

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

Diego de Macedo Rodrigues

**Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga
em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado do Tocantins**

GURUPI - TO
Julho de 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

Diego de Macedo Rodrigues

**Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga
em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado do Tocantins**

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

Orientador: Prof. Dr. Renato de Almeida Sarmiento
(Universidade Federal do Tocantins).

Co-orientador: Prof. Dr. Angelo Pallini
(Universidade Federal de Viçosa).

GURUPI - TO

Julho de 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga
em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado do Tocantins**

Data da defesa: 01/07/2010

Banca Examinadora:

Prof^o Dr. Renato de Almeida Sarmiento -
Universidade Federal do Tocantins (Orientador)

Prof. Dr. Angelo Pallini - Universidade Federal de
Viçosa. (Co-orientador)

Prof. Dr. Eduardo Andrea Lemus - Universidade
Federal do Tocantins (Examinador)

Prof. Dr. Berghem Moraes Ribeiro - Universidade
Federal do Tocantins (Examinador)

GURUPI - TO

Julho de 2010

Mãe (*in memoriam*), tua alegria e tua força vivem em mim.

Agradecimentos

À Deus, pela vida, oportunidades, emoções e realizações.

À minha mãe, Luzia de Macedo Rodrigues (*in memoriam*), que saiu da minha vida para viver em meu coração, meu maior exemplo de perseverança e fé, minha inspiração. Ao meu pai, Pedro Gaioso Rodrigues, que nunca mediu esforços para ajudar-me a atingir meus objetivos. Aos meus irmãos, Dieirianne, Jhonny e Raianne, sempre me apoiando e acreditando em minha capacidade, me incentivam a querer sempre mais.

À minha namorada, Luniara Bastos, por surgir em minha vida de uma forma tão especial, trazendo-me alegria e paz nos dias mais aflitivos. Aos amigos, Cintia, Márcio “Japonês S.” e Wilton “Chuck”, fiéis companheiros sempre dispostos à ouvir a idéia mais louca, a piada mais sem graça, a dúvida mais óbvia e a crítica mais atinada, e ainda assim, concordavam, riam, respondiam e consentiam.

À Universidade Federal do Tocantins pela oportunidade de ingressar neste Programa de Pós-graduação e pelo apoio logístico fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão da bolsa que oportunizou a realização deste trabalho. À Universidade de Amsterdam e à Universidade Federal Rural do Pernambuco, nas pessoas do Dr. Farid Faraj e Prof. Dr. Manoel Guedes, respectivamente, pela identificação dos ácaros. À empresa Biotins energia por contribuir com dados e apoio logístico às visitas aos assentamentos.

Ao meu orientador, Renato de Almeida Sarmiento, pelas oportunidades, críticas e ensinamentos ao longo do mestrado. Ao professor Adenir Teodoro, pelas indispensáveis contribuições. A todos os meus professores, zelosos profissionais, destacando especialmente Raimundo Aguiar, Eduardo Lemus, Suzana Siebeneichler e Tarcísio Leal. Aos funcionários, técnicos e motoristas, pela solicitude, em especial a Mariela pelas contribuições e sugestões indispensáveis ao trabalho.

Aos graduandos, pelas parcerias e apoio logístico com contribuições fundamentais, destacando: Wagner Kikuti, Jean Rodrigues, Willian Daronch, Leonardo Silva e Renata Marques. Aos amigos de turma um distinto agradecimento pelos bons momentos juntos. Aos solícitos agricultores e moradores dos pontos de coletas sempre dispostos a contribuir. Aos demais, agradeço os abraços calorosos, a calúnia sorrateira, os pensamentos positivos, os constrangimentos angustiantes, os sorrisos joviais, as decepções frustrantes e quaisquer outras manifestações que de alguma forma me impulsionaram à seguir firme na caminhada.

“... Até aqui nos ajudou o Senhor.”

(I Samuel, 7: 12b).

