em campo, para as duas mais abundantes foram determinadas as diferenças no consumo foliar entre machos e fêmeas e o efeito do período do dia sem o controle de temperatura. Também foi medida a preferência alimentar entre folha e fruto para uma delas. A variável resposta utilizada foi área consumida.

Os gafanhotos foram mantidos em quarentena para retirada de insetos infectados ou parasitados. A parcela experimental foi constituída por uma Gerbox 11x11x3,5cm contendo um gafanhoto individualizado. O delineamento foi em blocos casualizados em fatorial 2x2, sendo um dos fatores o período, dia e noite, e o outro o sexo, macho e fêmea. Para os blocos foram considerados todas as observações obtidas no período de um dia completo (24 horas). Para todos os experimentos foram utilizados frutos e folhas jovens da cultivar prata-anã (*Musa* spp. AAB).

No experimento de preferência alimentar, foram oferecidos o fruto de banana verde, de aproximadamente 50 dias de idade, com área média exposta para o inseto se alimentar de 24 cm², e 50 cm² de folha de bananeira, que eram trocados a cada 24 horas. A escolha desse estágio de tamanho e maturação do fruto foi devido a relatos de maior incidência de ataques

nessa fase. Foram avaliados sete fêmeas e sete machos de *Schistocerca flavofasciata* por um período de sete dias. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Epamig Norte – Nova Porteirinha, MG. A temperatura dos dias avaliados variou de 21,1 a 33,5°C e a umidade relativa do ar de 42 a 84%.

Para o potencial de desfolha, foram utilizados 25 cm² de folha de bananeira, que eram trocados a cada 12 horas. Foi avaliado um total de 60 insetos, 30 de cada espécie, sendo 15 machos e 15 fêmeas, e por um período de três dias. Este experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Epamig Sudeste – Viçosa – MG. A temperatura dos dias avaliados variou de 18,2 – 28,5°C com média 21,2°C e a umidade relativa do ar de 44 a 75%. O dia entrou como fator de variação nas análises, e redução no número de dias avaliados foi compensado pelo número de insetos, aumentando o número de observações totais. As áreas das folhas e frutos dos experimentos foram mensuradas a partir do *Software Easy Leaf Area Free* e os dados submetidos a ANOVA.

3. RESULTADOS

Foram coletados 1.231 insetos ortópteros, sendo 453 esperanças e 668 gafanhotos. Com a amostragem de ortópteros utilizando a armadilha do tipo barraca (Figura 1b) durante a estação chuvosa (Figura 2), foi encontrada uma média 1,2 inseto/m². Dentre os ortópteros da entomofauna regional que se alimentam de folhas e frutos de bananeira, foram encontrados em altas densidades populacionais: a esperança *Hyperophora* sp. (Orthoptera: Tettigoniidae) e os gafanhotos *Xyleus discoideus discoideus* (Orthoptera: Romaleidae), *Xyleus discoideus angulatus* (Orthoptera: Romaleidae), e *Schistocerca flavofasciata* (Orthoptera: Acrididae).

O ataque destas esperanças e gafanhotos aos frutos é de maneira geral superficial, atingindo a casca da banana, que já é suficiente para a sua depreciação. Em alguns casos o ataque pode chegar até a poupa do fruto (Figura 3). Os insetos foram capazes de se alimentar tanto em frutos jovens e ainda verdes quanto em frutos maduros, folhas adultas e também em juvenis mais tenras.

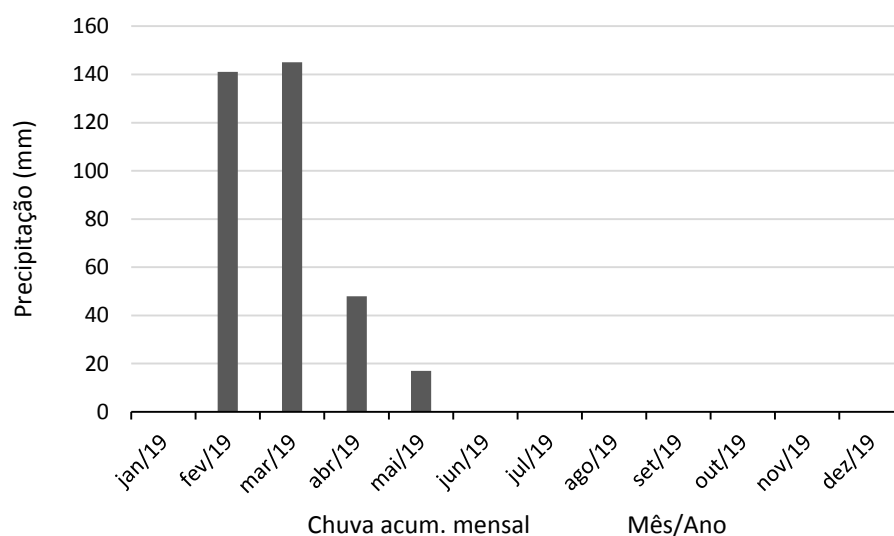


Figura 2. Chuva acumulada mensal na estação automática: Janaúba (MG) para o ano de 2019 até 3/7/2019 – Instituto Nacional de Meteorologia – (INMET, 2019) adaptado.



