

ELBA GUERRIERI CARDOSO

Estudo da Atividade Acaricida de Ésteres de Sacarose em Ácaros (Acari) de *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. (Euphorbiaceae)

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal de Alimentos, área de Biologia Animal do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

São José do Rio Preto, 23 de abril de 2007.

*Aos meus pais, Osmir e Sônia,
ao meu irmão Nathan
e ao Marcus.
Dedico*

O essencial é invisível aos olhos.

Saint-Exupéry

Agradecimentos

Ao meu pai Osmir por todos os sacrifícios enfrentados ao longo desses anos de ausência,

À minha mãe, Sônia, por aconselhar, compreender e apoiar sempre todas as minhas decisões e principalmente, por não me deixar desistir...

Ao meu irmão Nathan pela amizade;

Ao Marcus Bronzi por todos esses anos de apoio, solidariedade nos momentos mais obscuros, compreensão, Paciência, muito Amor e obstinação. Por fazer - me compreender as diferenças e as dificuldades e tornar - me uma pessoa melhor... Por acreditar até mais do que eu mesma nesse trabalho;

Ao Professor Reinaldo Feres pelo apoio, orientação e disciplina;

Ao Professor Maurício Boscolo por ter proporcionado todas as oportunidades para meu crescimento, além da compreensão, das críticas severas e por todas as brincadeiras que serão sempre lembradas com muito carinho.

Ao Luis Gustavo Galego (*LG*), Tatiana Miguel (*Tati Mi*) e Mônica Ceneviva pela amizade e por todas as sugestões que enriqueceram meu trabalho;

Ao Fábio Akashi e Rodrigo Daud por sempre me apoiar e sugerir melhorias nas fases mais difíceis do meu mestrado;

Aos colegas de laboratório, Felipe M. Nuvoloni, Raquel Kishimoto, Marcelo Del 'Arco, Eduardo R. Silva, Viviane Monteiro, Peterson R. Demite, *Yoda* (Rodrigo Daud) e Renato (*Lambari*) que sempre deram uma “*mãozona*” nas várias etapas experimentais, pelas críticas e sugestões.

À Derci Anésia Borela, secretária do Departamento de Zoologia e Botânica, e Rita Beatriz Seixas, secretária do Departamento de Química e Ciências Ambientais, pela amizade, apoio e por todas as orientações.

Ao técnico do Centro de Microscopia Luis pelos “quebra galhos” e pelo serviço árduo de histologia;

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a elaboração e conclusão desse trabalho.

Obrigada

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tabelas.....	x
Resumo.....	1
Abstract.....	2
1 Introdução.....	3
1.1 Controle químico tradicional.....	3
1.2 Ésteres de sacarose no controle de pragas.....	4
1.3 <i>Hevea brasiliensis</i>	5
2 Revisão Bibliográfica.....	6
2.1 Ésteres de sacarose.....	6
2.2 Ácaros associados às seringueiras.....	6
3 Objetivos.....	10
4 Material e Métodos.....	11
4.1 Tratamentos.....	11
4.2 Criações.....	12
4.3 Ação ovicida.....	13
4.4 Ação direta e residual.....	13
4.5 Análise estatística.....	15
4.6 Análise em microscópio.....	16
4.6.1 Microscopia óptica.....	16
4.6.2 Microscopia de varredura.....	16
5 Resultados e Discussão.....	18
5.1 Efeito ovicida em fitófagos.....	18
5.2 Ação direta e residual em fitófagos.....	19

5.3	Ação ovicida em predadores.....	21
5.4	Ação direta e residual em predadores.....	22
5.5	Dados morfométricos.....	23
5.6	Microscopia eletrônica.....	24
6	Conclusões.....	26
7	Literatura citada.....	27

LISTA DE FIGURAS

Página

1	A - Estrutura química representativa da sacarose; B - Exemplo de sucroéster de cadeia alquílica longa (monolaurato de sacarose).....	36
2	Equipamentos utilizados para criações e tratamentos com sucroésteres. A: Torre de Potter. B: B.O.D. C: Estereomicroscópio.....	37
3	Bandejas de criações. A: Criações de fitófagos. B: Criações de fitoseídeos.....	38
4	Arenas para estudo da viabilidade dos ovos. A: Fitófagos. B: Fitoseídeos.....	39
5	Arenas de testes de ação direta e residual. A: Fitófagos. B: Fitoseídeos.....	40
6	Viabilidade dos ovos de ácaros fitófagos em função de diferentes concentrações dos sucroésteres.....	41
7	Porcentagem de larvas vivas de fitófagos em função do tempo, após a pulverização dos ovos em diferentes concentrações de sucroésteres.....	42
8	Mortalidade média de fitófagos em função do efeito direto e residual de sucroésteres em diferentes concentrações.....	43
9	Viabilidade dos ovos de predadores em função de diferentes concentrações dos sucroésteres.....	44
10	Proporção de larvas vivas de predadores em função do tempo após a pulverização dos ovos em diferentes concentrações de sucroésteres.....	45
11	Mortalidade média de predadores em função do efeito direto e residual de sucroésteres em diferentes concentrações.....	46

12	Dispersão de predadores em função das concentrações crescentes de sucroésteres.....	47
13	Médias (µm) do comprimento e largura do idiossoma em função das concentrações testadas de sucroésteres.....	48
14	Eletromicrografia de varredura de <i>Calacarus heveae</i> do grupo controle tratado com álcool etílico a 70%.....	49
15	Eletromicrografia de varredura de <i>Calacarus heveae</i> tratado com glutaraldeído 2,5%.....	50
16	Eletromicrografia de varredura de <i>Eutetranychus banksi</i> tratado com álcool etílico a 70%.....	51
17	Eletromicrografia de varredura de <i>Eutetranychus banksi</i> . Montagem direta.....	52

LISTA DE TABELAS

Página

- I Média e desvio padrão em relação ao comprimento (A) e largura (B) dos segmentos das pernas I – IV de *Eutetranychus banksi* de acordo com os tratamentos de sucroésteres..... **53**
- II Média e desvio padrão em relação ao comprimento (A) e largura (B) dos segmentos das pernas I – IV de *Tenuipalpus heveae* de acordo com os tratamentos de sucroésteres..... **54**

Estudo da atividade acaricida de ésteres de sacarose em ácaros (Acari) de *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. (Euphorbiaceae)

RESUMO

Visando analisar a atividade acaricida de ésteres de sacarose em organismos presentes em seringueiras, foram estudados os ácaros fitófagos *Calacarus heveae* (Eriophyidae), *Tenuipalpus heveae* (Tenuipalpidae) e *Eutetranychus banksi* (Tetranychidae), e predadores *Euseius concordis*, *Euseius citrifolius* e *Iphiseiodes zuluagai* (Phytoseiidae). Os resultados obtidos são promissores, pois as concentrações de ésteres de sacarose testadas foram capazes de controlar e alterar o ciclo de desenvolvimento dos fitófagos estudados. Houve diminuição da viabilidade dos ovos e alta taxa de mortalidade de larvas e indivíduos adultos. Quanto aos predadores, as concentrações de sucroésteres que foram eficientes para o controle dos fitófagos, não afetaram de forma significativa o seu desenvolvimento, porém causaram sua dispersão. Além de serem produtos biodegradáveis e de baixo impacto ambiental, os ésteres de sacarose mostraram-se eficientes no controle dos fitófagos sem causar alta mortalidades aos predadores estudados, o que viabiliza a utilização desses produtos em programas de manejo integrados de pragas.

**Studies of miticidal activity of sucrose esters to mites (Acari) in *Hevea brasiliensis*
Müell. Arg. (Euphorbiaceae)**

ABSTRACT

Aiming to investigate the acaricid activity of sucrose esters in rubber trees organisms, the present study analyzed the phytophagous mites *Calacarus heveae* (Eriophyidae), *Tenuipalpus heveae* (Tenuipalpidae) and *Eutetranychus banksi* (Tetranychidae), and the predators *Euseius concordis*, *Euseius citrifolius* e *Iphiseiodes zuluagai* (Phytoseiidae). The results obtained were promising, since the tested concentrations of sucrose esters controlled and altered the developmental cycle of the phytophagous mites studied. The viability of the eggs was reduced and the mortality of larvae and adult individuals was high. The sucrose esters concentrations that were efficient to control the phytophagous mites didn't affect significantly the development of the predator ones, although the product caused their dispersion. Apart from being biodegradable products with low environmental impact risks, the sugar esters showed to be efficient to phytophagous mites control, without causing high mortalities to the predator ones, what viabilizes the use of these products in integrated pests management program.

1. Introdução

1.1. Controle químico tradicional

Existem vários produtos químicos que são utilizados no controle de pragas. Mais de 300 princípios ativos distribuídos em mais de 2000 formulações são empregadas nas mais variadas culturas, finalidades e modalidades de uso. Dos compostos usados em grande escala, encontram-se essencialmente os organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretróides e toda uma série de derivados de triazinas, dentre outros (Lara & Batista, 1992).

Embora o controle químico reduza o índice de doenças para homens e animais e ainda tenha incrementado a produção agrícola, os agentes químicos podem permanecer ativos no ambiente por longos períodos, afetando os ecossistemas. Os efeitos desses agentes ao longo do tempo representam grande risco para a saúde, tornando necessária à vigilância e o monitoramento desses produtos em água, solo, alimentos e ar (Javaroni *et al.* 1991). O surgimento de populações resistentes é outro fator limitante ao uso de inseticidas (Sato *et al.* 1994a). A resistência aos acaricidas é comum e pode ser rapidamente desenvolvida pelas populações (Gould 1973). Essa resistência pode ser definida como: redução da sensibilidade de determinadas populações a um determinado acaricida; desintoxicação natural, absorção mais lenta da toxina, fuga de locais de perigo (resistência comportamental); mecanismos utilizados para evitar a ação deletéria de acaricidas (Pavan 2002). A estratégia para evitar o surgimento de populações resistentes aos acaricidas é reduzir a pressão de seleção desses compostos sobre as pragas, e isso

pode ser realizado através de programas de manejo integrado de pragas (Pedigo 1999) e uso de produtos alternativos. São encontrados na literatura muitos estudos quanto ao uso de produtos naturais para o controle de pragas nas mais diversas culturas. Dentre os principais compostos estudados estão o extrato de Nim, (Mourão *et al.* 2004; Meneguim & Martinez, 1998) extrato pirolenhoso (Morandi Filho *et al.* 2006), óleos essenciais (Fazolin *et al.* 2002, 2005) e ésteres de sacarose (Hawthorne *et al.* 1992; Neal *et al.* 1994; Puterka & Severson 1995; Liu & Stansly 1995; Chortyk *et al.* 1996; Liu *et al.* 1996; Chortyk *et al.* 1997; Puterka *et al.* 2003; Michaud & McKenzie 2004).

1.2.Ésteres de sacarose no controle de pragas

A sacarose pode ser considerada um poliol com oito grupos hidroxilas livres que ao reagirem com ácidos aromáticos ou alifáticos, produzem ésteres de sacarose contendo um ou mais grupos acila na molécula (Figura 1a). Os ésteres de sacarose de cadeias alquílicas longas (Figura 1b) são substâncias anfifílicas e apresentam interessantes propriedades biológicas devido ao fato de serem caracterizadas como surfactantes não iônicos, biodegradáveis e de baixo impacto ambiental (Polat & Linhardt 2001). Sucroésteres derivados de glicerídeos vegetais são produzidos a partir de óleo vegetal, sacarose refinada e K_2CO_3 na ausência de solventes. O fato de não utilizar solventes na síntese dispensa a purificação do produto e torna o processo de produção mais barato.