Sumário

Introdução geral	10
O pinhão-manso e a agricultura familiar no estado do Tocantins.....	11
Ácaro branco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks (1904) (Acari: Tarsonemidae)	13
<i>Características gerais da espécie</i>	<i>13</i>
<i>Aspectos reprodutivos e desenvolvimento</i>	<i>14</i>
<i>Sintomas e dispersão</i>	<i>14</i>
Ácaro vermelho <i>Tetranychus bastosi</i> Tuttle, Baker e Sales, 1977 (Acari: Tetranychidae)...	15
<i>Características gerais da espécie</i>	<i>15</i>
<i>Aspectos reprodutivos e desenvolvimento</i>	<i>15</i>
<i>Sintomas e dispersão</i>	<i>16</i>
Ácaros predadores para o controle biológico de ácaros-praga	17
Referências	19
Capítulo I.....	24
Levantamento da acarofauna associada ao pinhão-manso (<i>Jatropha curcas</i> L.) no estado do Tocantins.....	24
Introdução	24
Material e métodos	26
<i>Método I – Batida de galhos</i>	<i>26</i>
<i>Método II - Lavagem das folhas</i>	<i>27</i>
<i>Método III – Sugador</i>	<i>28</i>
<i>Método IV – Coleta direta</i>	<i>30</i>
Análise estatística.....	30
Resultados	30
Discussão	36
Referências	40
Capítulo II	44
Suitability of the predatory mites <i>Iphiseiodes zuluagai</i> and <i>Euseius concordis</i> in controlling <i>Polyphagotarsonemus latus</i> and <i>Tetranychus bastosi</i> on <i>Jatropha curcas</i> plants in Brazil	44
Introduction	44
Material and Methods	46
<i>Plant material and mite rearing</i>	<i>46</i>
<i>Predation rate relative to prey density</i>	<i>46</i>
<i>Predatory mite oviposition</i>	<i>47</i>
<i>Release-recapture experiments.....</i>	<i>47</i>
<i>Statistical analysis</i>	<i>48</i>
Results.....	49
<i>Predation rate relative to prey density</i>	<i>49</i>
<i>Predatory mite oviposition</i>	<i>50</i>
<i>Release-recapture experiments.....</i>	<i>51</i>
Discussion	52
References.....	54

Resumo

Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga em pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) no estado do Tocantins

O pinhão-mansão é uma espécie nativa da América do Sul, exigente em insolação e adaptada à solos de baixa fertilidade. No estado do Tocantins, além de diversas outras utilidades, esta cultura apresenta excelentes perspectivas para a produção de sementes como matéria-prima para a produção de biocombustíveis. No entanto, severos ataques de ácaros-praga têm comprometido o seu cultivo. Mesmo com o apelo ecológico da produção e o uso de biocombustíveis, a matéria-prima, em geral, está sendo produzida com o uso de pesticidas químicos que podem agredir o meio ambiente, poluindo diretamente águas e solo, afetando os inimigos naturais das pragas e ainda, induzindo resistência nos organismos-alvo. Como alternativa, há o controle biológico de pragas, que é a regulação da abundância de organismos-praga pela atividade dos inimigos naturais. Trata-se de uma tecnologia de manejo de pragas ecologicamente adequada e sustentável ao longo do tempo, pois o uso de inimigos naturais remete à uma agricultura sustentável, em respeito às interações que ocorrem naturalmente nos agroecossistemas. Apesar da importância, ainda não existe no estado do Tocantins nenhum programa de controle biológico de ácaros-praga estabelecido na cultura do pinhão-mansão. Desta forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar a acarofauna associada ao pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) no Estado do Tocantins, bem como avaliar o potencial de ácaros predadores no controle dos ácaros-praga da cultura. Para o levantamento da acarofauna, foram realizadas 16 coletas de ácaros em plantas nativas de pinhão-mansão no município de Gurupi no estado do Tocantins de março a dezembro de 2009. Foram utilizadas quatro metodologias distintas de coletas de ácaros (batida de galhos, lavagem das folhas, sugador de ácaros e coleta direta). Dos 30 táxons identificados em plantas de pinhão-mansão, 15 tem como hábito alimentar a predação. Os Phytoseiidae constituíram o grupo de predadores mais abundantes e diversos, neste, sobressaíram-se as espécies *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma, 1972 (Acari: Phytoseiidae) e *Euseius concordis* Chant, 1959 (Acari: Phytoseiidae). Contudo, espécimes de outras famílias importantes de ácaros predadores como Stigmaeidae, Cheyletidae, Cunaxidae e Ascidae, também foram identificados. Os ácaros fitófagos *Polyphagotarsonemus latus* Banks (1904) (Acari: Tarsonemidae) e *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker e Sales, 1977 (Acari: Tetranychidae), já constatados como importantes ácaros-praga da cultura do pinhão-

manso em outras regiões, apresentaram baixas densidades populacionais, indicando que estas espécies estão sob controle biológico natural pelos ácaros predadores. Devido à maior frequência e abundância dos ácaros predadores *I. zuluagai* e *E. concordis*, eles foram avaliados em laboratório quanto ao potencial para uso no controle biológico dos ácaros-praga *P. latus* e *T. bastosi* em pinhão-manso. Para tanto, avaliou-se a taxa de predação e oviposição destes ácaros predadores quando associados aos ácaros-praga. Em seguida, avaliou-se a atratividade de *I. zuluagai* e *E. concordis* à folhas de pinhão-manso infestadas com *P. latus* e *T. bastosi*. Observou-se que o ácaro predador *I. zuluagai* foi superior à *E. concordis* nos testes de predação e de atratividade, apresentando valores maiores significativos, de forma que esta espécie predou mais e apresentou grande capacidade de localização das folhas infestadas com ácaros fitófagos. Por fim, conclui-se que *I. zuluagai* e *E. concordis* são os ácaros predadores mais abundantes em plantas nativas de pinhão-manso no estado do Tocantins, havendo nestas plantas pouca abundância e frequência dos ácaros-praga *T. bastosi* e *P. latus*. Esse fato indica que há controle biológico natural em plantas nativas. Nos testes de laboratório o ácaro predador *I. zuluagai* foi superior nos experimentos de predação e atratividade, apresentando assim maior potencial como agente de controle biológico de ácaros-praga no pinhão-manso.

