
CONTROLE QUÍMICO

Efeito Inseticida de Ésteres de Sacarose sobre *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) em Dois Clones de Seringueira

RODRIGO D. DAUD¹, REINALDO J.F. FERES² & MAURÍCIO BOSCOLO³

¹Depto. Ecologia. UFG – Universidade Federal de Goiás. Instituto de Ciências Biológicas. Campus II, Goiânia, GO. Caixa Postal 131, 74001-970. rodrigodaud@yahoo.com.br;

²Depto. Zoologia e Botânica. UNESP – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. Rua Cristóvão Colombo, 2265, Jd. Nazareth. São José do Rio Preto, SP, 15054-000;

³Depto. Química e Ciências Ambientais. UNESP – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, SP.

BioAssay: 7:2 (2012)

Insecticide Effect of Sucrose Fatty Acid Esters on *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) in two rubber tree clones

ABSTRACT - Sucrose esters are biodegradable, non pollutant and safe for health; moreover, they have shown great potential in the pest control. We tested a crude mix of sucrose esters on the survivorship and oviposition of *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) females, an important rubber tree pest mite. The females were collected from rubber leaflets of the GT 1 and RRIM 600 clones. The mites were kept on stock arenas placed in rearing chamber at $28 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, $80 \pm 10\%$ of relative humidity and 12h of light phase about two weeks before the assays. After this period, the mites were transferred to assay arenas made with leaflets from the same clone of stock arenas. The survivorship of females sprayed with sucrose esters in the concentrations of 1, 2, 3 and 4 g/L and their oviposition effect with 0.5 and 1 g/L were analyzed. The mites sprayed with 4 g/L had about 80% of mortality, while those with 1 g/L around 60%. All mites that died in the treatments with sucrose ester became dark with wrinkled tegument and decreased their body volume, suggesting dehydration. We also observed the efficacy of 1 g/L concentration to decrease the female oviposition in about 50%, in the third day after spraying. No differences were observed in the mortality and oviposition between females kept on both clones.

KEY WORDS - Biopesticide, Euphorbiaceae, *Hevea brasiliensis*, Integrated Pest Management.

RESUMO - Ésteres de sacarose são biodegradáveis, não poluem o ambiente e não causam danos a saúde, além de apresentarem potencial no controle de pragas. Foi testada a eficiência de uma mistura crua de ésteres de sacarose (sucroésteres) na sobrevivência e oviposição de fêmeas de *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae), uma importante praga da seringueira. As fêmeas foram provenientes de folíolos dos clones de seringueira GT 1 e RRIM 600. Os ácaros foram mantidos nas arenas de estoque em câmara climatizada a $28 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 h, duas semanas antes dos ensaios. Após esse período, os ácaros foram transferidos para arenas de teste, confeccionadas com folíolos dos mesmos clones das arenas de estoque. Foi avaliada a sobrevivência de fêmeas pulverizadas com sucroésteres nas concentrações de 1, 2, 3 e 4 g/L e o seu efeito na oviposição com as concentrações de 0,5 e 1 g/L. Os ácaros pulverizados com 4 g/L apresentaram mortalidade de cerca de 80%, enquanto os que receberam 1 g/L em torno de 60%. Todos os indivíduos mortos pelo produto apresentaram murchamento do corpo e escurecimento do tegumento, como possível causa da dessecação sofrida. Foi também verificada a eficiência da concentração de 1 g/L na redução da oviposição em torno de 50%, no terceiro dia após a pulverização. Não foram observadas diferenças na mortalidade e oviposição entre as fêmeas mantidas em ambos os clones estudados.

PALAVRAS-CHAVE - Biopesticida, Euphorbiaceae, *Hevea brasiliensis*, manejo integrado de pragas.

É de conhecimento público que o uso intensivo de defensivos vem causando um aumento na frequência de resistência em diversas populações de artrópodes por meio de seleção artificial, o que dificulta ainda mais o controle desses organismos em diferentes culturas (Bynum & Archer 2002). Devido a esses motivos, várias pesquisas têm sido conduzidas visando encontrar métodos alternativos de controle, tais como o controle biológico (Onzo *et al.* 2005, Cruz 2002), a inserção de variedades resistentes em cultivos (Lara 1991) e o estabelecimento de sistemas agrícolas diversificados (e.g. policultivos, sistemas agroflorestais) (Altieri 1999).