Os sucroésteres são naturalmente produzidos por algumas espécies de plantas para a sua proteção contra predadores naturais. A estrutura básica dos ésteres de sacarose foi isolada inicialmente da espécie *Nicotiana sp.* (Chortyk *et al.* 1996). A partir desses compostos isolados, tiveram início os processos de síntese de ésteres para o

estudo de suas características físico-químicas e inseticidas. Os compostos são obtidos em condições laboratoriais pela reação da sacarose com anidridos, cloretos de ácidos orgânicos ou por processos de transesterificação.

1.3. *Hevea brasiliensis*

A seringueira é a principal fonte da borracha natural produzida mundialmente. É a matéria prima essencial para a indústria e para os transportes devido às suas propriedades como a elasticidade, plasticidade, resistência ao desgaste, isolante de eletricidade entre outras (Tanzini 2002). A literatura nacional registra alguns resultados de pesquisas sobre a seletividade de inseticidas-acaricidas a predadores encontrados em *Hevea* (Reis & Souza 2000; Fragoso *et al.* 2002; Ferla & Moraes 2006), no entanto as pesquisas com seringueiras enfatizam o melhoramento genético para características de desenvolvimento e produção e a fitopatologia, com poucas pesquisas em relação aos artrópodes presentes e alternativas para seu controle. Devido a isso, a utilização inadequada de inseticidas-acaricidas químicos leva à seleção de organismos resistentes e a eliminação de organismos benéficos que poderiam ajudar no controle de artrópodes-praga. Dessa forma torna-se importante desenvolver métodos alternativos de controle para as diferentes pragas da seringueira.

2.Revisão bibliográfica

2.1. Ésteres de sacarose

A literatura apresenta grande número de testes com resultados positivos, realizados com vários tipos de ésteres de sacarose em diferentes pragas da agricultura. Tanto ésteres naturais como os sintéticos apresentam efeito tóxico, causando a morte rápida de artrópodes com exoesqueleto delicado como o ácaro da leprose dos citros, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), afídeos, mosca-branca e psílídeos. Essas substâncias podem agir na suspensão da alimentação e oviposição de ácaros e minadores de folhas. (Hawthorne *et al.* 1992; Neal *et al.* 1994; Puterka & Severson 1995; Liu & Stansly 1995; Chortyk *et al.* 1996; Liu *et al.* 1996; Chortyk *et al.* 1997; Puterka *et al.* 2003; Michaud & McKenzie 2004). Sobre o modo de ação dos ésteres, Thurston & Webster (1962) sugeriram que atuam sobre a cutícula dos organismos, causando morte por dessecação. Liu & Stansly (1995) observaram que ninfas de *Bemisia argentifolia* (Bellows & Perring) secaram e caíram da superfície das folhas quando tratadas com extratos de *Nicotiana glauca* L.

2.2. Ácaros associados às seringueiras

Ácaros podem ser encontrados em uma grande variedade de habitats, com hábitos alimentares muito variados (Flechtmann 1975). Certos grupos de ácaros têm grande importância para a agricultura por apresentarem espécies fitófagas ou predadoras.

Dentre o grande número de ácaros existentes, a ordem Acariformes, subordem Prostigmata, engloba ácaros fitófagos de grande importância para a agricultura. Esses ácaros se alimentam do conteúdo celular das plantas causando injúrias nas mesmas (Flechtmann 1975) e como consequência, queda da produção. A acarofauna presente em seringueiras no Brasil é alvo de pesquisas recentes. Feres (2000) analisando material proveniente de dez clones de *Hevea brasiliensis* e de outras cinco espécies de *Hevea*, cultivados nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo, encontrou 28 espécies pertencentes a 24 gêneros de 11 famílias. Para o estado de Mato Grosso, Ferla & Moraes (2002) estudaram a flutuação populacional das espécies acarinas em seringais localizados nos municípios de Itiquira e Pontes e Lacerda, e registraram 41 espécies. Entre as fitófagas, as mais abundantes foram *Tenuipalpus heveae* Baker (Tenuipalpidae), *Calacarus heveae* Feres (Eriophyidae), *Oligonychus gossypii* (Zacher) e *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (Tetranychidae). Entre as predadoras destacaram-se *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (Phytoseiidae), *Agistemus floridanus* Gonzalez (Stigmaeidae) e *Pseudobonzia* sp. (Cunaxidae). Nos municípios de Cedral, Pindorama e Taquaritinga, SP, Feres *et al.* (2002), registraram a ocorrência de 22 espécies com predomínio das fitófagas *C. heveae* e *T. heveae*, seguidas de *Eutetranychus banksi* (McGregor) (Tetranychidae) e *Phyllocoptruta seringueirae* Feres (Eriophyidae). Os predadores mais abundantes foram *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Phytoseiidae), *Zetzellia quasagistemas* Hernandez & Feres (2006) (Stigmaeidae), além de ácaros da família Tydeidae – Pronematinae (Daud & Feres 2005), Acaridae e Bdellidae (Demite & Feres 2005).

Calacarus heveae: Espécie descrita em 1992 a partir de material coletado no noroeste do estado de São Paulo (Feres 1992) e registrada somente em *Hevea brasiliensis* no Brasil. Tem sido observada em grandes populações na face superior das folhas. Como resultado do seu ataque, as folhas perdem o brilho e apresentam áreas de amarelecimento progressivo, intercalada com áreas verdes normais, lembrando o sintoma de mosaico provocado por vírus em diferentes culturas (Vieira *et al.* 2000). Plantas atacadas podem perder até 75% das suas folhas, um ou dois meses antes da desfolha natural (Vieira & Gomes 1999).

Tenuipalpus heveae: Espécie pertencente à família Tenuipalpidae, a qual engloba também o ácaro da leprose dos citros. É um ácaro plano, achatado dorso ventralmente, de coloração alaranjada quando jovem (inclusive ovos) e avermelhada na fase adulta. Ocorre em grandes populações na face inferior dos folíolos e quando em grandes infestações também podem ser encontrados na face superior (Feres 2000; Feres *et al.* 2002; Ferla & Moraes 2002).

Eutetranychus banksi: Considerado um dos mais importantes ácaros-praga da citricultura norte americana (Metcalf 1962). Está presente no sudoeste dos Estados Unidos, especialmente no Texas e na Flórida, sendo também encontrado no México, Costa Rica e algumas ilhas do Havaí. Ocorrem primeiramente na superfície superior das folhas produzindo manchas marrom amareladas e causando queda prematura. Na tentativa de controlar esta praga, utiliza-se o controle químico.

Predadores: Ácaros Phytoseiidae e Stigmaeidae são os predadores mais comuns em folhas de seringueira no sudeste e centro-oeste do Brasil, sendo a maior diversidade apresentada pelos fitoseídeos (Feres 2000, Ferla & Moraes 2002). Eles são importantes reguladores de populações de ácaros fitófagos nos agrossistemas, por isso, a preservação desses artrópodes benéficos é uma tática econômica e ambientalmente importante, por manter populações de ácaros-praga em baixos níveis e reduzir o número de aplicações de acaricidas. Isso diminui a relação custo/benefício e, principalmente, a quantidade de resíduos poluentes no meio, o que mostra a importância de se conhecer a ação seletiva ou tóxica de produtos utilizados no controle de pragas (Mourão *et al.* 2004).

Euseius citrifolius tem sido relatado no Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil, em grande diversidade de plantas (Moraes & Mcmurtry 1983, Feres & Moraes 1998, Ferla & Moraes 1998, Gondim Jr & Moraes 2001). *Iphiseiodes zuluagai* tem sido relatado em citros no estado de São Paulo (Gravena 1990, Chiavegato 1991, Sato *et al.* 1994a), especialmente durante a época mais seca do ano. Gondim Jr & Moraes (2001) observaram ser esse predador mais freqüente e abundante em arecáceas nativas e exóticas no vale do Ribeira e em Piracicaba, SP. Este fitoseídeo também tem sido encontrado no estado de São Paulo em diversos outros vegetais como euforbiáceas, no litoral e no cerrado (Zacarias & Moraes 2001). Feres *et al.* (2002) registraram essa espécie em seringal circundado por plantação comercial de citros, em Taquaritinga.

3. Objetivos

- Averiguar a ação ovicida e acaricida de ésteres de sacarose sobre diferentes estágios de desenvolvimento de *Calacarus heveae*, *Tenuipalpus heveae* e *Eutetranychus banksi*, ácaros fitófagos de seringueira;
- Avaliar possíveis efeitos negativos ocasionados pelos ésteres de sacarose sobre os ácaros predadores: *Euseius concordis*, *Euseius citrifolius* e *Iphiseiodes zuluagai*;
- Verificar possíveis alterações ocasionadas pelos ésteres de sacarose no exoesqueleto dos ácaros estudados.

4. Material e Métodos

Os experimentos foram desenvolvidos no laboratório de Acarologia do Departamento de Zoologia e Botânica IBILCE – UNESP.

4.1. Tratamentos

Os tratamentos consistiram de soluções de sucroésteres em água destilada com concentrações de 1,0; 2,0; 5,0 e 10,0 g/L, e água destilada como controle. Para as pulverizações utilizou-se um pulverizador do tipo Torre de Potter (Figura 2a). Em todos os tratamentos foi pulverizado o volume de 2,0 mL de solução e com a Torre calibrada para a vazão de ar comprimento de 7L/min. Todos os experimentos foram mantidos em B.O.D (Figura 2b) (U.R de $70\pm 10\%$, fotoperíodo de 14 h luz 10 h escuro, $28^{\circ}\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ na fotofase e $24\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ na escotofase). Utilizou-se um estereomicroscópio para auxiliar na transferência e contagem dos ácaros (Figura 2c). Foram realizadas cinco repetições por tratamento. Os ácaros estudados foram os fitófagos *C. heveae*, *T. heveae* e *E. banksi*, e os predadores *E. citrifolius*, *E. concordis* e *I. zuluagai*.

4.2. Criações

Para a criação de fitófagos foram montadas bandejas contendo manta de espuma de náilon de 2 cm de altura embebidas em água destilada e recobertas com uma fina camada de algodão hidrófilo para manutenção da umidade, onde foram colocados folíolos de seringueira coletados no campus da UNESP de São José do Rio Preto (20°47'S, 49°21'W) com a face abaxial ou adaxial em contato com a espuma, de acordo com o microhábitat ocupado por cada espécie. Água destilada foi adicionada diariamente às bandejas para manutenção da umidade. As margens dos folíolos foram recobertas com algodão hidrófilo para impedir a fuga dos ácaros (Figura 3a). Cada arena foi mantida em bandejas plásticas (6x16x23cm³) sem tampa para evitar a condensação de vapor de água na superfície dos folíolos.

Nas criações dos predadores as bandejas foram montadas de forma semelhante às descritas acima, diferindo apenas pela substituição dos folíolos de seringueira por placas de Paviflex® (10x15cm²). Uma fina camada de algodão foi colocada sob uma lamínula de microscopia para servir de abrigo e local de oviposição para as fêmeas. Cada arena foi mantida dentro de bandeja retangular opaca (16x22x7cm³), com abertura retangular de 3,0 x 3,5 cm² no centro da tampa (Figura 3b). Exemplares de *E. citrifolius* foram coletados em folhas de goiabeira e citros, e de *E. concordis* e *I. zuluagai* em folhas de *Pachira aquática* Aubl (Bombacaceae). Os predadores foram mantidos com pólen de *Typha angustifolia* L. (Typhaceae) ou de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae), solução de mel a 10% e *Tetranychus ogmophallos* Ferreira & Flechtmann (Tetranychidae).