Palavras-chave: *Jatropha curcas*, acarofauna, controle biológico, predação.

Introdução geral

O pinhão-manso pertence à família das Euforbiáceas, a mesma da mamona e da mandioca. Apesar da origem do pinhão-manso ser bastante controversa, considera-se que ele é oriundo da América do Sul (Peixoto 1973; Nunes 2007). Contudo, é uma espécie perene e está disseminada em todas as regiões tropicais e até em algumas áreas temperadas, adaptando-se bem à diversas faixas de temperatura e pluviosidade (Saturnino et al. 2005).

As folhas do pinhão-manso são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma com três a cinco lóbulos e pecioladas. O tronco é dividido desde a base, em compridos ramos, com numerosas cicatrizes produzidas pela queda das folhas na estação seca (caducifólia) as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas (Cortesão 1956; Brasil 1985). O fruto é capsular ovóide com 1,5 a 3,0 cm de diâmetro, trilocular com uma semente em cada cavidade (Saturnino et al. 2005). A medida que o período seco se intensifica, ocorre queda de parte ou a totalidade das folhas como estratégia de adaptação desta espécie ao déficit hídrico, formando uma cobertura morta sobre a superfície do solo, importante para os solos degradados por reduzir a erosão e a perda de água por evaporação, evitando enxurradas e enriquecendo o solo com matéria orgânica decomposta (Costa et al. 2007).

O pinhão-manso pode ser reproduzido via sexuada ou multiplicado por estacas. De modo geral, as plantas oriundas de sementes são mais resistentes e de maior longevidade, atingindo ápice produtivo após quatro anos, e em boas condições de produção, a longevidade desta euforbiácea é de três décadas a até mais de um século (Peixoto 1973). As sementes de pinhão-manso são aproveitadas para extração de óleo que pode ser utilizado com matéria-prima para produção de sabão, e como material combustível em lamparinas e candeeiros, principalmente por ser inodoro e queimar sem produzir fumaça (Carnielli 2008). Contudo, sua maior utilidade atual é como matéria-prima para a produção de biocombustível, já que suas sementes encerram de 25 a 40% de óleo com todas as qualidades químicas e físicas necessárias para este fim (Purcino e Drummond 1986; Kavitha et al. 2007), produzindo no mínimo duas toneladas de óleo por hectare (Carnielli 2008).

Assim, o pinhão-manso apresenta-se como uma cultura promissora para as regiões Norte-Nordeste do Brasil, visto que é bem adaptada às condições edafoclimáticas destas regiões, face à sua utilização como matéria-prima para a produção de biodiesel pela

agricultura familiar. Além dos aspectos econômico-produtivos, o cultivo do pinhão-mansão possui grande importância sócio-econômica enquanto atividade fixadora de mão-de-obra e geradora de empregos na agricultura, principalmente por que inexistem maquinários adequados ao manejo desta oleaginosa, tornando seus tratamentos culturais integralmente manuais (Marciel et al. 2007).

Nos últimos anos foi estimulada no Brasil a produção de oleaginosas pela agricultura familiar, através da Instrução Normativa Nº 01 de 05 de julho de 2005 e posterior Nº 02 de 30 de setembro do mesmo ano, que regulamentou o Selo Combustível Social, do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Este selo subsidia o enquadramento social de projetos ou empresas produtoras de biodiesel, o que permite o acesso destes às melhores condições de financiamento junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDES e outras instituições financeiras. Além de dar direito a concorrência em leilões de compra de biodiesel e a desoneração de alguns tributos, contudo estas empresas devem garantir a compra da matéria-prima, preços pré-estabelecidos, oferecendo segurança aos agricultores familiares (Brasil 2008).

Inúmeras empresas têm investido na produção do pinhão-mansão através de parcerias com agricultores familiares. Como a empresa Biotins energia, sediada na região central do estado do Tocantins, no município de Paraíso do Tocantins, que atua fornecendo tecnologia, mudas, assistência técnica e também garante a compra das sementes produzidas. A mesma possui mais de 250 famílias cadastradas em assentamentos de Reforma Agrária, destas, 85 famílias já estão em produção de sementes da oleaginosa.