A possibilidade do uso de substâncias classificadas com biopesticidas tem sido investigada com resultados positivos. No mercado mundial, existem biopesticidas extraídos de vegetais (e.g. extrato de nim – *Azadirachta indica* A. Juss, Meliaceae) (Von Elling *et al.* 2000) ou produzidos por microorganismos (e.g. delta-endotoxina de *Bacillus thuringiensis* Berliner) (Luttrell *et al.* 1999). Alguns desses biopesticidas pertencem ao grupo dos ésteres de sacarose e podem ser extraídos diretamente de plantas, tais como o tabaco (*Nicotiana* sp.) e a petúnia (*Petunia* sp.), que produzem ésteres de sacarose com diferentes grupos químicos, compostos por ácidos graxos menores (C₂-C₈) em diferentes posições. Os ésteres de sacarose são produtos biodegradáveis, não poluem o ambiente e não causam danos à saúde humana e animal, e já se mostraram eficientes no controle de insetos com tegumento delicado (Chortyk *et al.* 1997).

Recentemente, outros trabalhos demonstraram a eficiência de alguns ésteres de sacarose no controle de pragas agrícolas e que apresentam baixa toxicidade para insetos benéficos (McKenzie & Puterka 2004, McKenzie *et al.* 2004), tais como os predadores e parasitoides. Vários desses produtos já são recomendados para programas de manejo integrado de pragas e estão disponíveis para venda no mercado americano (Michaud & McKenzie 2004).

Existem diversas formas para obtenção de ésteres de sacarose de cadeia longa: (i) pela reação de transesterificação em solventes como o dimetilsulfóxido (Cruces *et al.* 2001, Kasori & Kashiwa 1999), (ii) pela reação de cloreto de ácidos graxos em dimetilformamida catalisado por uma base nitrogenada, como a piridina (Chortyk 2003), ou (iii) em meio alcalino aquoso com o uso de cloretos de ácidos orgânicos (Thevenet *et al.* 1999).

Neste trabalho, foi estudada a eficiência inseticida de uma mistura crua de ésteres de sacarose, obtida da reação do açúcar comercial com o óleo de soja (fonte de ácidos graxos) e K₂CO₃ como catalisador à pressão atmosférica, sobre a sobrevivência e oviposição de fêmeas de *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) provenientes de dois clones de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae). Grandes infestações desse ácaro têm sido registradas em diferentes cultivos no estado de São Paulo, principalmente entre o final da estação chuvosa e o início da seca (março a abril), ocasionando intensas desfolhas nos seringueiros (Feres *et al.* 2002, Hernandez & Feres 2006, Vis *et al.* 2006), consequentemente, redução de até 30% na produção de látex segundo alguns produtores de borracha (Feres 2000). Até o momento, a única forma conhecida de controle de *C. heveae* é por meio do uso de defensivos químicos, sendo propargito

(propargite), abamectina (abamectin) e espiroclorfen (spiroclorfen) considerados os mais eficientes dentre os testados (Ferla & Moraes 2003a, Vieira & Gomes 1999, 2001, Vieira *et al.* 2006).

Material e Métodos

A mistura crua de ésteres de sacarose (sucroésteres) utilizada nos ensaios foi produzida e fornecida pela empresa Technes Agrícola Ltda. (São Paulo, Brasil). Os experimentos foram conduzidos em câmara climatizada a 28 ± 0,1°C, com umidade relativa de 80 ± 10% e fotoperíodo de 12 h.

As fêmeas de *C. heveae* utilizadas no experimento foram provenientes de plantas cultivadas, da área Experimental do Departamento de Zoologia e Botânica da UNESP, campus de São José do Rio Preto, SP. Essas plantas nunca receberam aplicações de defensivos agrícolas e nem foram utilizadas para extração de látex. Os folíolos utilizados para as arenas de estoque e de testes foram extraídos da sexta a oitava gemas de crescimento de plantas dos clones GT 1 e RRIM 600.