4.3. Ação ovicida

As arenas utilizadas para estudo da viabilidade dos ovos foram montadas em bandejas semelhantes às montadas para criações. Os folíolos de seringueira, ou as placas de Paviflex® foram divididos em arenas de criação de 4,0 cm² de área, utilizando-se tiras de lenço de papel (Ferla & Moraes 2003a), para os fitófagos (Figura 4a), e tiras de algodão para os fitoseídeos (Figura 4b), num total de 40 arenas por tratamento. Nas bandejas de fitoseídeos, fios de algodão foram dispostos nas arenas para serem utilizados como abrigo e locais de oviposição. Pólen de *M. fistulifera* e *T. angustifolia* foram disponibilizados em quantidade superior ao consumo. Foram transferidas cinco fêmeas por arena e após 24 horas de confinamento, as mesmas foram retiradas deixando-se apenas os ovos que foram em média de 13 ovos por arena. Retiradas as fêmeas, fez-se a pulverização das soluções de sucroésteres em diferentes concentrações e água destilada como controle, sobre os ovos. O acompanhamento do ciclo de vida ocorreu até o décimo dia após a oviposição para os fitófagos e até o sétimo dia após a oviposição para os predadores.

4.4. Ação direta e residual

Para os bioensaios de contato residual (Jeppson *et al.* 1975) com fitófagos foram recortados quadrados de 4 cm² de folíolos de seringueira (arenas) que foram dispostos sobre placas de Petri de 13 cm de diâmetro contendo algodão hidrofílico umedecido. Cada placa recebeu quatro arenas que tiveram as bordas cobertas por tiras de papel de

filtro para evitar a fuga dos ácaros (Figura 5a). Após a pulverização, as arenas foram colocadas para secar em condição ambiente por cerca de duas horas. Após esse período os ácaros foram transferidos para as arenas e mantidos em câmara climática tipo B.O.D.

Para os testes de ação direta foram confeccionadas arenas iguais às descritas para a ação residual, porém as pulverizações das concentrações de sucroésteres foram feitas após a transferência dos ácaros para as arenas. Em ambos os bioensaios, cada placa recebeu 40 indivíduos adultos (10 indivíduos por arena), para testes com *C. heveae* e 20 adultos (5 indivíduos por arena) para testes com *E. banksi* e *T. heveae*. A mortalidade foi contabilizada 24 horas após a pulverização das concentrações dos sucroésteres.

Os testes com os predadores foram realizados em lamínulas postas para flutuar em Placas de Petri contendo água destilada que serviu de barreira para a fuga dos ácaros e para sua hidratação (Figura 5b). No testes de ação residual as lamínulas foram pulverizadas com as soluções de sucroésteres e água destilada para o controle, as mesmas foram deixadas em temperatura ambiente por duas horas para secarem e após esse período realizou-se a transferência dos ácaros. Nos testes de ação direta os ácaros foram transferidos para as lamínulas antes das pulverizações e as concentrações dos sucroésteres foram pulverizadas diretamente sobre os indivíduos. A contagem dos indivíduos mortos foi realizada 24 h após as pulverizações.

4.5. Análise Estatística

Para os testes da ação ovicida obteve-se a viabilidade dos ovos através da fórmula

$$viab = \frac{n_1}{n_2}$$

onde:

n_1 = nº ovos viáveis,

n_2 = nº ovos totais na arena em estudo.

A partir dos valores obtidos foi realizada sua correção através do *arcoseno*(*viab*). A correção dos valores foi importante para discriminar o número de mortes efetivas das mortes acidentais (ácaros mortos sobre o algodão) que ocorreram nos tratamentos.

Para os testes estatísticos dos bioensaios de ação direta e ação residual, a mortalidade em cada tratamento foi corrigida através da fórmula de Abbott.

Os valores foram posteriormente submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey através do programa estatístico BioEstat 3.0. (Ayres *et al.* 2003).

4.6. Análise em Microscópio:

4.6.1. Microscopia óptica

Foram analisados 10 exemplares de cada tratamento realizado ao longo dos anos de 2005 e 2006, com *E. banksi* e *T. heveae*. Esses exemplares foram obtidos dos experimentos realizados com concentrações de 5 e 10 g/L de sucroésteres e no controle realizado com água destilada. Os ácaros foram montados em lâminas de microscopia com o auxílio de estereomicroscópio, utilizando meio de Hoyer (Fletchmann 1975; Jeppson *et al.* 1975). As lâminas foram mantidas em estufa a 60°C por até três dias, para a fixação da posição, distensão e clarificação dos espécimes. Posteriormente foi feita a lутagem dos bordos da lamínula com resina alquídica (Verniz Cristal ®). Foram mensurados o comprimento e largura do idiossoma e o comprimento e largura dos segmentos das pernas com o auxílio de um microscópio de contraste de fase. Para verificar a significância das diferenças morfométricas entre os tratamentos foi realizado o teste ANOVA com intervalo de confiança de 95%, através do programa BioEstat 3.0.

4.6.2. Microscópio de varredura

Para essas análises utilizou-se tanto *C. heveae* quanto *E. banksi*. Foram montados *stubs* contendo pedaço de fita adesiva de cobre, com ácaros sem tratamento (controle) e tratados com concentração de 10g/L de sucroésteres. Três metodologias distintas foram realizadas (i) fixação dos organismos (*C. heveae* e *E. banksi*) em álcool etílico a 70%

seguido de metalização em ouro (Wergin *et al.* 2000, Archor, *et al.* 2001); (ii) fixação de *C. heveae* em glutaraldeído 2,5% por 24 h seguido de série crescente de desidratação em acetona (30, 50, 70, 80, 90, 95, 100, 100, 100%) submersos 30 minutos em cada solução, passagem ao ponto crítico e metalização em ouro (210 segundos) (Ferla & Moraes 2003b); (iii) montagem direta de *E. banksi* (sem fixação) seguida de metalização em ouro.

5. Resultados e Discussão

5.1. Efeito ovicida em fitófagos

Em ambos os fitófagos estudados houve diminuição da viabilidade dos ovos de acordo com o aumento das concentrações de sucroésteres (Figura 6). A eficiência ovicida do produto variou de 80 a 99,9% a partir da concentração de 2,0 g/L para *C. heveae* e de 62 a 100% para *E. banksi*. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Neal *et al.* (1994) em testes feitos com resíduos de ésteres de sacarose sobre ovos de *Tetranychus urticae* Koch e por Reis *et al.* (2005, 2003) em ensaios de ação ovicida ocasionada por spirodiclofen, azociclotin, abamectin e emamectin em ovos de *B. phoenicis*.

Houve diferenças significativas entre o grupo controle e os demais tratamentos ($p < 0,01$). Foi observado que nas concentrações a partir de 2,0g/L os ovos apresentaram alteração na aparência como aspecto gelatinoso, murchamento e córion mais elástico, o que dificultou a eclosão das larvas. Foi possível observar que partir do sétimo dia de experimento houve proliferação de fungos nas bandejas pulverizadas com sucroésteres. Quanto à eclosão das larvas, nos experimentos com *C. heveae*, no tratamento controle elas eclodiram, em média, no quinto dia, semelhante aos resultados obtidos por Ferla & Moraes (2003a), e para *E. banksi* no quarto dia o número de eclosões chegou a 70% (Figura 7). Os indivíduos sofreram mudança de estágio e permaneceram vivos até o nono dia de avaliação. Nos tratamentos realizados com os sucroésteres observou-se pequena taxa de eclosão das larvas (entre 2 e 18%), que ocorreram entre o terceiro e quarto dias

de experimentos. As larvas que eclodiram não permaneceram vivas, pois ao entrarem em contato com resíduos dos sucroésteres acabaram morrendo entre o sétimo e oitavo dia de experimento. Michaud & McKenzie (2004) observaram resultados semelhantes através de experimentos realizados com concentrações de octanoato de sacarose, um sucroéster, em *Aphytis melinus*, *Curinus coeruleus* e outros. Segundo os autores a morte desses organismos poderia ser explicada pela dificuldade de alimentação ocasionada pela presença dos sucroésteres na superfície das folhas.

5.2. Ação direta e residual em fitófagos

As concentrações testadas ocasionaram altas taxas de mortalidade nos três fitófagos estudados tanto nos testes de ação direta como de ação residual (Figura 8). A mortalidade foi crescente conforme o aumento da concentração e os valores de mortalidade variaram de 56 a 100% para *C. heveae*, 47 a 100% para *E. banksi* e 29 a 100% em *T. heveae* para os testes de ação direta. Na ação residual a mortalidade variou de 60 a 90% para os três fitófagos nas concentrações a partir de 2,0 g/L; resultados semelhantes aos obtidos por Neal *et al.* (1994) em que resíduos de ésteres de sacarose causaram mortalidade significativa (80%) em fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch. Houve diferenças significativas entre o controle e os tratamentos em ambos experimentos ($p < 0,05$).

Foi possível observar que após a pulverização direta com os sucroésteres os ácaros apresentaram dessecação rápida, dificuldades de locomoção sobre a superfície das folhas, inatividade, dificuldades de alimentação, alteração da aparência e textura do tegumento. Muitos deles ficaram fortemente aderidos à superfície e aos outros ácaros. A

dessecação embasa a teoria de ruptura da membrana celular como proposto por Thurston & Webster (1962), Neal *et al.* (1994), Puterka & Severson (1995) e Puterka *et al.* (2003). Outro efeito dos ésteres sobre os organismos seria o desacoplamento da cadeia de fosforilação (Puritch 1975) que impediria a formação de ATP e a energia seria dissipada na forma de calor. Siegler & Popenoe (1925) e Puritch (1975) em testes com afídeos, sugerem que a morte seja ocasionada por sufocamento, devido à oclusão das aberturas corporais ocasionada pelas propriedades surfactantes dos sucroésteres (Imai *et al.* 1994, 1995). Nos testes de ação residual pôde-se observar paralisia das pernas, inabilidade locomotora, movimentos desorientados e dessecação. Mesmo com dificuldades de sobrevivência foi possível verificar a oviposição de *T. heveae* em algumas arenas de estudo em concentrações até 2g/L. Resultados obtidos por Ferla & Moraes (2003b) com aplicação de vários inseticidas e inseticidas-acaricidas em diferentes concentrações mostraram ser essa espécie mais resistente aos efeitos de inseticidas em relação a *C. heveae*.

A maneira como os ésteres de sacarose atuam no corpo varia de acordo com mecanismos dependentes da constituição química do exoesqueleto, estruturas especializadas e adaptações fisiológicas que envolvem cada espécie em particular, como observado por Puterka *et al.* (2003), portanto torna-se necessário maiores estudos nesse aspecto.

5.3. Ação ovicida em predadores

Concentrações a partir de 5g/L foram nocivas quanto à viabilidade dos ovos para *E. concordis* (85 a 92%) e para *E. citrifolius* (86%) e levemente nocivas para *I. zuluagai* (64%) (Figura 9). Concentrações até 2g/L não ocasionaram efeito ovicida em *E. citrifolius* e *E. concordis* e os ácaros apresentaram desenvolvimento normal. Ovos de *I. zuluagai* foram mais resistentes às concentrações testadas de sucroésteres que *E. concordis* e *E. citrifolius*. Resultados semelhantes foram obtidos por Reis & Souza (2001) em estudos realizados com diferentes concentrações de fenbutatin-oxide e chlofenapyr sobre *E. alatus* e *I. zuluagai*. A eclosão das larvas variou de 13 a 81% de acordo as concentrações crescentes de sucroésteres. Ocorreram diferenças significativas ($p < 0.01$) da viabilidade dos ovos em concentrações a partir de 5g/L. Após a eclosão das larvas, que ocorreu em torno do 2º dia de experimento, como verificado por Moraes & Lima (1983), Yamamoto & Gravena (1996) e Furtado & Moraes (1998), essas tiveram desenvolvimento normal e permaneceram vivas até o sexto dia, e partir daí houve um decréscimo do número de indivíduos vivos (Figura 10). Assim como em Reis & Souza (2001) as larvas eclodidas e /ou ninfas foram mais suscetíveis à ação do produto que os ovos. Em baixas concentrações (menores que 5g/L) houve pequena diminuição da proporção de larvas vivas ao longo do tempo. Algumas larvas foram observadas próximas ao algodão que delimitava as arenas. Isso, aparentemente se deveu a algum efeito repelente que os compostos testados exerceram sobre os ácaros.