O pinhão-mansão e a agricultura familiar no estado do Tocantins

Segundo dados da Biotins energia, dos 125 municípios do estado em que há assentamentos de Reforma Agrária/Comunidades agrícolas, em 18 municípios há famílias produtoras de pinhão-mansão. Dos 676 assentamentos/comunidades existentes, 42 cultivam pinhão-mansão. No total de assentamentos residem 35.498 famílias, sendo que destas apenas 0,62 % cultivam pinhão-mansão em seus estabelecimentos agrícolas, o que reitera o potencial expansivo para a cultura no estado. A área total de pinhão-mansão cultivado nos assentamentos de Reforma Agrária/Comunidades agrícolas do estado é de aproximadamente 430 hectares. Onde 219 famílias cultivam pinhão-mansão, de forma que a média de área cultivada por família é de 1,96 hectares (Tabela 1).

Tabela 1. Dados do cultivo de pinhão-mansão pela agricultura familiar no estado do Tocantins. Gurupi-TO, 2009.

Município	Nº de assentamentos	Total de famílias	Famílias produtoras	Área plantada (ha)
Aragominas	2	316	2	1,29
Araguacema	1	225	37	76,16
Caseara	5	221	48	124
Chap. de Natividade	2	84	6	11,83
Colméia	1	87	3	1,48
Couto Magalhães	6	236	9	9,96
Cristalândia	2	95	6	4,08
Divinópolis	2	89	15	24,89
Marianópolis	1	328	3	8,75
Miracema	2	122	8	19,18
Monte do Carmo	4	187	5	3,34
Natividade	1	60	1	1,32
Nova Olinda	1	353	2	1,11
Palmeirante	1	11	7	25,7
Pium	4	217	48	94,74
Porto Nacional	4	144	6	9,82
Santa Rosa	2	96	8	5,7
São Valério	1	140	5	6,48
TOTAL	42	3011	219	429,83

Fonte: Biotins energia.

Apesar do apoio governamental, com leis de incentivo fiscal e da iniciativa privada, com investimentos em parcerias e agroindústrias em prol da consolidação da cultura no Tocantins, o plantio de pinhão-mansão em escala vem apresentando problemas com o ataque de ácaros-praga que podem inviabilizar o seu cultivo no estado. Neste contexto, o ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* e o ácaro vermelho *Tetranychus bastosi* destacam-se como potenciais pragas que podem inviabilizar o cultivo de pinhão-mansão no estado do Tocantins.

Ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks (1904) (Acari: Tarsonemidae)

Características gerais da espécie

O ácaro branco é uma praga de grande importância agrícola, causando prejuízos à muitas plantas cultivadas além do pinhão-manso (Oliveira 1987; Zhang 2003; Saturnino et al. 2005). Esta espécie tem um ciclo de vida com basicamente quatro estágios distintos (ovo, larva, ninfa e adulto), transcorridos por sucessivas ecdises. O tempo de duração do ciclo pode apresentar de três a sete dias, dependendo de fatores como umidade, temperatura e do hospedeiro, podendo o adulto sobreviver por até 30 dias (De Moraes e Flechtmann 2008).

Segundo Gerson (1992), esse ácaro pode produzir uma geração por semana nas condições de umidade relativa de 80% e 25°C de temperatura média. Ho (1991) estudou ciclo de vida desta praga em limão, erva-doce e pimenta, encontrando valores para longevidade da fêmea e do macho bastante variados, 8.8 e 4.2, 15.5 e 17.9, 11.4 e 15.3 dias, respectivamente. Isto mostra que o ciclo de vida do ácaro branco varia muito em função das plantas hospedeiras (Kavitha et al. 2007). Os ovos são brancos, cobertos por tubérculos esféricos e dão origem a larvas de coloração branca opaca, que apresentam apenas três pares de patas. Após um período de atividade, essas larvas tornam-se imóveis, originando as pupas, das quais eclodem os adultos que são de brancos translúcidos à amarelos brilhante, possuindo em média 0,2 mm de comprimento, praticamente invisível a olho nu (Flechtmann 1972). Esta espécie possui grande dimorfismo sexual, com a fêmea apresentando-se grande e ovóide, e o macho proporcionalmente menor e losangular. Assim, o tamanho reduzido e a sua cor dificultam sua identificação em campo, somente notado quando já atingiu altas densidades populacionais, o que compromete um controle eficiente desta praga (Nakano et al. 2005).

Em 2005, foram registrados ataques severos do ácaro branco em pinhão-manso em cultivos no Mato Grosso do Sul e em Minas Gerais (Saturnino et al. 2005). Esta espécie de ácaro é polífaga, que se alimenta de fungos, algas e conteúdo celular das plantas, sendo bastante generalista que, além do pinhão-manso, ataca outras espécies pertencentes a aproximadamente 60 famílias de plantas (Zhang 2003), dentre as quais se destacam o mamão, maracujá, feijão, batata, café, citros, abóbora, pêra, uva, pimentão, seringueira e mamona (Oliveira 1987).