As arenas de estoque foram confeccionadas de forma semelhante daquelas utilizadas por Ferla & Moraes (2003b) para criação de *C. heveae*. Os folíolos foram coletados de ambos os clones acima citados foram inspecionados em laboratório com o uso de microscópio estereoscópico, sendo selecionados aqueles que não apresentavam sintomas de infestação causados por fitófagos e que possuíam, pelo menos, cerca de 50 indivíduos vivos de *C. heveae*. Se durante a inspeção indivíduos de outras espécies de artrópodes (incluindo seus ovos) fossem encontrados sobre os folíolos, eram removidos com o auxílio de pincel de cerdas finas. Os folíolos selecionados foram dispostos com a face adaxial voltada para cima sobre esponja de náilon de 2 cm de espessura, umedecida com água destilada. Nas bordas dos folíolos foram adicionadas tiras de algodão hidrofílico, para se evitar a fuga dos ácaros. Cada arena foi mantida dentro de uma bandeja de alumínio de 5 x 17 x 25 cm. Para manter a umidade relativa adequada nas arenas de estoque, foi colocada sobre as bandejas uma placa de vidro, deixando-se aberta uma fresta de 1 cm em cada lateral, para evitar a condensação de vapor d'água sobre os folíolos. As arenas de estoque foram mantidas em câmara climatizada por, no mínimo, duas semanas antes da realização dos ensaios.

Efeito Inseticida Sobre Fêmeas. As arenas de teste foram constituídas por pedaços cortados de 1,4 x 1,4 cm de folíolos de seringueira, dispostos com a face adaxial voltada para cima sobre uma camada de algodão hidrofílico umedecido com água destilada, no interior de placas de Petri com 8 cm de diâmetro. Nas bordas das arenas foram adicionadas tiras de lenço de papel.

Em cada placa foram colocadas quatro arenas, sendo duas de cada um dos clones GT 1 e RRIM 600. Foram adicionadas cinco fêmeas de *C. heveae*, provenientes dos respectivos clones das arenas de estoque, em cada uma dessas unidades, totalizando 20 por placa (10 fêmeas em cada clone).

A solução de sucroésteres foi testada nas concentrações de 1, 2, 3 e 4 g/L, e no grupo controle pulverizações com água destilada. As arenas foram pulverizadas sob torre de

pulverização, utilizando-se 2 mL de solução, na pressão de 40 psi, o que proporcionou uma distribuição planar homogênea de calda equivalente a 20 mL/m² e gotas de tamanho médio de 390 ± 122 µm nas placas pulverizadas. Em seguida, as placas foram mantidas semiabertas em câmara climatizada por 24 horas. Após esse período, as arenas foram examinadas utilizando-se microscópio estereoscópico, registrando-se o número de ácaros vivos em cada uma delas.

Efeito do Sucroéster na Oviposição de Fêmeas. Os procedimentos para obtenção de fêmeas, de confecção de arenas de testes e de pulverizações, e o número de fêmeas por arena foram os mesmos daqueles anteriormente descritos, exceto que foram realizadas pulverizações com sucroésteres nas concentrações de 0,5 e 1 g/L, e as fêmeas foram deixadas nas arenas para oviposição por três dias, em câmara climatizada. As menores concentrações do produto foram utilizadas para evitar a morte das fêmeas pela ação do produto, a fim de somente analisar seu possível efeito na oviposição. Arenas pulverizadas com água destilada (Co 1) e arenas que foram mantidas sem nenhuma pulverização (Co 2) foram utilizadas como controle. Avaliações diárias foram realizadas num mesmo horário, registrando-se o número de ovos e de fêmeas vivas em cada arena. Durante cada contagem, os ovos foram destruídos com o auxílio de um estilete.

Análises dos Dados e Análise Estatística. O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo utilizadas 11 réplicas (placas de Petri) para cada tratamento, em ambos os experimentos. Os tratamentos considerados foram as diferentes concentrações de ésteres de sacarose, o grupo controle e os dois clones de seringueira estudados.

As mortalidades observadas no primeiro ensaio (efeito sobre fêmeas) foram primeiramente corrigidas pela fórmula de Abbott (Abbott 1925) e depois comparadas pela ANOVA fatorial 2x2, complementada pelo teste LSD (Fisher) (Zar 1999). Nessa análise, a mortalidade dos ácaros foi comparada entre os clones de seringueira e entre as concentrações de sucroésteres utilizadas. Já as taxas de oviposição diárias (número de ovos/fêmeas vivas/dia) das fêmeas do segundo ensaio foram comparadas por ANOVA em medidas repetidas (Zar 1999).