5.4. Ação Direta e Residual em Predadores

As concentrações até 2g/L foram levemente nocivas para *E. citrifolius* e *E. concordis* nos testes de ação direta. Acima de 2g/L o efeito dos sucroésteres foi nocivo e a mortalidade variou de 53 a 77% (Figura 11). Essa porcentagem de mortalidade ocasionada pelos ésteres de sacarose foram semelhantes aos valores obtidos por Reis *et al.* (2005, 2003) em testes com inseticidas – acaricidas usados em plantações de citros. Ao contrário do estudo realizado por Mourão *et al.* (2004) com extrato de Nim sobre *I. zuluagai*, os ésteres de sacarose foram seletivos para esse ácaro. As concentrações de 1,0 5,0 e 10,0 g/L testadas foram inócuas. A concentração de 2,0 g/L, por sua vez, ocasionou em torno de 20% de mortalidade, sendo considerado de baixa nocividade. Alguns trabalhos como o de Fragoso *et al.* (2002) também mostraram que a ação de diferentes inseticidas, como o dissulfotom, foi inócua para *I. zuluagai*. Os testes de ação residual por sua vez apresentaram baixa taxa de mortalidade para *E. concordis* e *E. citrifolius*, sendo que os valores variaram de 19 a 21% na maior concentração testada de sucroésteres. Para *I. zuluagai* as concentrações foram inócuas e a mortalidade ocasionada não foi significativa em relação ao grupo controle ($p>0.05$). Assim como em Reis & Souza (2001) e Ferla & Moraes (2006), *E. concordis* e *E. citrifolius* foram mais sensíveis às concentrações testadas que *I. zuluagai*.

Um fator interessante ocasionado pelas baixas concentrações de sucroésteres (até 2g/L) em *E. concordis* e *E. citrifolius*, foi a elevada taxa de dispersão (Figura 12). Nesse caso os ácaros foram encontrados nas bordas das placas de Petri, fora do campo de ação dos sucroésteres. O efeito residual foi o que ocasionou maior taxa de dispersão que variou de 70 a 90%.

Inúmeros são os trabalhos sobre seletividade de produtos visando o controle integrado. Jones (1983) *apud* Komatsu & Nakano (1988) realizou estudos do efeito de vários produtos sobre artrópodes benéficos, constatando que ácaros da família Phytoseiidae foram bem menos afetados que suas presas, porém Yamamoto *et al.* (1992), Sato *et al.* (1994b), Reis & Souza (2000); Sato *et al.* (2001); Reis *et al.* (2003, 2005) e Ferla & Moraes (2006), mostraram que muitos acaricida-inseticidas utilizados para o controle de diversos fitófagos não são seletivos para predadores. Outros, como o óxido de fenbutatin, em baixas concentrações, ocasionam baixas taxas de mortalidade. Entretanto, de uma série de praguicidas estudados, poucos são aqueles que não apresentam efeito tóxico aos predadores naturais dos fitófagos, isso por que as presas podem apresentar resistência aos produtos utilizados e a dosagem necessária para o controle das pragas tem boas chances de matar os predadores.

5.5. Dados morfométricos

De maneira geral os exemplares tratados com as concentrações utilizadas de sucroésteres sofreram reduções significativas quanto ao comprimento do idiossoma (Figura 13). Essas reduções chegaram a 23% em *E. banksi* e 15% em *T. heveae*. Os artículos das pernas I a IV também sofreram reduções significativas ($p < 0,01$) quanto ao comprimento e a largura. Assim como demonstrado por Feres & Belini (2002) em medidas realizadas em exemplares ativos e em diapausa de *Tenuipalponychus tabebuiae* Aguilar, Flechtman & Ochoa (Acari, Tetranychidae) os artículos que sofreram maiores reduções foram os fêmures, com valores que variaram de 22,8% de redução no comprimento e 24,7% na largura e o genu I com redução de 26,7% na largura.

As maiores reduções foram observadas nas pernas posteriores (Tabela I e II), isso pode ter acontecido pelo fato dessa região ser talvez mais elástica que a anterior para permitir sua distensão nos períodos de produção de óvulos. Sendo assim, a cutícula dessa região estaria mais propensa à desidratação.

Como sugerido por Puritch (1975) e Neal *et al.* (1994) a ação exercida pelos sucroésteres sobre o exoesqueleto dos ácaros seria semelhante à ação de detergentes, promovendo a ruptura da integridade das membranas celulares, o que provocaria a perda de líquidos intracelulares e conseqüentemente a desidratação, o que pode ter resultado as alterações do comprimento e largura das estruturas mensuradas nos exemplares tratados com os sucroésteres.

5.6. Microscopia Eletrônica

Através das análises em M.E.V. buscamos esclarecer o mecanismo de ação dos sucroésteres sobre o exoesqueleto dos ácaros. No entanto, não foi obtido sucesso devido aos problemas metodológicos encontrados para o processamento e preparação dos espécimes para posterior análise no M.E.V.

Através das eletromicrografias feitas (Figuras 14 - 17), notamos que as alterações observadas aparentemente não representavam resultados da ação dos sucroésteres, mas sim da metodologia utilizada, pois tanto o grupo controle quanto o tratado sofreram alterações severas. Foram observados pontos de murchamento e colapso do corpo e dobramento das pernas após fixação. A montagem direta, onde não se faz uso de nenhum fixador sobre os espécimes, também não foi adequada, pois os exemplares ao serem analisados, sofreram pressão da torre de elétrons do aparelho e perderam água

rapidamente, ocasionando assim alterações morfológicas que mascararam os possíveis efeitos da ação dos sucroésteres sobre o exoesqueleto dos ácaros. Todos esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Wergin *et al.* 2000 e Archor *et al.* 2001. Esses autores mostraram que algumas das metodologias realizadas são inadequadas para esses organismos delicados.

6. Conclusões

1. Os ésteres de sacarose apresentaram potencial acaricida, ovicida e larvicida sobre os fitófagos comuns em *Hevea*;
2. Os ovos dos ácaros fitófagos foram mais suscetíveis à ação dos sucroésteres que os indivíduos adultos;
3. *T. heveae* foi mais tolerante as altas concentrações de sucroésteres que os outros fitófagos;
4. *C. heveae* foi mais sensível à ação dos sucroésteres;
5. Os testes de ação residual e ação direta apresentaram resultados satisfatórios no controle dos ácaros;
6. A porcentagem de dispersão dos fitoseídeos variou diretamente em relação o aumento das concentrações dos sucroésteres;
7. *I.zuluagai* mostrou-se mais resistente ação do produto e exibiu uma maior taxa de dispersão que *E. citrifolius* e *E. concordis*;
8. A morte dos ácaros em presença dos sucroésteres deve ocorrer por desidratação;
9. Os sucroésteres além de serem biodegradáveis, de baixo custo de produção, atóxicos ao homem e ao ambiente, apresentaram bons resultados no controle de ácaros fitófagos de *Hevea*. Portanto, podem ser uma alternativa para o uso em programas de Manejo Integrado de pragas.

7. Literatura citada

Anchor, A.S.; R. Ochoa; E.F. Erbe; H. Aguilar; W.P. Wergin & C.C. Childers. 2001.

Relative advantages of low temperature versus ambient temperature scanning electron microscopy in the study of mite morphology. *Int. J. Acarol.* 27(1): 3-12.

Ayres, M. M.; Ayres Jr.; D.L. Ayres & A. A. S. Dos Santos. 2003. Bioestat Aplicações

estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Soc. Civil Mamirauá/ MCT-Cnpq. Belém do Pará, Brasil

Baker, E.W. 1945. Mites of the genus *Tenuipalpus* (Acarina: Tenuipalpidae). **Proc.**

Entomol. Soc. Wash. 47(2): 33-38.

Chiavegato, L.G. 1991. Ácaros da cultura dos citros, p. 469 – 491. In: O. Rodrigues

(ed), Citricultura brasileira. Campinas, fundação Cargil, 941 p.

Chortyk, O.T.; J.G. Pomonis & A.W. Johnson. 1996. Syntheses and Characterizations

of Insecticidal Sucrose Esters. *J. Agric. Food Chem.* 44:1551-1557.

Chortyk, O.T.; S.J. Kays & Q. Teng. 1997. Characterization of Insecticidal Sugar Esters

of *Petunia*. *J. Agric. Food Chem.* 45:270-275.

Daud, R.D. & R.J.F. Feres. 2005. Diversidade e Flutuação Populacional de Ácaros (Acari)

em *Mabea Fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae) de Dois Fragmentos de Mata Estacional Semidecídua em São José Do Rio Preto. *Neotrop. Entomol.* 34:191-201.

Demite, R.P. & R.J.F. Feres. 2005. Influência da Vegetação Vizinha na Distribuição de

Ácaros em Seringal (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg., Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. *Neotrop. Entomol.* 34(5):829-836.

Fazolin, M.; J.L.V. Estrela; V. Catani; M.R. Alécio & M.S. Lima. 2007. Propriedade

Inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. DC. *Piper aduncum* L. e

- Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur & K.Shuan sobre *Tenebrio molitor* L, 1758. Cienc. Agrotec. 31(1): 113-120.
- Fazolin, M.; J.L.V. Estrela; V. Catani; M.S. Lima & M.R. Alécio. 2005.** Toxicidade de óleo de *Piper aduncum* L. a adultos de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleóptera: Chrysomelidae). Neotrop. Entomol. 34(3) 485-489.
- Feres, R.J.F. & G.J. De Moraes. 1998.** Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) from woody areas in the State of Sao Paulo, Brazil. Syst. Appl. Acarol. 3:125-132.
- Feres, R.J.F. & M.R. Bellini. 2002.** Ocorrência de diapausa em *Tenuipalponychus tabebuiae* Aguiar, Flechtmann & Ochoa (Acari, Tetranychidae) no Estado de São Paulo. Rev. Bras. Zool. 19(Supl. 2): 219-224.
- Feres, R.J.F. 1992.** A new species of *Calacarus* Keifer (Acari, Eriophyidae, Phyllocoptinae) from *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae) from Brazil. Int. J. Acarol. 18(1):61-65.
- 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(1):157-173.
- Feres, R.J.F.; D.C. Rossa-Feres; R.D. Daud & R.S. Santos. 2002.** Diversidade de ácaros (Acari, Arachnida) em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19(1):137-144.
- Ferla, N.J. & G.J. De Moraes. 1998.** Ácaros predadores em pomares de maçã no rio Grande do Sul. An. Soc. Entomol. Bras. 27:649-654.

- Ferla, N.J. & G.J. De Moraes. 2002.** Ácaros (Acari, Arachnida) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) no Estado do Mato Grosso, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19(3): 867-888.
- Ferla, N.J. & G.J. De Moraes. 2003a.** Biological cycle of *Calacarus heveae* Feres, (Acari, Eriophyidae). Rev. Bras. Entomol. 47(3): 399-402.
- Ferla, N.J. & G.J. De Moraes. 2003b.** 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. Leopold. 25(2):179-185.
- Ferla, N.J. & G.J. De Moraes. 2006.** Seletividade de Acaricidas e Inseticidas a Ácaros Predadores (Acari: Phytoseiidae) Encontrados em Seringueira no Centro Oeste do Brasil. Cien. Rural 36(2): 357-362.
- Flechtmann, C.H.W. 1975.** Elementos de Acarologia. São Paulo, Livraria Nobel. S.A., 344p.
- Fragoso, D. B.; P. Jusselino Filho; A. Palini Filho & C. A. Badji. 2002.** Ação de Inseticidas Organofosforados Utilizados no Controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidóptera: Lyonetiidae) sobre o Ácaro Predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). Neotrop. Entomol. 31(3): 463-467.
- Furtado, I.P. & G.J. de Moraes. 1998.** Biology of *Euseius citrifolius*, a Candidate for the Biological Control of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). Syst. Appl. Acarol. 3:43-48.
- GONDIM Jr.; M.G.C. & G.J.de MORAES. 2001.** Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with palms trees (Arecaceae) in Brazil. Syst. Appl. Acarol. 6: 65-94.
- Gould, H.J. 1973.** Laboratory and Field Investigations with Organophosphorus Resistant *Tetranychus urticae* on Strawberries. Ann. Appl. Biol. 74: 17-23.