Aspectos reprodutivos e desenvolvimento

Uma fêmea pode colocar até 40 ovos por ciclo, sendo que a reprodução pode ocorrer por duas vias. Por partenogênese arrenótoca, quando ovos não fecundados dão origem à machos haplóides. Ou pela reprodução sexuada, quando ovos fecundados, geram fêmeas diplóides (Flechtmann 1972). Assim, uma fêmea pode originar uma população, pois sozinha ela pode gerar machos por partenogênese, e esses podem copular com sua própria progenitora, gerando diversos indivíduos que podem copular entre si. Este é um aspecto importante para uma rápida seleção para resistência à pesticidas (De Moraes e Flechtmann 2008). Devido ao ciclo relativamente curto, estes ácaros podem conseguir centenas de gerações em um ano dependendo das condições climáticas e do hospedeiro. Gallo et al. (2002) relataram que populações elevadas de *P. latus* surgem da combinação de temperatura e umidade alta, com baixa luminosidade. A exemplo disto, Ferreira et al. (2006) conseguiram até 99 gerações por ano do ácaro branco em videira no semi-árido do Vale do São Francisco.

Sintomas e dispersão

As infestações iniciais ocorrem em reboleiras, com o ácaro branco atacando preferencialmente folhas novas e brotações, provocando nestas encarquilhamneto (Fig. 1) (Oliveira e Calcagnolo 1974). Sua preferência por folhas novas se dá devido as suas quelíceras serem curtas, conseguindo penetrá-las apenas em tecidos novos e tenros. (Flechtmann 1972; Gerson 1992; Viera 2001; Guedes et al. 2007).



Figura 1. Sintomas característicos da ocorrência de *Polyphagotarsonemus latus* em pinhão-mansão. Foto: Diego Macedo.

O ácaro branco dissemina-se pelo vento, por estruturas vegetais infestadas e transportadas de uma área para outra, pelo trânsito de máquinas e implementos ou pelo contato entre as folhagens das plantas (Zhang 2003; Pereira et al. 2006), e ainda pela relação forética com o pulgão *Myzus persicae* Schulzer e as moscas-branca dos gêneros *Bemisia* e *Trialeurodes* (Fan e Pettitt 1994; Ferreira et al. 2006).

Ácaro vermelho *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker e Sales, 1977 (Acari: Tetranychidae)

Características gerais da espécie

Segundo Tuttle et al. (1977) os adultos de *T. Bastosi* têm coloração vermelha-rubra, tendo os ovos são inicialmente amarelados evoluindo para vermelho-opaco, quando próximo da emergência das larvas. Os adultos apresentam tamanho médio de 0,5 mm de comprimento, sendo as fêmeas arredondadas e os machos apresentam tamanho inferior, com a parte posterior do idiossoma afilada (Flechtmann 1972). Esta espécie foi descrita a partir de espécimes coletados em amora *Morus rubra* L. (Moraceae), no município de Crato, no estado do Ceará (Tuttle et al. 1977). Posteriormente os descritores relatam a ocorrência de *T. bastosi*, ainda no Ceará, em diversas outras espécies vegetais, inclusive no gênero *Jatropha*. Flechtmann (1972) também relataram a frequente infestação de pinhão-roxo por *T. bastosi* e citam que os ácaros tecem quantidade apreciável de teia, causando o amarelecimento e, ocasionalmente, morte prematura das folhas desse hospedeiro. Tuttle et al. (1977) apresentaram novos hospedeiros para *T. bastosi* como a mamona, *Ricinus comunis* L. Recentemente, Santos et al. (2006) relataram a ocorrência de *T. bastosi* infestando germoplasma nativo de *Jatropha sp.* no estado de Sergipe.

Aspectos reprodutivos e desenvolvimento

Os tetraniquídeos, em geral, passam pelos estágios de ovo, larva, ninfa e adulto, no período de 7 a 14 dias, sobrevivendo como adulto por até um mês (De Moraes e Flechtmann 2008). Estes mesmos autores relatam que seus processos reprodutivos são análogos ao ácaro branco, ocorrendo partenogênese arrenótoca ou reprodução sexuada. No entanto, os ácaros tetraniquídeos possuem uma maior fecundidade em relação aos tarsonemídeos, podendo a fêmea colocar até 300 ovos por ciclo (De Moraes e Flechtmann 2008).

Bonato (1999) revelou que tetraniquídeos conseguem se desenvolver em uma ampla faixa de temperatura, de 10,3 a 38°C, este fato somado a disponibilidade e qualidade do alimento influenciam diretamente na duração do ciclo destes ácaros.