Resultados

Não houve diferença significativa na mortalidade das fêmeas, ocasionada pelo efeito acaricida das soluções de sucroésteres, entre os clones GT 1 e RRIM 600 ($F = 0,15$; $gl = 1, 80$ e $P = 0,7$). Entretanto, foi observada maior mortalidade, em ambos os clones, quando os ácaros foram pulverizados com sucroésteres na concentração de 4 g/L ($F = 4,2$; $gl = 3, 80$ e $P = 0,008$) em relação àquelas que receberam o produto na concentração de 1 g/L (Fig. 1). As fêmeas criadas nos clones RRIM 600 e GT 1 que receberam a maior concentração do produto apresentaram mortalidade em torno de 92,2 e 79,5%, respectivamente (Fig. 1). Todos os indivíduos encontrados mortos nas arenas pulverizadas com sucroésteres apresentaram enrugamento do corpo e escurecimento do tegumento.

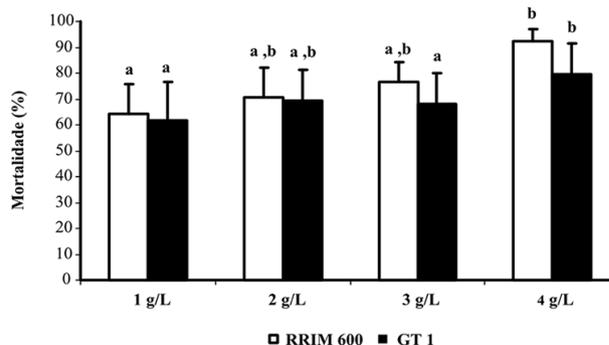


Figura 1. Mortalidade corrigida* (\pm erro padrão da média) das fêmeas de *C. heveae* provenientes dos clones GT 1 e RRIM 600, que receberam aplicações de sucroésteres em quatro concentrações. Diferentes letras entre as barras significam diferenças estatísticas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste LSD. *Corrigida pela fórmula de Abbott, com base na mortalidade registrada no grupo controle.

As taxas diárias de oviposição das fêmeas pulverizadas com sucroésteres também não variaram entre as criadas nos dois clones de seringueira estudados ($F = 0,32$; $gl = 1, 77$ e $P = 0,6$). Entretanto, houve redução significativa nas taxas médias de oviposição daquelas pulverizadas com a concentração de 1 g/L no terceiro dia após a aplicação do produto ($F = 4,1$; $gl = 2, 154$ e $P = 0,02$). Para essas fêmeas que sobreviveram, a ação do produto ocasionou diminuição em torno de 50% na taxa média de oviposição, do primeiro ao terceiro dia de observação, em fêmeas provenientes de ambos os clones (Fig. 2).

As fêmeas oriundas do clone RRIM 600, no primeiro e segundo dia, e as de GT 1, no terceiro dia após as pulverizações com 0,5 g/L de sucroésteres, também apresentaram menor taxa de oviposição quando comparadas às dos grupos controle. A oviposição variou de 2,2 ovos/fêmeas/dia em GT 1 no tratamento com 0,5 g/L, no primeiro dia, a 0,9 ovos/fêmeas/dia em RRIM 600 que receberam o produto na concentração de 1 g/L, no terceiro dia de avaliação após as pulverizações. As fêmeas dos dois grupos controle (Co 1 e 2) não apresentaram variações significativas nas taxas médias de oviposição entre os três dias de observação (Fig. 2).

Discussão

O produto testado na concentração de 4 g/L foi eficiente no controle de *C. heveae*, pois, nesse tratamento, a mortalidade observada ficou em torno de 80%. Outros autores também registraram a ampliação do efeito pesticida sobre artrópodes com o aumento na concentração de ésteres de sacarose. McKenzie & Puterka (2004) registraram aumento da mortalidade populacional de ninfas de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) na medida em que se aumentou a concentração de produto. A amplificação do efeito inseticida como consequência do aumento na concentração de outros ésteres de sacarose foi também observada por McKenzie et al. (2004) sobre *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae), por Puterka et