- Gravena, S. 1990.** Manejo de pragas dos citros na atualidade. In: O. A. Fernandes, S. A. de Bortoli & A.C.B. Correia (eds.), Manejo integrado de pragas e nematóides. Jaboticabal, FUNEP, 253 p.
- Hawthorne, D.J.; J.A. Shapiro; W.M. Tingey & M.A. Mutschler. 1992.** Trichome - borne and artificially applied acylsugars of wild tomato deter feeding and oviposition of the leafminer *Liriomyza trifolii*. Entomol. Exp. Appl. 65:65-75.
- Hernandes, F.A. & R.J.F. Feres. 2005.** Two new species of *Zetzellia* Oudemans (Acari: Stigmaeidae) that threaten the concept of genera: disgeneric marriage? Zootaxa 1048: 27-44.
- Imai T.; S. Tsuchiya, Morita K. & T. Fujimori. 1994.** Surface Tension-Dependent Surfactant Toxicity on Green Peach Aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae Appl. Entomol. Zool. 29:389–393.
- Imai, T.; S. Tsuchiya & T. Fujimori. 1995.** Aphicidal effects of Silwet L-77 organosilicone nonionic surfactant. Appl. Entomol.Zool. 30:380-382.
- Javaroni, R.C.A.; J. Talamon; M.D. Landgraf & M.O.O. Rezende. 1991.** Estudo da Degradação de Lidano em Solução Aquosa Através de Radiação Gama. Quim. nova 14:237-239.
- Jeppson, L.R.; H.H. Keifer & E.W. Baker. 1975.** Mites injurious to economic plants. Berkley: University of California Press, 614 p.
- Jones, S.V.P & M.P. Parrela. 1983.** Compatibility of Six Citrus Pesticides *Euseius stipulatus* (Acari:Phytoseiidae) Populations in Southern California. J. Econ. Entomol. 76(4): 942-944.

- Komatsu, S.S. & O. Nakano. 1988.** Estudos Visando o Manejo do Ácaro da Leprose em Citros Através do Ácaro Predador *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae). Laranja 9:257-267.
- Lara , W.R. & G. C. Batista. 1992.** Pesticidas. Quim. nova 15:161-166
- Liu, T.X. & P.A. Stansly. 1995.** Toxicity and repellency of some biorational insecticides to *Bemisia argentifolii* (Homoptera:Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 88: 227-232.
- 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(5): 1233-1239.
- Meneguim, A.M. & S.S. Martinez. 1998.** Avaliação da Eficiência de Neem (*Azadirachta indica*) para o Controle de Ácaros. XVII Congresso Brasileiro de Entomologia. Soc. Entomol. Bras. Resumos p 1053.
- Metcalf, R.L. 1962.** Destructive and Useful Insects Their Habits and Control. McGraw-Hill Book Company; New York, San Francisco, Toronto, London. 1087 p.
- Michaud, J.P. & C.L. Mackenzie. 2004.** Safety of a Novel Insecticide, Sucrose Octanoate, to Beneficial Insects in Florida Citrus. Fla. Entomol. 87(1): 6-9.
- Moraes, G.J. & H.C. Lima. 1983.** Biology of *Euseius concordis* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) A Predator of The Tomato Russet Mite. Acarologia 24(3):251-255.
- Moraes, G.J. De & J.A. Mcmurtry. 1983.** Phytoseiid mites (Acarina) of northeastern Brazil with descriptions of four new species. Int. J. Acarol. 9: 131-148.
- Morandi Filho, W.J.; M. Botton, A.D. Grützmacher; F.P. Giolo & C.G.Manzoni. 2006.** Ação de Produtos Naturais sobre a Sobrevivência de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidóptera: Tortricidae) e Seletividade de Inseticidas Utilizados na

- Produção Orgânica de Videira sobre *Trichogramma prestiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Cien. Rural 36(4):1072-1078
- Mourão, S.A.; J.C.T. Silva; R.N.C. Guedes; M.Venzon; G.N. Jham; C.L. Oliveira & J.C. Zanuncio. 2004.** Seletividade de Extratos de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) ao Ácaro Predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). Neotrop. Entomol. 33(5): 613-617.
- Neal, J.W.; J.G. Buta; G.W. Pittarelli; W.R. Lusby & J.A. Benz. 1994.** Novel sucrose esters from *Nicotiana gossei*: Effective biorationals against selected horticultural insect pests. J. Econ. Entomol. 87:1600-1607.
- Pavan, L.A. 2002.** Resistência de Insetos a Inseticidas. In: ZAMBOLIM,L; Manejo Integrado de Fruteiras Tropicais Doenças e Pragas. Viçosa, Universidade Estadual de Viçosa p 651-671
- Pedigo, L.P. 1999.** Entomology and Pest Management. Upper Saddle River – Prentice Hall, 691p.
- Polat, T. & R.J. Linhardt. 2001.** Syntheses and applications of sucrose-based esters. J S D. 4: 415-421.
- Puritch, G.S. 1975.** The Toxic Effects of Fatty Acids and Their Salts on the Balsam Woolly Aphid, *Adelges piceae* (Tatz.). Can. J. For. Res. 5: 512-522.
- Puterka, G.J. & R.F. Severson. 1995.** Activity of Sugar esters Isolated from the Trichomes of *Nicotiana gossei* to Pear Psylla (Homoptera: Psyllidae). J. Econ. Entomol. 88(3):615-619
- Puterka, G.J.; W. Farone; T. Palmer & A. Barrington. 2003.** Structure-Function Relationships Affecting the Insecticidal and Miticidal Activities of Sugar Esters. J. Econ. Entomol. 96: 636-644.

- Reis, P.R. & E.O. Sousa.** 2000. Efeito de Oxicloreto de cobre sobre duas espécies de ácaros predadores. *Cienc. Agrotec.* 24 (4): 924-930.
- Reis, P.R. & E.O. Sousa.** 2001. Seletividade de Chlorfenapyr e Fenbutatin-Oxide Sobre Duas Espécies De Ácaros Predadores (Acari:Phytoseiidae) Em Citros. *Rev. Bras. Frutic.* 23(3): 584-588.
- REIS, P.R.; M. PEDRO NETO & R. A. FRANCO.** 2005. Controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em Cafeeiros e o Impacto sobre Ácaros Benéficos. II – Spirodiclofen e Azocyclotin. *Cienc. Agrotec.* 29(3): 528-537.
- Reis, P.R.; M. Pedro Neto; R.A. Franco & A.V. Teodoro.** 2003. Controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em Cafeeiros e o Impacto sobre Ácaros Benéficos. I – Abamectin e Emamectin. *Cienc. Agrotec.* 28(2): 269-281.
- Sato, M.E.; A. Raga & L.C. Ceravolo.** 1994a. Ácaros predadores em pomar cítrico de Presidente Prudente, Estado de São Paulo. *Ann. Soc. Entomol. Bras.* 23:435-441.
- Sato, M.E.; A. Raga; L.C. Ceravolo; M.F. Souza Filho; A.C. Rossi & G. Moraes.** 2001. Effect of Insecticides and Fungicides on the Interaction between Members of the mites Families Phytoseiidae and Stigmaeidae on Citrus. *Exp. Appl. Acarol.* 25: 809-818.
- Sato, M.E.; L.C. Ceravolo; A.C. Cezário & A. Raga.** 1994b. Toxicidade Residual de Acaricidas a *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, 1970 (Acari: Phytoseiidae) em Citros. *Rev. Agric.* 69 (3):257-267.
- Siegler, E. H & C. H. Popenoe.** 1925. The Fatty Acids as Contact Insecticides. *J. Econ. Entomol.* 18: 292-299.

- Tanzini, M.R. 2002.** Controle do percevejo-de-renda da seringueira (*Leptopharsa heveae*) com fungos entomopatogênicos. Tese doutorado ESALQ-USP, 158 p.
- Thurston, R. & J.A. Webster. 1962** Toxicity of *Nicotiana gossei* Domin to *Myzus persicae* (Sulzer). Entomol. Experiment. Appl. 5: 233-238.
- 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(1): 53-71.
- Vieira, M.R.; E.C. Fabri & E.A. Oliveira. 2000.** Sintomatologia do ataque de *Calacarus heveae* em seringueira (*Hevea brasiliensis*). Rev. Agric. 75(3): 405-414.
- Wergin, W.P.; R. Ochoa; E.F. Erbe; C. Craemer & A.K. Raina. 2000.** Use of Low Temperature Field Emission Scanning Electron Microscopy to Examine Mites. Scan. J. Scan. Microsc. 22(3):145-155.
- Yamamoto, P. T.; A. De S. Pinto; P.E.P. Paiva & S. Gravena. 1992.** Seletividade de agrotóxicos aos inimigos naturais de pragas dos citros. Laranja 13(2): 709-755.
- Yamamoto, P.T & S. Gravena. 1996.** Influência da Temperatura e Fontes de Alimento no Desenvolvimento e Oviposição de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). An. Soc. Entomol. 25(1): 109-115.
- Zacarias, M.S. & G.J. De Moraes. 2001.** Phytoseiid mites (Acari) associated with rubber and other euphorbiaceous plants in southeastern in Brazil. Neotrop. Entomol. 30: 579-586.

Sites acessados:

Instituto Agrônomo de Campinas. <http://www.iac.br/~rrim600/importcult.htm> (24/09/2004).

Instituto Agrônomo do Paraná. http://www.iapar.br/zip_pdf/cultsering.pdf (29/01/2007).

Figuras

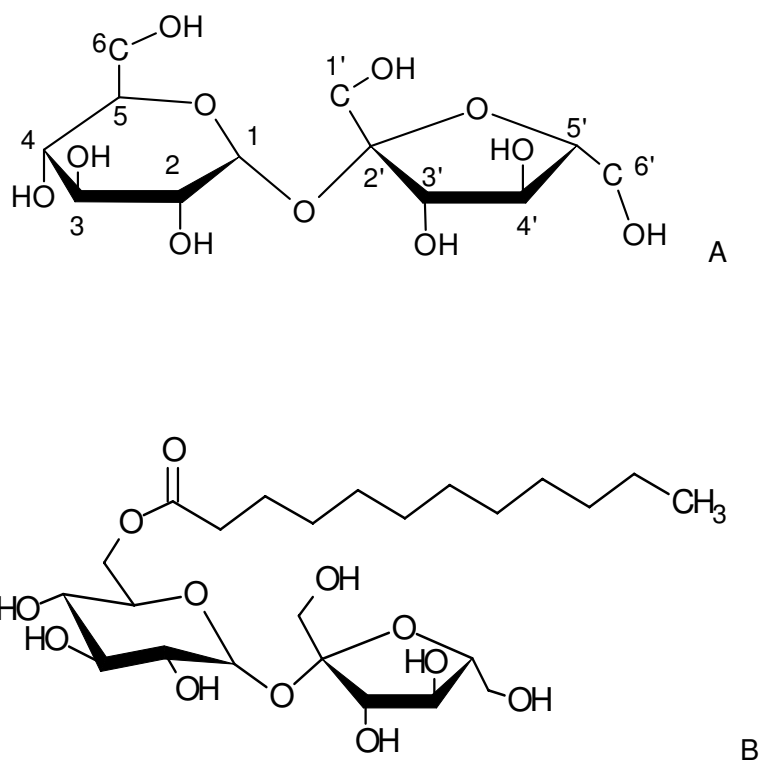


Figura 1: A - Estrutura química representativa da sacarose

B - Exemplo de sucroéster de cadeia alquílica longa (monolaurato de sacarose).