Sintomas e dispersão

Estes ácaros são capazes de colonizar todas as porções foliares e frutíferas das plantas. Segundo Flechtmann (1972), durante o ato de alimentação, introduzem seus estiletes nas células da epiderme e do mesófilo foliar, perfurando as células e ocasionando extravasamento do conteúdo celular, sugando-o em seguida. Assim, como consequência da sua injúria, os cloroplastos são danificados e a fotossíntese reduzida, havendo alterações nos processos metabólicos ocasionando decréscimo no crescimento e florescimento (De Moraes e Flechtmann 2008). As colônias destas espécies normalmente iniciam seu ataque na base da lâmina foliar, junto às nervuras principais e ao pecíolo, dispersando-se gradualmente para todos os lados do limbo foliar, produzindo um padrão difuso de manchas amareladas, essas manchas tomam toda a folha, que necrosam e caem (Fig. 2) (Flechtmann 1972; Pereira et al. 2006).



Figura 2. Sintomas característicos da ocorrência de *Tetranychus bastosi* em pinhão-mansão. Foto: Diego Macedo.

Os indivíduos desta espécie produzem grande quantidade de teia sobre suas colônias o que prejudica a arquitetura da planta, atrapalhando a captação da luz solar pelas folhas. Para as colônias, a teia tem a função principal de dificultar o forrageamento de predadores, além de protegê-las da ação destrutiva das chuvas, estabelecem o domínio local da espécie, favorecendo um micro-clima ideal para a incubação dos ovos (Sabelis e Bakker 1992; De Moraes e Flechtmann 2008).

Ácaros tetraniquídeos, em geral, colonizam a região mediana da planta, migrando gradativamente para os ponteiros para se dispersarem em busca de mais alimento. Essa dispersão pode ocorrer caminhando, quando em curtas distâncias. Em longas distâncias, eles são propagados pelo vento, pela água da chuva e ocasionalmente por animais. No momento da dispersão aglomeram-se nas extremidades das plantas, esperando a ação dos ventos para se dispersarem (Flechtmann 1972).

Ácaros predadores para controle biológico de ácaros-praga

A regulação da abundância e a distribuição de espécies são fortemente influenciadas pelas atividades dos inimigos naturais que ocorrem naturalmente, em especial os predadores. No controle biológico, a intervenção humana deliberada tenta restaurar algum equilíbrio ao introduzir ou incrementar populações de inimigos naturais dos organismos-alvo (Altieri 2002). Trata-se de uma tecnologia de manejo de pragas ecologicamente adequada e sustentável ao longo do tempo, pois o uso de inimigos naturais remete à uma agricultura sustentável, em respeito às interações que ocorrem naturalmente nos agroecossistemas (Gliessman 2002).

Existem três tipos de controle biológico: clássico, natural e o aplicado. O controle biológico clássico consiste na importação e colonização de predadores ou parasitóides visando o controle de pragas exóticas. O controle biológico natural consiste no manejo (conservação e se possível, aumento) da população de inimigos naturais que já ocorre naturalmente. O controle biológico aplicado é feito a partir de liberações de predadores, a partir da produção massal em laboratório, buscando uma redução rápida da população da praga. Baseados nos procedimentos básicos do controle biológico (introdução, conservação e multiplicação, respectivamente), em termos práticos, os três tipos de controle biológico se apresentam como importantes alternativas ecológicas do controle de pragas, sem o uso de agrotóxicos que podem causar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde dos agricultores (Gallo et al. 2002).

O controle biológico, enquanto uma técnica de controle de pragas com princípios ecológicos, tem tornado-se cada vez mais importante como alternativa ao controle fitossanitário convencional. Nesse contexto, o uso de ácaros predadores para o controle de ácaros-praga já vem sendo estudado há bastante tempo (McMurtry e Croft 1997). Um importante programa de controle biológico do ácaro-verde-da-mandioca *Mononychellus tanajoa* foi estabelecido na África nos anos 1970 a partir de predadores selecionados no

Brasil, ao longo de 20 anos foram selecionados 50 inimigos potenciais para este ácaro praga, destes, 10 foram enviados para a África, 3 foram multiplicados em massa, destacando-se o ácaro predador *T. aripo* como eficiente predador desse ácaro-praga (Fiaboe et al. 2007).

Gerson et al. (2003) listaram 28 espécies de ácaros utilizados comercialmente em controle biológico em diversas culturas, das quais 19 pertencem à família Phytoseiidae, trata-se do grupo de ácaros predadores mais estudo para o controle biológico (Matioli 1998). Os fitoseídeos são, de maneira geral, os predadores mais abundantes e diversos em plantas cultivadas e silvestres (De Moraes 2002; Ferla e De Moraes 1998). Segundo Reis et al. (2000) o percentual de ácaros da família Phytoseiidae encontrados em pomar de citros em Lavras - MG mostrou que *Iphiseiodes zuluagai* é a espécie mais numerosa durante a maior parte do ano. Resultados semelhantes foram apresentados por Moreira (1993) e Sato et al. (1994), confirmando ser esta a espécie de fitoseídeo de maior ocorrência na cultura dos citros no estado do São Paulo. Além disso, *I. zuluagai* também tem sido encontrado no estado de São Paulo em diversas outros vegetais como euphorbiáceas, no litoral e no cerrado (Zacarias e De 2001). Em geral esta espécie é tida como muito comum em cafeeiros no Brasil (De Moraes et al. 1986; Pallini et al. 1992; Matos et al. 2004, Spongowski et al. 2005). Ferla e De Moraes (1998) avaliaram a diversidade de ácaros predadores plantícolas em vegetação nativa e introduzida no Rio Grande do Sul e encontraram 30 espécies de ácaros predadores, sendo *I. zuluagai* a mais abundante.