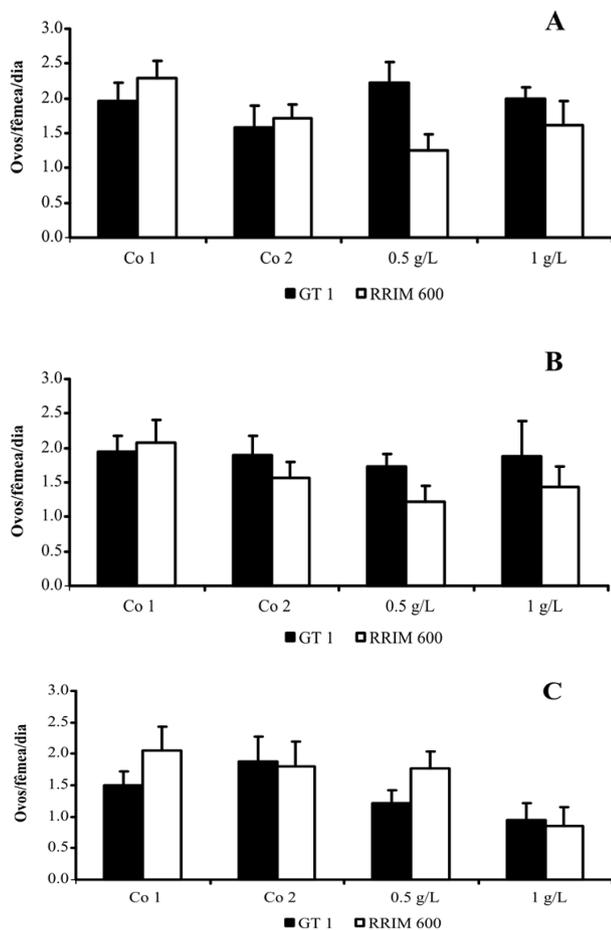


Figura 2. Número médio de ovos por fêmea ao dia (\pm erro padrão) de fêmeas de *C. heveae* provenientes dos clones GT 1 e RRIM 600 e pulverizadas com sucroésteres em duas concentrações no primeiro (A), segundo (B) e terceiro dia (C) de observação após as pulverizações. (Co 1) Grupo controle pulverizado com água destilada e (Co 2) grupo controle mantido sem pulverização.

al. (2003) sobre ninfas de psíldeos e por Liu *et al.* (1996) sobre adultos de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Hemiptera: Aleyrodidae).

Segundo Lara (1991), os artrópodes herbívoros criados em diferentes cultivares de uma mesma espécie de planta podem apresentar diferenças na susceptibilidade ao efeito pesticida de algum defensivo agrícola. De acordo com o autor, quando uma variedade resistente atua no desenvolvimento, o inseto pode apresentar alterações de peso e tamanho, tornando-o mais sensível ao efeito de agrotóxicos. Porém, observou-se que fêmeas de *C. heveae* provenientes dos clones GT 1 e RRIM 600 não apresentaram diferenças na mortalidade, ocasionada pelas soluções de sucroésteres testadas.

As taxas de oviposição das fêmeas de *C. heveae* pulverizadas com o produto também não variaram entre as

criadas nos dois clones de seringueira. Por outro lado, foi observada a maior redução na taxa de oviposição de fêmeas, de ambos os clones, no terceiro dia após as aplicações com a concentração de 1 g/L. Esses resultados são indicativos de que pequenas concentrações de sucroésteres podem apresentar efeitos negativos na ovipostura das fêmeas que conseguiram sobreviver pela ação inseticida do produto.

Puterka *et al.* (2003) elaborou duas hipóteses sobre os possíveis efeitos de ésteres de sacarose sobre a mortalidade de artrópodes de tegumento fino: 1) morte por sufocamento, como consequência da obstrução das vias respiratórias; ou por 2) dessecação do corpo, devido as propriedades cáusticas sobre a cutícula por alcalinos livres constituintes de sucroésteres. Siegler & Popenoe (1925) relataram que ácidos graxos livres apresentam características tóxicas por natureza e podem ser absorvidos pela cutícula, provocando hidrólise parcial da membrana celular quando na presença de água, como consequência, ocasionando a dessecação do corpo. As observações realizadas corroboram a hipótese 2, sobre a possível “dessecação do corpo”, pois os indivíduos mortos pela ação dos sucroésteres apresentaram enrugamento do corpo e escurecimento do tegumento. Liu *et al.* (1996) e Neal *et al.* (1994) também observaram compressão do corpo em insetos pulverizados com ésteres de sacarose e também propuseram a possível dessecação do corpo como causa da morte. Todavia, estudos mais detalhados do tegumento com o uso da microscopia eletrônica de varredura e de transmissão, deverão ser conduzidos para confirmação dessa hipótese.