Figura 3. Injúrias reproduzidas em frutos jovens de banana em laboratório: de gafanhotos (A) e esperanças (B). Injúrias ocasionadas por ortópteros em campo (C).

Não houve diferença significativa entre a alimentação das duas espécies. As fêmeas de *X. discoideus discoideus* e *S. flavofasciata* se alimentaram mais das folhas de bananeira que os insetos machos, e independente do sexo, ambas espécies se alimentaram mais durante o período claro do dia (Figura 4). Quanto à preferência, o gafanhoto *S. flavofasciata* se alimentou comparativamente mais de folhas de bananeira que do fruto. A fêmea causou desfolha superior ao macho, com área equivalente a 33,53 cm² (67%) e o macho 22,24 cm³

(44%). A alimentação no fruto foi superior para o macho 0,68 cm² (2,83%) em comparação à fêmea, 0,30 cm³ (1,25%).

Tabela 1. Resumo da análise de variância do consumo em função do sexo e período do dia para *Schistocerca flavofasciata* e *Xyleus discoideus discoideus*.

F.V	G.L	<i>S. flavofasciata</i>	<i>X. discoideus discoideus</i>
		QM	QM
Bloco	2	5,31	8,15
Sexo (Sex)	1	2282,67**	1668,41**
Período (Per)	1	1095,29**	1467,69**
Sex x Per	1	148,33**	169,14**
Resíduo	174	3,31	3,08
C.V (%)		13,38	11,85

** F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Potencial de desfolha e efeito do período do dia e sexo sobre a alimentação de gafanhotos em folhas de bananeira.

Consumo alimentar de <i>Schistocerca flavofasciata</i> (cm ²)		
Sexo	Período diurno	Período noturno
Masculino	11,60±2,05 Ba	8,48±1,53 Bb
Feminino	20,54±1,82 Aa	13,79±1,85 Ab
Consumo alimentar de <i>Xyleus discoideus discoideus</i> (cm ²)		
Masculino	13,65±1,51 Ba	9,88±1,10 Bb
Feminino	21,68±1,74 Aa	14,03±2,45 Ab

As médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, para cada espécie, diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Preferência alimentar de *Schistocerca flavofasciata* entre folha e fruto de banana.

Médio do consumo alimentar para 24 horas		
Sexo	Fruto (24 cm ²)	Folha (50 cm ²)
Macho	0,68±0,03 A	22,24±3,45 A
Fêmea	0,30±0,02 B	33,53±4,48 B

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem ao nível 5% de probabilidade pelo teste F.

4. DISCUSSÃO

Dentre os ortópteros encontrados nos bananais e na vegetação marginal, a esperança *Hyperophora* sp. e os gafanhotos *X. discoideus discoideus* e *S. flavofasciata* foram os que apresentaram alta densidade populacional e, conseqüentemente, maior potencial de causar danos à cultura da banana no período avaliado. Os ortópteros compõem um grupo de insetos bastante diverso, mas apenas cerca de 5% das espécies de gafanhotos são consideradas como pragas e capazes de causar danos econômicos expressivos (Gangewere *et al.*, 1997).

Dos insetos identificados, tanto os gafanhotos quanto a esperança se alimentam de frutos e folhas de bananeiras, sendo pragas importantes para a bananicultura na região norte de Minas Gerais, principalmente, devido à baixa tolerância de lesões nos frutos comercializados. No Brasil, foi reportado recentemente o ataque da esperança *Meronicidius intermedius* (Orthoptera: Tettigoniidae) em bananeiras no estado do Espírito santo (Zanuncio-Junior *et al.*, 2017.).

A taxa de consumo de gafanhotos em função do sexo e tamanho foi feita por Holmberg (1986) para ninfas e adultos de seis espécies dos gêneros *Camnula*, *Dissosteira* e *Melanoplus*. No presente trabalho, tanto as fêmeas de *S. flavofasciata* quanto de *X. discoideus discoideus* são maiores que os machos. Isto explica o maior consumo foliar das fêmeas destes insetos.

O maior consumo de folha de bananeira foi durante a período do dia. Isso pode ser devido à maior temperatura do ar, já que a Gerbox é pequena e o inseto não encontra dificuldade em localizar o alimento. As taxas de alimentação de gafanhotos são reportadas em função da sua temperatura corporal (Stower & Griffiths, 1966). Elevar a temperatura ambiente aumentou o consumo de ninfas de 5º instar do gafanhoto *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera: Acrididae), que exibiu maior consumo a 38,6°C de temperatura do ar (Lactin & Johnson, 1995).