As espécies de ácaros predadores *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans), *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Galemdromus occidentalis* (Nesbitt) são as mais comercializadas, principalmente para o controle de *T. urticae* (Ferla e De Moraes 1998). *P. persimilis* já foi encontrado associado com *Tetranychus evansi*, e tem sido utilizado com sucesso em programas de controle biológico na Europa (Mahr et al. 2008). No Brasil, *N. californicus* tem sido liberado com bastante sucesso em macieira para o controle de *Pachorhynchus ulmi* (Koch) (Monteiro 2002).

Uma das grandes vantagens que ácaros predadores apresentam é a facilidade de criação massal em laboratório, além da capacidade de manter-se no ambiente mesmo na ausência da presa, pois eles têm a capacidade de explorar fontes alternativas de alimento como pólen, néctar, exsudados, entre outras (Komatsu e Nakano 1988). Mas para tanto, é necessário o entendimento de todos os processos que envolvem a relação predador-presa para a obtenção de manejos eficazes. Para se avaliar a eficiência de ácaros predadores é necessário o entendimento de seu comportamento de forrageamento como subsídio do manejo ecológico das comunidades de ácaros-praga através de inimigos naturais, sendo indispensável conhecer

se estes ácaros conseguem encontrar suas presas através dos sinais químicos emitidos pelas plantas (Tumlinson et al. 1993). É importante ainda, avaliar a capacidade predatória do ácaro candidato à agente de controle biológico, sendo fundamental conhecer sua capacidade reprodutiva em associação com os ácaros presas através de suas respectivas taxas de oviposição. Neste sentido, Gravena et al. (1994) relata que a predação é um processo complexo, afetado por fatores básicos como densidades da presa e do predador, e por fatores secundários, envolvendo as características do ambiente, da presa e do predador. A presença de predadores em um determinado ambiente e o seu efeito sobre a dinâmica da presa depende da habilidade do predador em encontrá-la, sua densidade e qualidade (Zacarias e De Moraes 2001). A dinâmica predador-presa é diretamente influenciada pela relação entre a densidade de presas e o número de presas atacadas, um dos fatores determinantes na atuação dos predadores no controle biológico (Gallo et al. 2002).

Fan e Pettitt (1994) testaram a predação do ácaro predador *Neoseiulus barkeri* ao ácaro branco, observando reduções significativas na população deste ácaro fitófago na presença do inimigo natural. O ácaro branco também foi eficientemente controlado em associação com o predador *Neoseiulus cucumeris* (Weintraub et al. 2003).

O potencial de predação de *I. zuluagai* já foi comprovado sobre espécies *Brevipalpus phoenicis* e *Phyllocoptruta oleivora*, ácaros praga dos citros (Yamamoto e Gravena 1996). Reis et al. (2003) avaliaram o desempenho de *I. zuluagai* sobre diferentes densidades de *B. phoenicis*, verificando-se que este predador respondeu positivamente ao aumento de presas aumentando a predação e a oviposição. Isto demonstra forte associação destas espécies na cadeia trófica. Pesquisas em laboratório indicam que ácaros do gênero *Euseius* também são bastante eficientes na predação de *B. phoenicis*, contudo, com um potencial de predação inferior ao *I. zuluagai* (Komatsu e Nakano 1988).

Referências

- Altieri MA (2002) Review Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93:1-24.
- Bonato O (1999) The effect of temperature on life history parameters of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Experimental Applicata Acarology* 23:11-19.
- Brasil - Ministério da Indústria e do Comércio Secretária de Tecnologia Industrial (1985) Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais. STI/CIT, Brasília, DF, Brasil.