A



B



C

Figura 2: Equipamentos utilizados para as criações e tratamentos com sucroésteres

A: Torre de Potter

B: B.O.D.

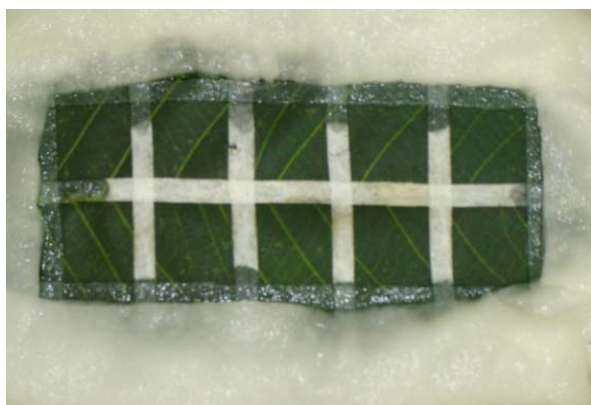
C: Estereomicroscópio



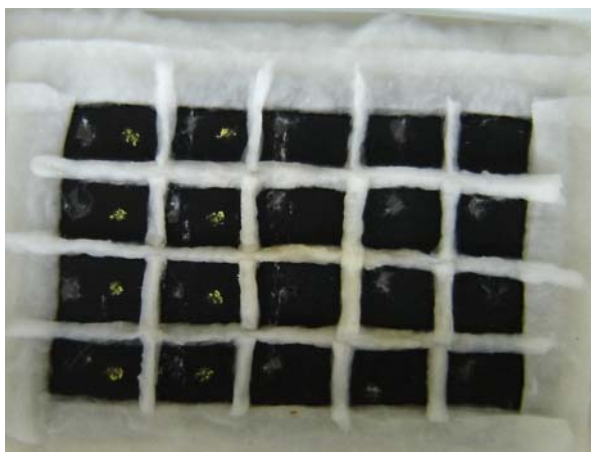
Figura 3: Bandejas de criações

A: Criações de fitófagos

B: Criações de fitoseídeos



A



B

Figura 4: Arenas utilizadas para estudo da viabilidade dos ovos.

A: Fitófagos

B: Fitoseídeos

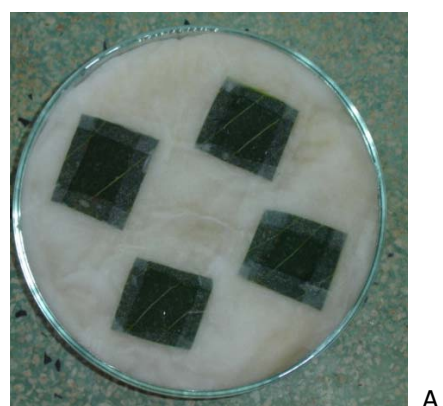


Figura 5: Arenas para testes de ação direta e residual

A: Fitófagos

B: Fitoseídeos

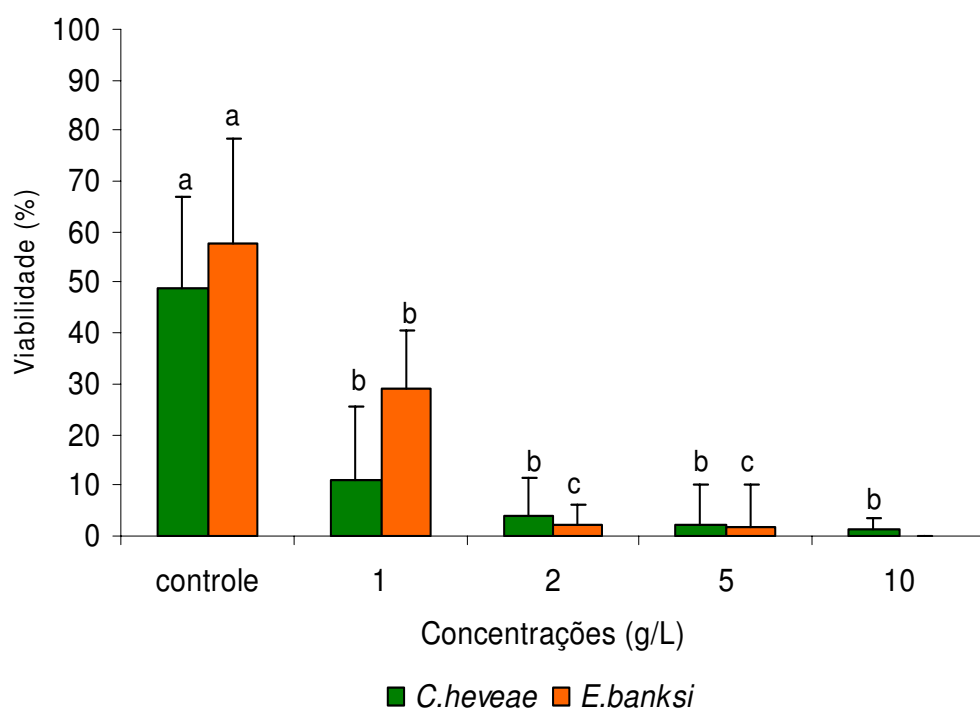
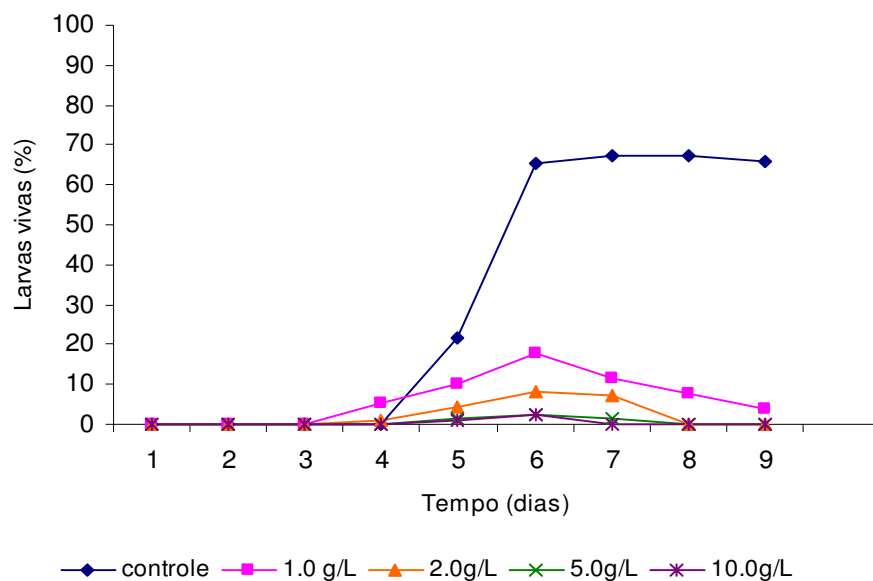
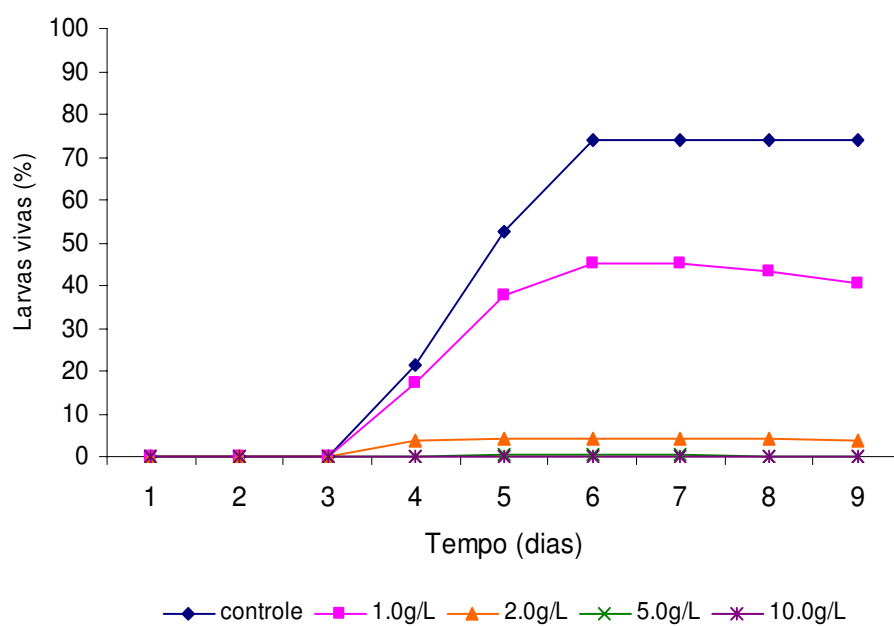


Figura 6: Viabilidade dos ovos de ácaros fitófagos em função de diferentes concentrações dos sucroésteres. As barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.



A



B

Figura 7: Porcentagem de larvas vivas de fitófagos em função do tempo, após a pulverização dos ovos em diferentes concentrações de sucroésteres.

A - *Calacarus heveae*

B - *Eutetranychus banksi*

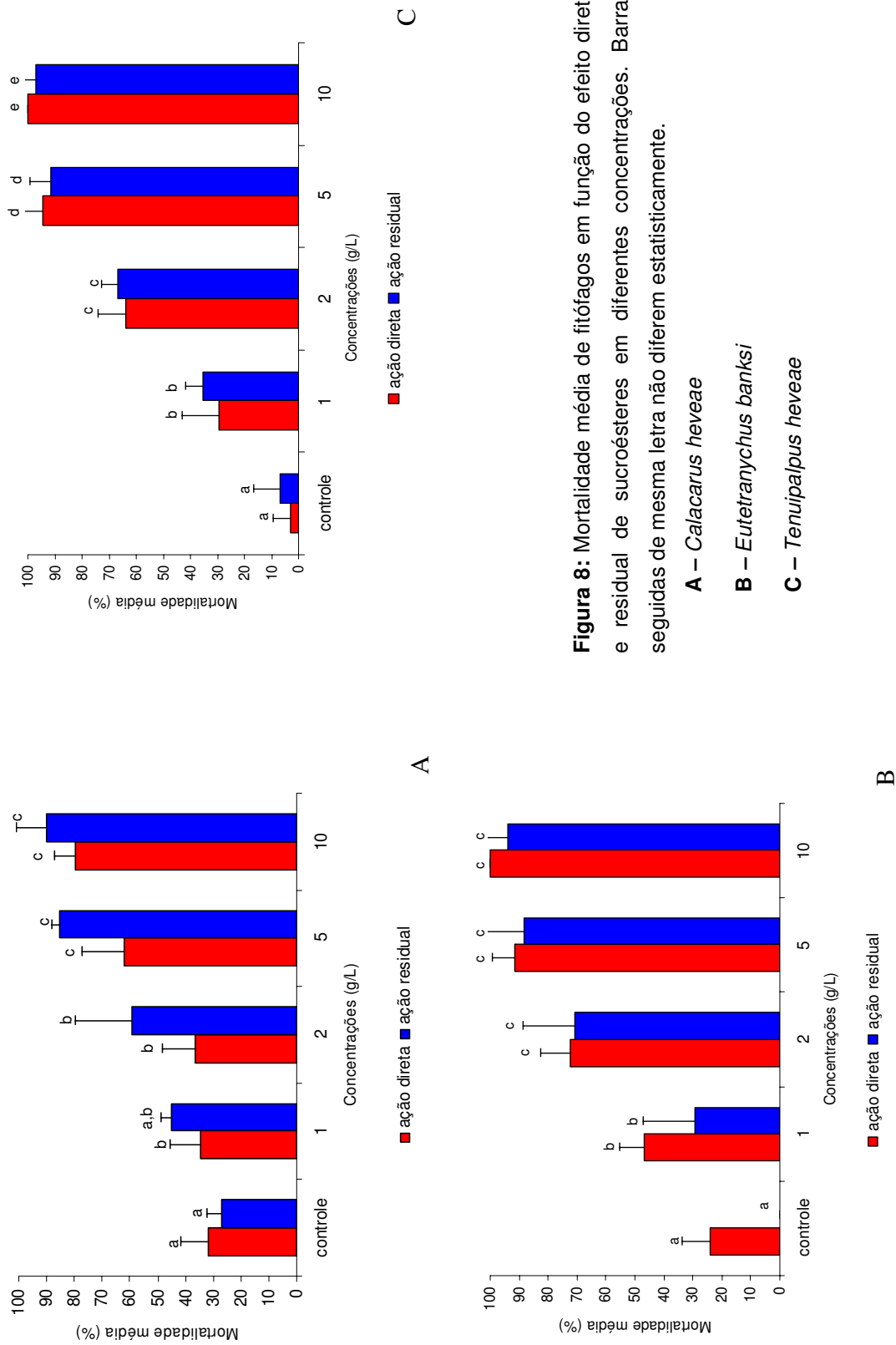


Figura 8: Mortalidade média de fitófagos em função do efeito direto e residual de sucroésteres em diferentes concentrações. Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.