Durante o experimento de consumo foliar a temperatura do ar variou de 18,2 – 28,5°C dentro do laboratório em Viçosa. Na região de Nova Porteirinha durante o período chuvoso, da primavera até o final do verão, as temperaturas mínimas são superiores a 20,0°C e as máximas superam os 30°C (Albuquerque *et al.*, 2006). Essa maior temperatura do ar pode favorecer a alimentação dos gafanhotos nos bananais.

A desfolha ocasionada por gafanhotos em bananais de primeiro ano pode resultar em atraso no desenvolvimento das plantas, enquanto para bananais já estabelecidos a injúria

resulta na diminuição da área fotossintética e conseqüentemente na produtividade. Em um bananal de produção orgânica o incremento foliar da fase infantil (0-90 dias após o transplante) e da fase reprodutiva (180-270 dias após o transplante) é 0,58 e 0,98 m²/mês, respectivamente (Santos *et al.*, 2014). Estes valores equivalem a um incremento foliar médio de 64,44 e 108,88 cm²/dia, enquanto um casal de *X. discoideus discoideus* se alimenta de 59,24 cm²/dia, quase a totalidade do crescimento foliar da fase infantil.

Para bananais já estabelecidos, o momento crucial para intervenção do produtor em função da desfolha é durante a emissão da folha adulta típica da cultivar, que corresponde ao período de diferenciação floral, quando a planta-filha se torna independente e não há mais formação de folhas, apenas o lançamento daquelas que já foram formadas (Donato *et al.*, 2015). Por outro lado, a posição do cacho abaixo das folhas adultas, mais próximo ao solo, pode facilitar a chegada do inseto no fruto, e o período crítico neste caso é a partir da frutificação.

Estudos complementares são necessários para os ortópteros-praga encontrados neste estudo. A preferência de alimentação destes insetos em campo deve ser estudada, bem como a sazonalidade de ataque, que pode ser agravada durante o prolongado período de seca, quando os bananais estão irrigados e a vegetação marginal diminui drasticamente devido à escassez de chuvas. A temperatura elevada contribui para que os gafanhotos se alimentem durante todo o ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISCHOFF, J.F.; REHNER, S.A.; HUMBER, R.A. A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. **Mycologia**, 101(4), p.512-530, 2009.
- BRANCINI, G.T.P.; RANGEL, D.E.N.; BRAGA, G.Ú.L. Exposure of *Metarhizium acridum* mycelium to light induces tolerance to UV-B radiation. **FEMS Microbiology Letter**, vol.363, n.6, 2016.
- COSENZA, G.W. Biologia e controle do gafanhoto *Rhammatocerus* sp. **EMBRAPA-CPAC**, Documentos, 25, p.23, 1987.
- COSENZA, G. W.; RIBEIRO, J.G.B.; CARVALHO, J. S. Programa nacional de controle do gafanhoto: manual técnico. **Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária** – Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.
- DE ALBUQUERQUE, P.E.P.; GOMIDE, R.L.; ANDRADE, C.L.T.; VIANA, J.H.M.; DURÃES, F.O.M. Caracterização climática do sítio-específico de Janaúba para a fenotipagem de cereais visando estudos de tolerância à seca. **Embrapa Milho e Sorgo em anais de congresso**, 26; Simpósio brasileiro sobre a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, 2006, Belo Horizonte, Inovação para sistemas integrados de produção: trabalhos apresentados. Sete Lagoas: ABMS, 2006
- DONATO, S.L.R.; ARANTES, A.M.; MARQUES, P.R.R.; RODRIGUES, M.G.V. Considerações ecofisiológicas e estratégias de manejo da bananeira, **Epamig Informe Agropecuário: Cultivo da bananeira**, vol.36, n.288, p.13-26, 2005.
- FERNANDES, E.K.K.; KEYSER, C.A.; RANGEL, D.E.N.; FOSTER, R.N.; ROBERTS, D.W. CTC medium: A novel dodine-free selective medium for isolating entomopathogenic fungi, especially *Metarhizium acridum*, from soil. **Biological Control**, v.54, p.197-205, 2010.
- GANGEWERE, S. K., MURALIRANGAN M. C. & MURALIRANAN M. **The Binomics of Grasshoppers, Katydid and Their Kin**. CAB International, Wallingford, 529 p., 1997.
- HOLMBERG, R.G. Relating feeding rates to sex and size in six species of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). **The Canadian Entomologist**, vol.116, p.597-606, 1984.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **Produção Agrícola Municipal**, 2017. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf> Acessado dia 05/07/2019.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>> Acessado dia 02/07/2019.

MAGALHÃES, B.P. & LECOQ, M. Bioinseticida e gafanhotos-praga – relatório final do projeto: Desenvolvimento de bioinseticida para controle de gafanhotos-praga no Brasil. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, CIRAD, 123 p., 2007.