A ausência de diferenças na mortalidade e oviposição de fêmeas de *C. heveae* criadas em folíolos dos clones GT 1 e RRIM 600 pode estar relacionada ao tipo de mecanismo de atuação dos sucroésteres testados, ainda desconhecido, que deve agir de forma independente do mecanismo de resistência da seringueira ao ataque do ácaro. Contudo, pulverizações de sucroésteres nas concentrações de 4 e 1 g/L foram altamente eficientes, causando grande mortalidade e reduzindo a taxa de oviposição de fêmeas, respectivamente. Esses resultados evidenciam que os sucroésteres testados apresentam potencial na utilização na heveicultura, pois, além da sua eficiência no controle do ácaro, o produto é altamente solúvel em água e não tóxico, sendo essas características desejáveis para a preservação da saúde do agricultor e do meio ambiente. Além disso, a aplicação de ésteres de sacarose juntamente com a inserção de variedades resistentes em um cultivo de seringueira pode apresentar um efeito aditivo e independente no controle de ácaros. Daud & Feres (2007) verificaram menores infestações de *C. heveae* em GT 1 em relação a RRIM 600, em cultivo de seringueira localizado no sul do estado de Mato Grosso, evidenciando possíveis diferenças na suscetibilidade dos clones ao ataque de *C. heveae*. Com isso, pode-se supor que o manejo da praga será mais facilmente realizado no primeiro clone, por este já apresentar características naturais de resistência contra o ataque dos ácaros dessa espécie.

Este é o primeiro trabalho que mostra a eficiência inseticida de sucroésteres sobre *C. heveae*. Futuros estudos deverão ser conduzidos a fim de se conhecer o efeito de sucroésteres sobre outras pragas agrícolas e seu possível mecanismo de ação sobre o tegumento dos artrópodes.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão de São José do Rio Preto, SP (FAPERP) e Associação Paulista dos Produtores e Beneficiadores de Borracha (APABOR) pelo auxílio financeiro concedido. À empresa Technes Agrícola Ltda. (São Paulo, Brasil) pelo fornecimento dos sucroésteres testados. À Raquel Gualda Kishimoto (UNESP, São José do Rio Preto) pelo auxílio na montagem do experimento.