A – *Calacarus heveae*

B – *Eutetranychus banksi*

C – *Tenuipalpus heveae*

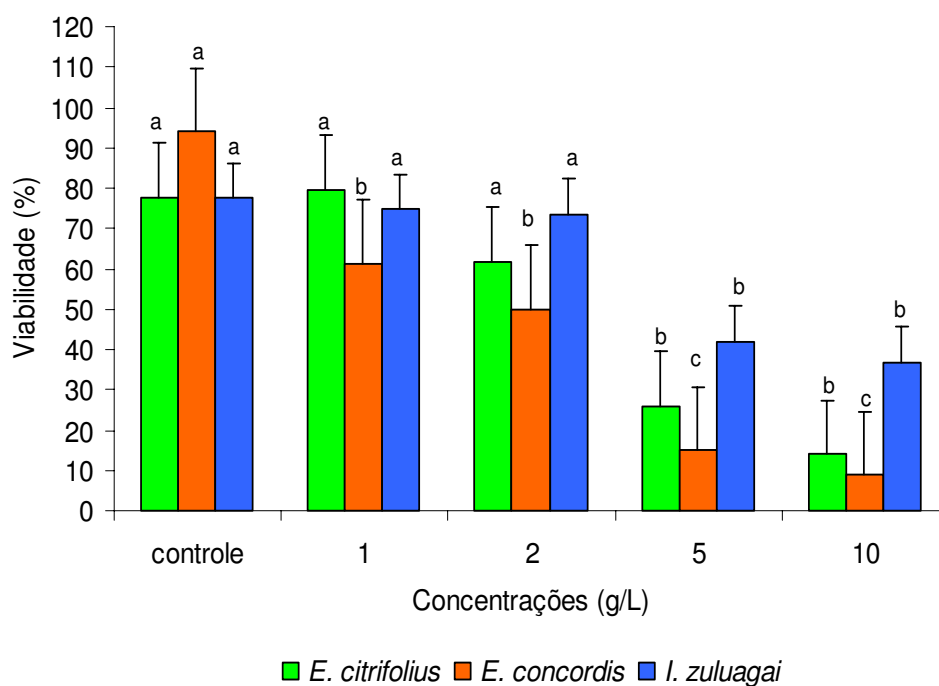


Figura 9: Viabilidade dos ovos de predadores em função de diferentes concentrações dos sucroésteres. Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.

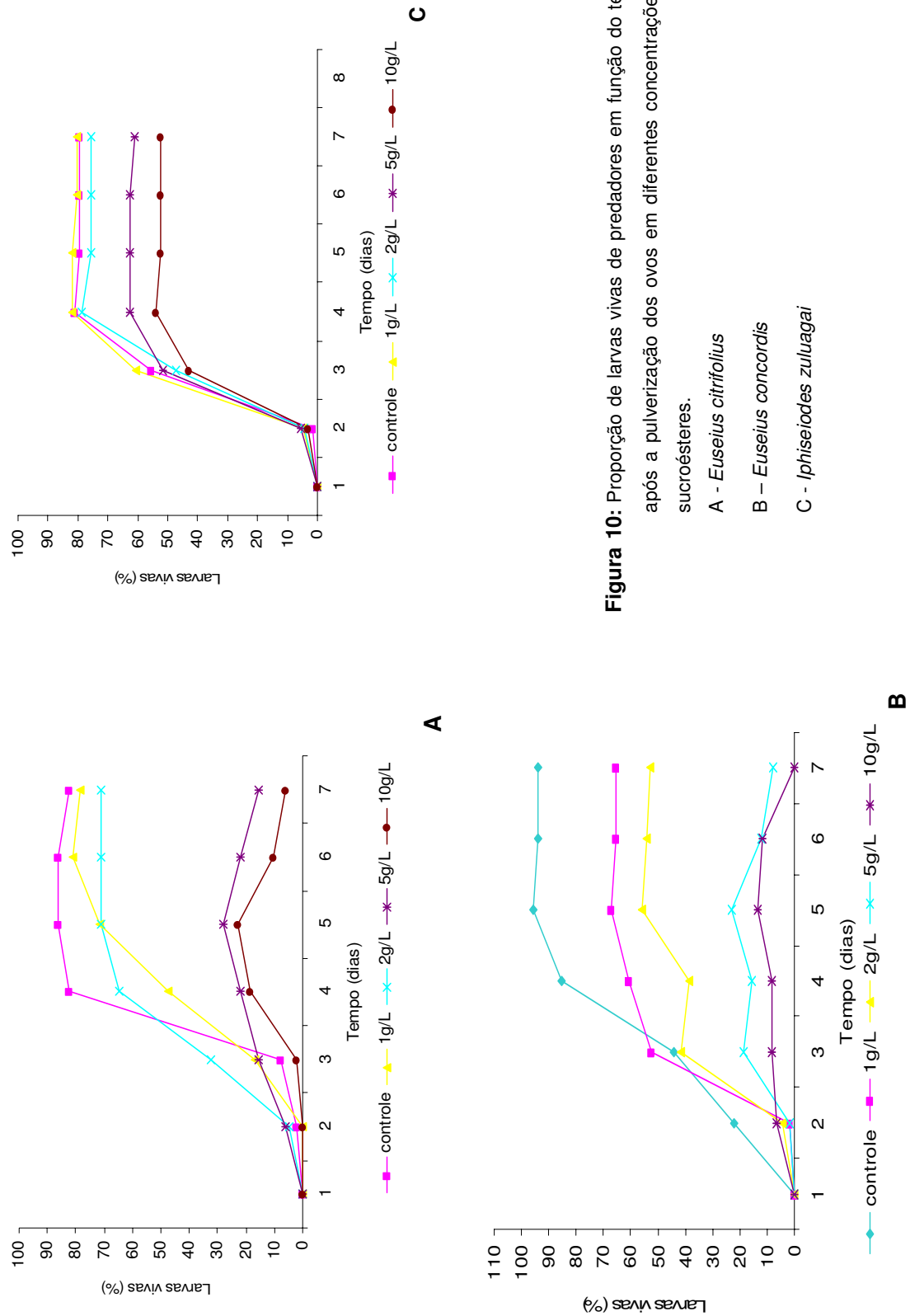


Figura 10: Proporção de larvas vivas de predadores em função do tempo após a pulverização dos ovos em diferentes concentrações de sucroésteres.

- A - *Euseius citrifolius*
- B - *Euseius concordis*
- C - *Iphiseiodes zuluagai*