PBMH & PIF – Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção de Frutas, **Normas de classificação Banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).

SANTOS, C.N.; DE OLIVEIRA, I.C.P.; DONATO, S.L.R.; ARANTES, A.M.; ROSA, R.C.C. Área e índice foliar de bananeiras ‘prata-anã’ e ‘brs-platina’ submetidas à adubação orgânica. **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, p.1-4, 2014.

ZANETTI, R.; SOUZA-SILVA, A.; MOURA, M.A.; ZANUNCIO, J.C. Ocorrência do gafanhoto-do-coqueiro *Eutropidacris cristata* (Orthoptera: Acrididae) atacando plantas de eucalipto em Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.1, p.105-107, 2003.

ZANUNCIO-JUNIOR, J. S.; FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. S.; RENGIFO, J. C.; QUEIRÓZ, R. B.; LAZZARINI, A. L.; FERREIRA, P. S. F. *Meronicidius intermedius* (Orthoptera: Tettigoniidae): A threat to brazilian banana. **Florida Entomological Society**, vol.100, n.3, p.669-671, 2017

CAPÍTULO 2

Patogenicidade de *Metarhizium acridum* no controle de *Xyleus discoideus discoideus* (Orthoptera: Romaleidae)

RESUMO – O controle biológico de insetos utilizando fungos entomopatogênicos é uma alternativa ao uso de agrotóxicos que podem ser prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Para a cultura da bananeira, ainda não se encontram produtos biológicos ou químicos registrados para o controle do gafanhoto *Xyleus discoideus discoideus*. Este gafanhoto é encontrado em bananais da região norte de Minas Gerais e tem provocado danos econômicos. O fungo *Metarhizium acridum* é bastante estudado no controle biológico de gafanhotos em todo o mundo e no Brasil há destaque para o isolado CG423 da Embrapa. O objetivo foi avaliar a patogenicidade do fungo *M. acridum* isolado CG423 para o gafanhoto *X. discoideus discoideus*. Foi realizada aplicação tópica de 5 µL de concentração 1×10^6 conídios/mL, diluídos em óleo de soja, em adultos de *X. discoideus discoideus* sob condições de laboratório. O isolado foi capaz de infectar tanto insetos machos quanto fêmeas, causando 100% mortalidade 16 dias após a aplicação. O tempo médio de sobrevivência de 50% foi de 11,9 dias. O potencial para o controle de insetos pragas com a utilização de fungos entomopatogênicos tem sido estudado há décadas e o isolado CG423 tem se mostrado cada vez mais promissor no controle de ortópteros.

1. INTRODUÇÃO

Na natureza, os fungos entomopatogênicos são fatores-chave para regular a população de insetos (Chamley, 1997). Diversos isolados de fungos entomopatogênicos já foram testados em relação ao seu potencial de controle de insetos-praga, além de diferentes espécies e cepas, formulações e métodos de aplicações (Feng *et al.*, 2004a, 2004b; Langewald *et al.*, 1997; Wraight and Ramos, 2002).

Dentre os diversos produtos provenientes de fungos entomopatogênicos listados por Faria e Wraight (2007), *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (incluindo a antiga classificação *M. anisopliae* var. *acridum*) constituem 67,8% (33,9% cada um) do número total. A ordem Orthoptera representa 10% dos insetos visados por estes produtos e grande parte das avaliações têm como alvo espécies de gafanhotos da família Acrididae.

A partir dos surtos de gafanhotos em países da África e América do Norte durante a década de 1980, países europeus criaram o programa LUBILOSA (LUTte BIologique contre les LOCustes et les SAutériaux), projeto que encontrou como alternativa biológica ao controle químico o uso do fungo *M. anisopliae* var. *acridum*. (Langewald *et al.*, 1997).

Em diferentes países da África, bem como na Austrália, são comercializados produtos microbiológicos a base de *M. acridum* para o controle de gafanhotos (Lomer *et al.*, 2001). Diferentes isolados de *M. acridum* já foram avaliados e aplicados na África (Shah *et al.*, 1997), Austrália (Pior, 1997) e também em Madagascar (Delgado *et al.*, 1997). Estes isolados aplicados para o controle de gafanhotos são licenciados e possuem nome comercial Green Muscle®, na África (Douthwaite *et al.*, 2001; Lomer *et al.*, 2001) e Green Guard®, na Austrália (Milner & Hunter, 2001).

O sucesso deste programa fez com que diversos outros países começassem a desenvolver pesquisas voltadas para o controle biológico. No Brasil, o isolado CG423 de *M. acridum*, originalmente isolado de *Schitocerca pallens*, foi eficiente para o controle de *R. schistocercoides*, principal espécie de gafanhoto-praga no estado do Mato Grosso em testes de campo (Magalhães *et al.* 2000; Faria *et al.* 2002;), e apresenta um grande potencial para utilização. No entanto, ainda não existem produtos comerciais registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle microbiano de gafanhotos no Brasil.