Literatura Citada

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosystems Environ.* 74: 19-31.
- Bynum, E.D. & T.L. Archer. 2002. Susceptibility of populations of Banks grass mites (Acari : Tetranychidae) suspected of developing Bifenthrin resistance from three maize fields. *Exp. Appl. Acarol.* 27: 303-312.
- Chortyk, O.T., S.J. Kays & Q. Teng. 1997. Characterization of insecticidal sugar esters of Petunia. *J. Agri. Food Chem.* 45: 270-275.
- Chortyk, O.T. 2003. US Patent 6,608,039.
- Cruces, M.A., F.J. Plou, M. Ferrer, M. Bernabe & A. Ballesteros. 2001. Improved synthesis of sucrose fatty acid monoesters. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 78: 541-546.
- Cruz, I. 2002. Controle biológico em manejo integrado de pragas, p. 543-579. In J.R. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira and J.M.S. Bento (eds.), *Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores*. Barueri, Editora Manole Ltda, 609p.
- Daud, R.D. & R.J.F. Feres. 2007. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari, Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no sul do estado de Mato Grosso. *Rev. Bras. Entomol.* 51: 377-381.
- Feres, R.J.F. 2000. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 17: 157-173.
- Feres, R.J.F., D. de C. Rossa-Feres, R.D. Daud & R.S. Santos. 2002. Diversidade de ácaros em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 19: 137-144.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2003a. Efeito de diferentes concentrações de acaricidas e inseticidas-acaricidas sobre *Calacarus heveae* Feres, 1992 e *Tenuipalpus heveae* Baker, 1945 (Acari: Eriophyidae e Tenuipalpidae). *Acta Biol. Leopoldensia* 25: 179-185.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2003b. Ciclo biológico de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari, Eriophyidae). *Rev. Bras. Entomol.* 47: 399-402.
- Hernandes, F.A. & R.J.F. Feres. 2006. Diversidade e sazonalidade de ácaros (Acari) em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no noroeste do Estado de São Paulo. *Neotrop. Entomol.* 35: 523-535.
- Kasori, Y.T. & K. Kashiwa. 1999. US Patent 5,908,922.
- Lara, F.M. 1991. Princípios de resistência de plantas a insetos. São Paulo, 2ª edição, Ícone Editora, 336p.
- Liu, T.X., P.A. Stansly & O.T. Chortyk. 1996. Insecticidal activity of natural and synthetic sugar esters against *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 89: 1233-1239.
- Luttrell, R.G., L. Wan & K. Knighten. 1999. Variation in susceptibility of noctuid (Lepidoptera) larvae attacking cotton and soybean to purified endotoxin proteins and commercial formulations of *Bacillus thuringiensis*. *J. Econ. Entomol.* 92: 21-32.
- McKenzie, C.L., A.A. Weathersbee, W.B. Hunter & G.J. Puterka. 2004. Sucrose octanoate toxicity to brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) and the parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae). *J. Econ. Entomol.* 97: 1233-1238.
- McKenzie, C.L. & G.J. Puterka. 2004. Effect of sucrose octanoate on survival of nymphal and adult *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae). *J. Econ. Entomol.* 97: 970-975.
- Michaud, J.P. & C.L. McKenzie. 2004. Safety of a novel insecticide, sucrose octanoate, to beneficial insects in Florida citrus. *Fla. Entomol.* 87: 6-9.
- Neal Jr., J.W., J.G. Buta, G.W. Pittarelli, W.R. Lusby & J.A. Bentz. 1994. Novel sucrose esters from *Nicotiana glauca*: Effective biorationals against selected horticultural insects pests. *J. Econ. Entomol.* 87: 1600-1607.
- Onzo A., R. Hanna, K. Negloh, M. Toko & M.W. Sabelis. 2005. Biological control of cassava green mite with exotic and indigenous phytoseiid predators - Effects of intraguild predation and supplementary food. *Biol. Control* 33: 143-152.
- Puterka, G.J., W. Farone, T. Palmer & A. Barrington. 2003. Structure-function relationships affecting the insecticidal and miticidal activity of sugar esters. *J. Econ. Entomol.* 96: 636-644.
- Siegler, E.H. & C.H. Popenoe. 1925. The Fatty acids as contact insecticides. *J. Econ. Entomol.* 18(2): 292-299.
- Thevenet S., A. Wernicke, S. Belniak, G. Descotes, A. Bouchu & Y. Queneau. 1999. Esterification of unprotected sucrose with acid chlorides in aqueous medium: kinetic reactivity versus acyl- or alkyloxycarbonyl-group migrations. *Carbohydr. Res.* 318: 52-66.
- Vieira, M.R. & E.C. Gomes. 1999. Sintomas, desfolhamento e controle de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari: Eriophyidae) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Cult. Agron.* 8: 53-71.

- Vieira M.R. & E.C. Gomes. 2001. Avaliação de acaricidas no controle de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari: Eriophyidae) em seringueira através de contagem em campo. Cult. Agron. 10: 145-158.
- Vieira, M.R., E.C. Gomes & J.C. Figueira. 2006. Controle químico de *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) em seringueira. BioAssay 1: 1-7.
- Vis, M.J. de, G.J. de Moraes & M.R. Bellini. 2006. Mites (Acari) of rubber trees (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. Neotrop. Entomol. 35: 112-120.
- Von Elling, K., C. Borgemeister, M. Sétamou & H.M. Poehling. 2000. The effect of NeemAzal-T/S (R), a commercial neem product, on different developmental stages of the common greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hom., Aleyrodidae). J. App. Entomol. 126: 40-45.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. New Jersey, 4^a ed., Prentice-Hall, Inc. 663p+212 App.

Available online: www.bioassay.org.br/ojs/index.php/bioassay/article/view/28