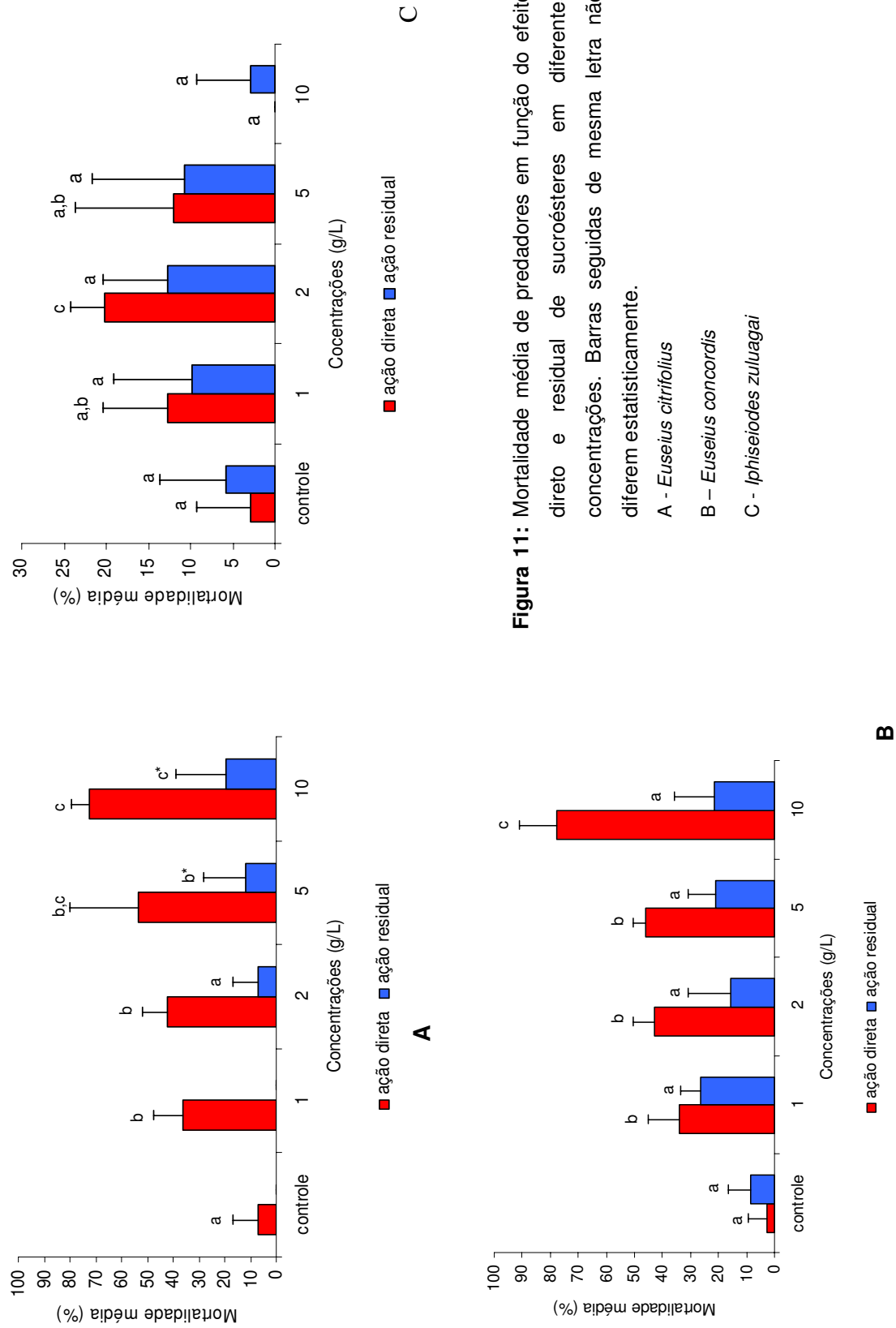
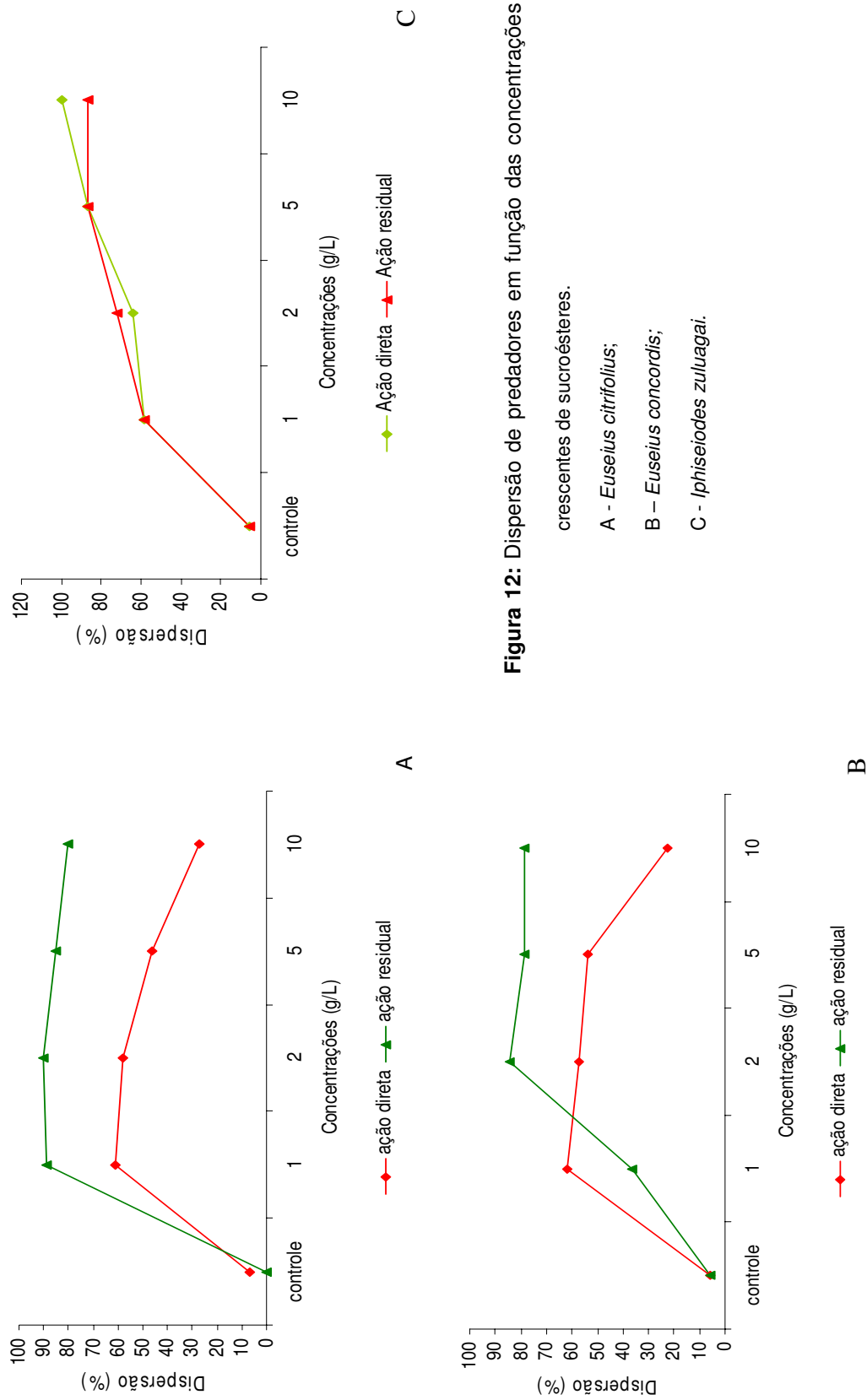
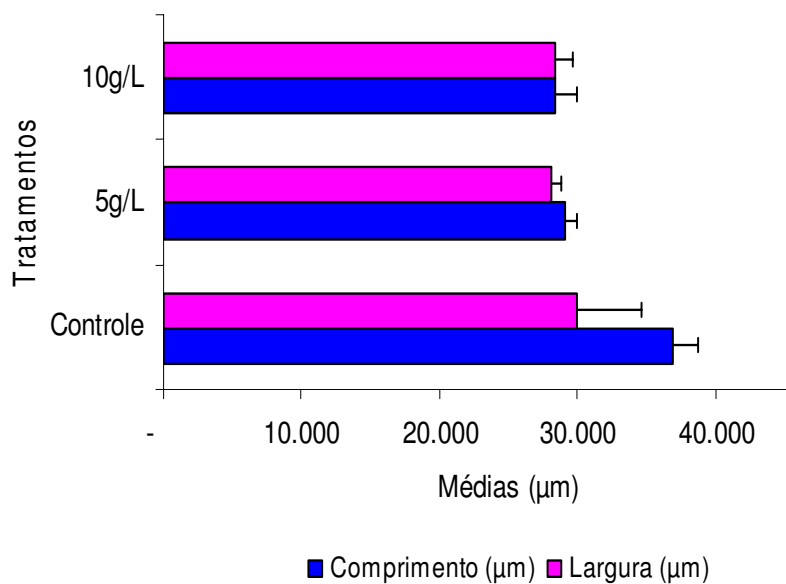
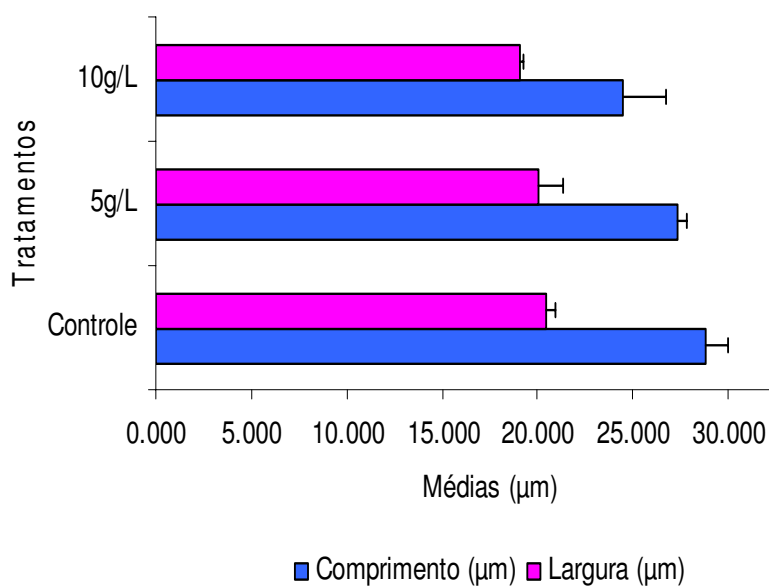


Figura 11: Mortalidade média de predadores em função do efeito direto e residual de sucroésteres em diferentes concentrações. Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.
A - *Euseius citrifolius*
B – *Euseius concordis*
C - *Ipiseiodes zuluagai*





A



B

Figura 13: Médias (μm) do comprimento e largura do idiossoma em função das concentrações testadas de sucroésteres.

A.- *Eutetranychus banksi*. B - *Tenuipalpus heveae*.



Figura 14: Eletromicrografia de varredura de *C. heveae* do grupo controle tratado com álcool etílico a 70%.

A: visão geral do corpo do ácaro.

B: Prossoma e parte anterior do opistossoma, grupo tratado com 10 g/L dos sucroésteres. As setas indicam os pontos que sofreram maior alteração pelo processamento.

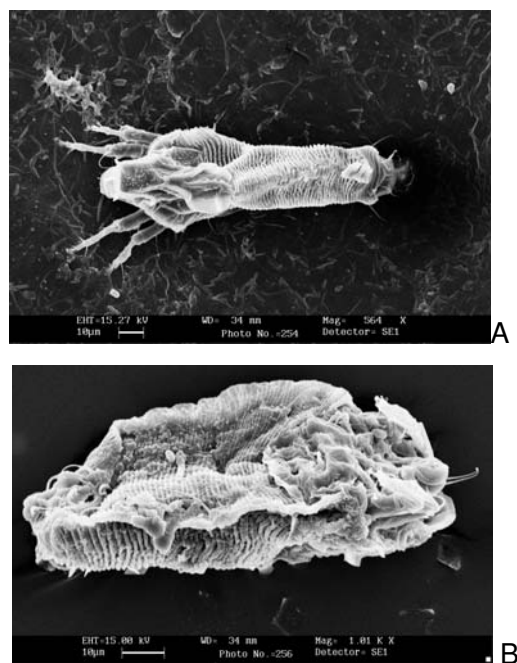


Figura 15: Eletromicrografia de varredura de *C. heveae* tratado com glutaraldeído 2,5%.

A: grupo controle. B. Tratado com 10g/L do sucroéster.

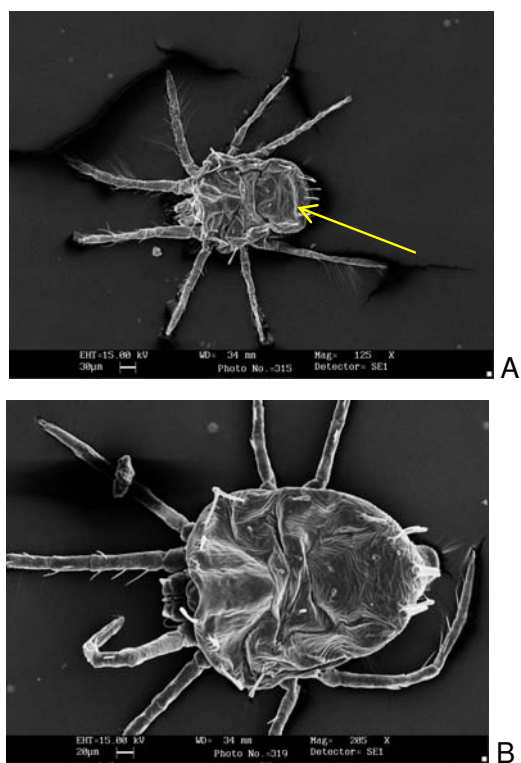


Figura 16: Eletromicrografia de varredura de *E.banksi* tratado com álcool etílico a 70%.

A: grupo controle. B: tratado com 10g/L do sucroéster.

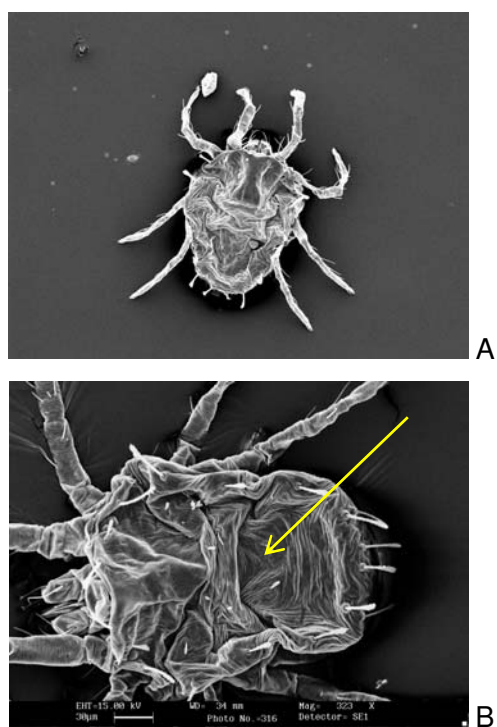


Figura 17: Eletromicrografia de varredura de *E.banksi*. Montagem direta.

A: grupo controle. B: tratado com 10g/L do sucroéster.