A capacidade de penetração no hospedeiro é variável e os fungos podem penetrar por diferentes formas, via tegumento, via oral, via anal ou mesmo através do córion dos ovos.

Além disso, a virulência é dependente de diversos fatores tais como a quantidade de inóculo, taxa de replicação e germinação, características dos envolvidos na interação inseto-microrganismo (espécies, isolados, fase de desenvolvimento, nutrição) dentre outros (Alves, 1998).

Apesar da importância econômica dos gafanhotos em Minas Gerais e de serem pragas emergentes em bananeiras (Capítulo 1), não existem informações atualizadas e detalhadas sobre controle e suscetibilidade ao fungo. Neste trabalho, avaliou-se a patogenicidade do fungo *M. acridum* isolado CG423 contra o gafanhoto *X. discoideus discoideus*, praga em bananais no Norte de Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção e quantificação da produção de esporos do isolado CG423

O isolado CG423 foi obtido junto à Embrapa Recursos Genéticos (Brasília). O fungo foi adicionado a placas de Petri contendo meio de BDA (20% Batata, 2% Dextrose e 1,5% Ágar) e incubado a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ para o preparo da suspensão. Os conídios produzidos nas placas de Petri foram inoculados em 50g de arroz autoclavado e produziram conídios em quantidade satisfatória para o bioensaio. Foi feita a suspensão em óleo de soja na concentração de 1×10^8 conídios/mL determinada com a câmara de Neubauer e uma diluição 1×10^6 conídios/mL foi preparada para utilização no bioensaio.

Teste de patogenicidade

A patogenicidade refere-se à capacidade de um microrganismo provocar doença no inseto. Para isto, foram utilizados adultos de *X. discoideus discoideus* (Orthoptera: Romaleidae) coletados a campo em bananais próximos à região de Nova Porteirinha para testar a suscetibilidade desta fase à infecção fúngica. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 30 repetições de cada tratamento, 15 machos e 15 fêmeas, sendo os tratamentos: 1) Natur'l óleo (93% óleo de soja) + *M. acridum* GC423 e 2) controle (apenas Natur'l óleo). Cada inseto adulto recebeu 5 μL da suspensão na concentração de 1×10^6 conídios/mL na região esternal torácica com auxílio de um microaplicador.

Os insetos foram acondicionados individualmente em Gerbox (11x11x3,5cm) e receberam alimentação *ad libitum* de folhas de bananeira. A temperatura, umidade relativa e fotoperíodo foram de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $60\pm 10\%$ e 12 horas, respectivamente. Os insetos mortos

tiveram sua superfície esterilizada com álcool 70% por 2 minutos e foram transferidos para câmaras úmidas, onde ocorreu o desenvolvimento e esporulação fúngica, que confirmou a morte por infecção do fungo inoculado. A análise de sobrevivência foi utilizada para estimar o tempo de sobrevivência de 50% (TS₅₀) dos insetos e o teste Log-rank a 5% de probabilidade foi aplicado para comparação entre as curvas de sobrevivência pelo software IBM SPSS Statistics Version 20.

3. RESULTADOS

O isolado CG423 de *M. acridum* infectou *X. discoideus discoideus* por contato e conseqüentemente provocou a morte do inseto. O TS₅₀ dos machos foi de 10,4 dias (9,1 – 11,7 dias) enquanto o das fêmeas foi de 13,3 (12,1 – 14,5 dias) ($\chi^2 = 8,691$, df = 1, P=0,003) (Figura 1). Com 11,9 dias após a aplicação houve 50% de mortalidade total (machos e fêmeas agrupados) (10,9 – 12,9 dias), período em que também foi registrado a maior mortalidade diária (11 insetos), e que atingiu 100% com 16 dias após a aplicação ($\chi^2 = 49,110$, df = 1, P<0,0001) (Figura 2).

Os insetos mortos apresentaram os sintomas típicos de infecção por *M. acridum*, coloração inicial vermelho-rosado e seguido por aparecimento de conídios em regiões intersegmentares do corpo. Os micélios provenientes dos corpos dos insetos mortos, obtidos como descrito na metodologia, confirmaram a morte pelo fungo (Figura 3).

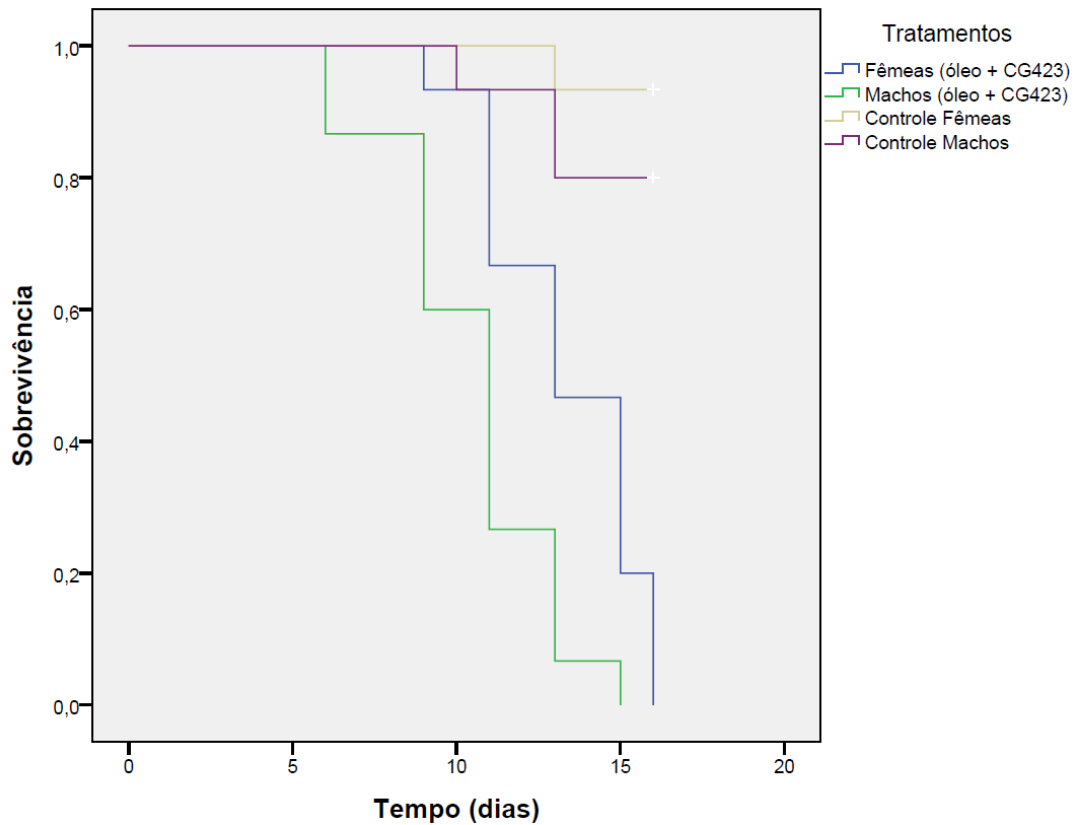


Figura 1. Sobrevivência percentual de adultos machos e fêmeas de *Xyleus discoideus discoideus* após inoculação de 1×10^6 esporos/mL de *M. acridum* isolado CG423.

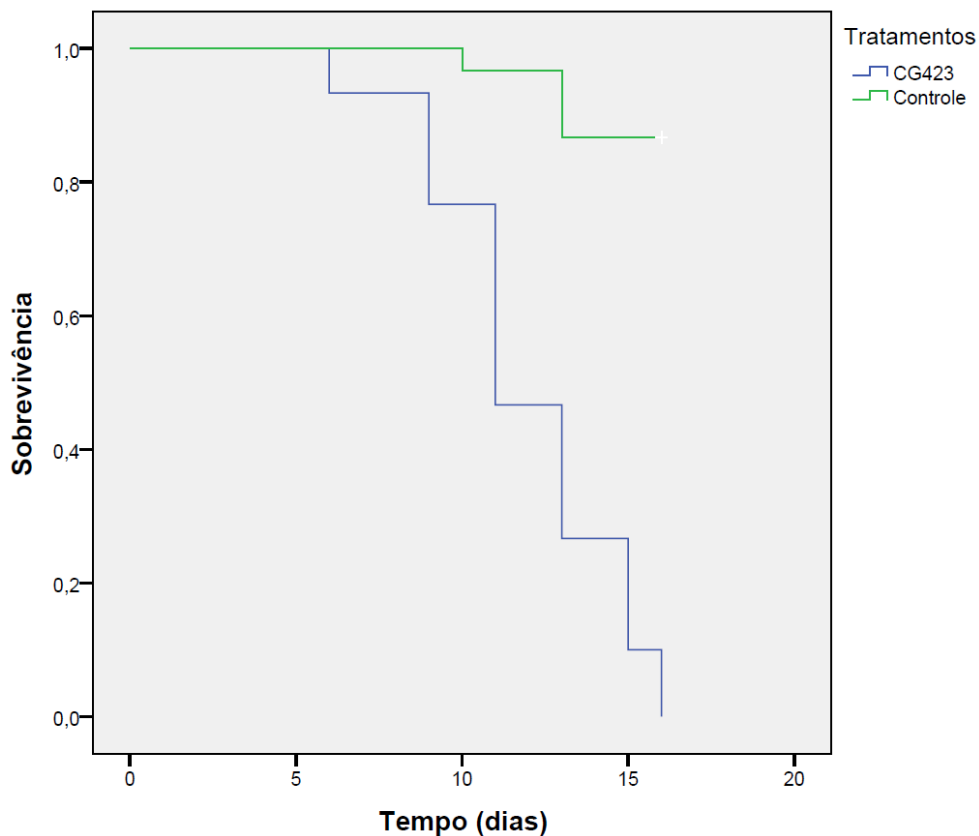


Figura 2. Sobrevivência percentual total de adultos de *Xyleus discoideus discoideus* após inoculação de 1×10^6 esporos/mL de *M. acridum* isolado CG423.



Figura 3. *Xyleus discoideus discoideus* infectado e morto com o fungo *M. acridum* crescendo na superfície externa.

4. DISCUSSÃO

O isolado GC423 do fungo *M. acridum* é capaz de causar infecção e mortalidade de *X. discoideus discoideus* via contato, o que demonstra seu potencial como agente de controle para este inseto. Outros estudos também já reportaram a suscetibilidade de outras espécies de gafanhotos a este mesmo isolado em condições de laboratório (Magalhães *et al.*, 2001; Tounou *et al.*, 2008).

A concentração de 1×10^6 conídios/mL utilizada para matar *X. discoideus discoideus* é maior comparado a outros trabalhos descritos na literatura. Schmidt *et. al* (2018) reportou que para causar 100% de mortalidade em adultos de *Tropidacris collaris* (Orthoptera: Romaleidae) foi necessária a concentração 1×10^5 conídios/mL, superior comparado concentração 2×10^4 conídios/mL necessária para o mesmo efeito em ninfas de *Parascopas obesus* (Orthoptera: Acrididae) e *Cornops frenatum frenatum* (Orthoptera: Acrididae). Em um pré-teste, doses mais baixas não foram suficientes para causar mortalidade. Isto pode ser devido a diferenças de espessura e rigidez do tegumento das espécies bem como à idade dos gafanhotos, o que pode dificultar tanto a penetração do patógeno durante o início do processo de infecção quanto a esporulação e dispersão do fungo.

O fungo *M. acridum* já foi reportado também como agente de controle biológico para esperanças. Mohammadbeigi & Port (2015) demonstraram que a concentração de 5×10^6 esporos/mL causou 55% de mortalidade em *Uvarovistia zebra* (Orthoptera: Tettigoniidae), com redução significativa no consumo alimentar pelos insetos a partir do 4º dia após a aplicação. Apesar de não ter sido medido o consumo de *X. discoideus discoideus* após a inoculação do fungo, durante as avaliações diárias foi observado a redução no consumo das folhas de bananeiras ofertadas aos insetos alguns dias após a aplicação. Faria *et al.* (1999) reportou redução média de 45,6% no consumo folhas de cana-de-açúcar por fêmeas de *R. schistocercoides* infectadas pelo fungo *Metarhizium flavoviride*.

A biodiversidade de fungos entomopatogênicos, principalmente da espécie *M. acridum*, ainda é pouco explorada no Brasil. A obtenção de novos isolados dessa espécie bem como a caracterização da sua atividade contra gafanhotos, pode revelar novos agentes de controle biológico com potencial para utilização em campo e com adaptações diferentes que podem ser exploradas em diferentes contextos de ocorrência de gafanhotos-praga. Atualmente, somente o isolado CG423 está bem caracterizado para o controle de gafanhotos, porém nenhum isolado está disponível comercialmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S.B. Controle Microbiano de Insetos, 2^a ed., Piracicaba, **FEALQ**, 1163p., 1998.

CHAMELY, A.K. Entomopathogenic fungi and their role in pest control, em: Wicklow, D.T., Soderstorm, B.E., The mycota IV environmental and microbial Relationships. **Springer**, Heidelberg, p.185-201, 1997.

CLARKSON, J.M; CHAMLEY, A.K. New insights into the mechanisms of fungal pathogenesis in insects. **Trends. Microbiol.**, v.4, p.197-203, 1996.

DELGADO, F.X.; BRITTON, J.H.; LOBO-LIMA, M.L.; RAZAFMDRATIANA, E.; SWEARINGEN, W. Small-scale field trials with entomopathogenic fungi against *Locusta migratoria capito* in Madagascar and *Oedaleus senegalensis* in Cape Verde, em: Krall, S.; Paveling, R.; BaDiallo, D., New strategies in locust control. **Birkhauser Verlag**, Basel, p.171-176, 1997.

DOUTHWAITE, B.; KEATING, J.D.H.; PARK, J.P.; Stakeholder learning and innovation in early technology adoption: an evolutionary model. **Proceedings of the 4th European Farming Systems Symposium: European Farming and Rural Systems Research and Extension into the Next Millenium**, University of Thessaly, Volos, Greece, 3-7 April, 2000.

DOUTHWAITE, B.; LANGEWALD, J.; HARRIS, J. Development and commercialization of the Green Muscle biopesticide. **International Institute of Tropical Agriculture**, p.23, 2001.

FARIA, M.R.; WRAIGHT, S.P. Mycoinsecticides and mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. **Biol. Control**. 43, p.237-256, 2007.

FENG, M.G.; CHEN, B.; YING, S.H.; Trials of *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus* and imidacloprid for management of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) on greenhouse grown lettuce. **Biocontrol Sci. Techn.** 14, p.531-544, 2004a.

FENG, M.G.; PU, X.Y.; YING S.H.; WANG, Y.G. Field trials of an oil-based emulsifiable formulation of *Beauveria bassiana* conidia and low application rates of imidacloprid for control of false-eye leafhopper *Empoasca vitis* in southern China. **Crop Protection**, 23, p.489-496, 2004b.

HAJEK, A.E.; St. LEGER, R.J.; Interaction between fungal pathogens and insect hosts. **J. Annu. Rev. Entomol.** 39, p.293-322, 1994.

- LANGEWALD, J. **LUBILOSA Green Muscle User Hand Book**, ver.4, Cotonou, 1997.
- LOMER, C.J.; BATEMAN, R.P.; JOHNSON, D.L.; LANGEWALD, J.; THOMAS, M. Biological control of locusts and grasshoppers. **J. Annu. Rev. Entomol.** 46, p.667-702, 2001.
- MAGALHÃES, B.P.; LECOQ, M.; FARIA, M.R.; SCHMIDT, F.G.V.; GUERRA, W.D. Field trial with the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* against bands of the grasshopper *Rhammatocerus schistocercoides* in Brazil. **Biocontrol Science and Technology**, 10, p.427-441, 2000.
- MILNER, R.J.; HUNTER, D.M. Recent developments in the use of fungi as biopesticides against locusts and grasshoppers in Australia. **J. Orthoptera Res.** 10, p.27, 2001.
- PIOR, C. Susceptibility of target acridoids and non-target organisms to *Metarhizium anisopliae* and *M. flavoviride*, em: **Krall, S.; Preveling, R.; Ba Diallo, D. New strategies in locust control.** Birkhauser Verlag, Basel, p.369-375, 1997.
- SCHMIDT, F.G.V; CONCEIÇÃO, P.J.; BENITO, N.P.; LOPES, R.B. Susceptibility of three orthopteran species to infection by *Metarhizium acridum* (Hypocreales: Clavicipitaceae). **Journal of Tropical Insect Science**, 38(2), p.117-121, 2018.
- SHAH, P.A.; KOOYMAN, C.; PARAISO, A.; Surveys for fungal pathogens of locusts and grasshoppers in Africa and the Near East. **J. Mem. Entomol. Soc. Can.** 171, p.27-35, 1997.
- St. LEGER, R.J.; BIDOCHKA, M.J.; ROBERTS, D.W. Construction of an improved mycoinsecticide overexpressing a toxic protease. **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.**, 93, p.6349-6354, 1996.
- TOUNOU, A.K.; KOOYMAN, C.; DOURO-KPINDOU, O.K.; POEHLING, H.M. Interaction between *Paranosema locustae* and *Metarhizium anisopliae* var. *acridum*, two pathogens of the desert locust, *Schistocerca gregaria* under laboratory conditions, **Journal of Invertebrate Pathology**, vol.97, p.203-210, 2008.
- WRIGHT, M.S.; OSBRINK, W.L.A; LAX, A.R.; Transfer of entomopathogenic fungi among Formosan subterranean termites and subsequent mortality. **J. Appl. Entomol.** 126, p.20-23, 2002.
- WRAIGHT, S.P.; RAMOS, M.E. Application parameters affecting field efficacy of *Beauveria bassiana* foliar treatments against Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata*, **Biological Control**, vol.23, p.164-178, 2002.

CONCLUSÕES GERAIS

Três ortópteros foram identificados como pragas na cultura da banana no Norte de Minas Gerais: a esperançã *Hyperophora* sp., e os gafanhotos *Schistocerca flavofasciata* e *Xyleus discoideus discoideus*. Todos consomem folhas e frutos de banana.

O consumo dos gafanhotos *S. flavofasciata* e *X. discoideus discoideus* foi influenciado pelo sexo e período do dia. As fêmeas consomem mais folhas de bananeiras que os machos e, independente do sexo, ambas espécies se alimentam mais durante o dia. Há preferência para o consumo de folhas do que fruto para *S. flavofasciata*.

O gafanhoto *X. discoideus discoideus* foi suscetível ao isolado CG423 de *Metarhizium acridum* quando aplicado em laboratório. São necessários pesquisas complementares para testar a patogenicidade deste fungo para os demais ortópteros pragas da cultura da bananeira.