- Brasil - Ministério do Desenvolvimento Agrário. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel - PNPB (2008) <Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/programa.html>> Acessado em junho de 2009.
- Carnielli FO. combustível do futuro (2008) <Disponível em: www.ufmg.br/boletim/bul1413> Acessado em outubro de 2008.
- Cortesão M (1956) Culturas tropicais: plantas oleaginosas. Clássica, Lisboa, Portugal.
- Costa RV, Fernandes LA, Maio MM, Sampaio RA, Saturnino HM, Prates FBS, Xavier MN, Zuba Júnior GR (2007) Crescimento inicial de pinhão-manso em função de diferentes profundidades da cova e formas de adubação com lodo de esgoto em área degradada. EPAMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- De Moraes GJ (2002) Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores In Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. Manole, São Paulo, SP, Brasil.
- De Moraes GJ e Flechtmann HW (2008) Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ed Holos, Ribeirão preto, SP, Brasil.
- De Moraes GJ, Denmark HA, Mcmurtry JA (1986) A catalog of the mite family Phytoseiidae: references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. Embrapa-DDT, Brasília, DF, Brasil.
- Fan Y e Pettitt FL (1994) Biological control of broad mite, *Polyphagotarsonemus latus*, by *Neoseiulus barkeri* on Pepper. Biological control 32:124-129.
- Ferla NJ e De Moraes GJ (1998) Ácaros predadores em pomares de maçã no Rio Grande do Sul. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 27:649-654.
- Ferreira RCF, Oliveira JV, Haji FNP, Gondim Júnior MGC (2006) Biologia, exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade do ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em videira (*Vitis vinifera* L) cv Itália. Neotropical Entomology 35:126-132.
- Fiaboe KKM, Fonseca RL, De Moraes GJ, Ogol CK, Knapp M (2007) Identification of priority areas in South America for exploration of natural enemies for classical biological control of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in Africa. Biological Control 38:373-379.
- Flechtmann CH (1972) Ácaros de importância agrícola. Nobel, São Paulo, SP, Brasil.
- Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Baptista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C (2002) Entomologia Agrícola. FEALQ, Piracicaba, SP, Brasil.

- Gerson U (1992) Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimenta Applicata Acarology* 13:163-178.
- Gerson U, Smiley RL, Ochoa R (2003) Mites (Acari) for pest control. Blackwell Science, Oxford, EUA.
- Gliessman SR (2002) Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável 2º ed., Porto Alegre, Editora Universidade/UFRGS, 653p.
- Gravena S, Benetoli I, Moreira PHR, Yamamoto PT (1994) *Euseius citrifolius* Denmark e Muma predation on citrus leprosis mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23:209-218.
- Guedes, JVC; Navia D; Lofego AC; Deque STB (2007) Ácaros associados à cultura da soja no Rio Grande do Sul. *Neotropical Entomology* 36:288-293.
- Ho CC (1991) Life history of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) feeding on lemon, tea and pepper. *Journal of Agricultural Research of China* 40:439-444.
- Kavitha J; Ramaraju K; Baskaran V; Kumar PP (2007) Bioecology and management of spider mites and broad mites occurring on *Jatropha curcas* L in Tamil Nadu, India. *Systematic e Applied Acarology Society* 40:254-260.
- Komatsu SS e Nakano O (1988) Estudos visando o manejo do ácaro da leprose em citros através do ácaro predador *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae). *Laranja* 9:123-145.
- Maciel FZA; Rocha DS; Paro P; Botrel MMC (2007) Produção de mudas de *Jatropha curcas* L em diferentes substratos. Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, PR, Brasil.
- Matioli AL, Leite GLD, Pallini A, Picanço M (1998) Distribuição espacial e temporal e efeito de diferentes tratamentos culturais em ácaros associados a laranja pêra-rio. *Agro-Ciência* 14:395-405.
- Matos CHC, Pallini A, Chaves FF, Galbiati C (2004) Domácias do cafeeiro beneficiam o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma (Acari: Phytoseiidae)? *Neotropical Entomology* 33:57-63.
- McMurtry JA e Croft BA (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review Entomology* 42:291-321.
- Monteiro LB (2002) Criação de ácaros fitófagos e predadores: um caso de produção de *Neoseiulus californicus* por produtores de maçã. In: Parra JR; Botelho PSM; Corrêa-Ferreira BS e Bento JMS (eds) Controle biológico no Brasil - parasitóides e predadores. Barueri, Manole 609p.

- Moreira, PHR (1993) Ocorrência, dinâmica populacional de ácaros predadores em citros e biologia de *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae). Dissertação de Mestrado UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- Nakano O, Marinho JA, Dodo MH (2005) Controle do ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks) na cultura do algodão, com o inseticida Talisman© 200 CE. In: Anais do V Congresso Brasileiro do Algodão, Maceió, Al, Brasil, 2005.
- Nunes C F (2007) Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão-mansão. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Lavras, Brasil.
- Oliveira CA (1987) Ácaros. In: Ruggiero C (Ed) Cultura do Maracujazeiro. Legis-Summa 104-110.
- Oliveira CA e Calcagnolo G (1974) Ação do ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) na depreciação quantitativa e qualitativa da produção algodoeira. O Biológico 40:139-149.
- Pallini A, De Moraes GJ, Bueno VHP (1992) Ácaros associados ao cafeeiro (*Coffea arabica* L) no sul de Minas Gerais. Ciência e Prática 16: 303-307.
- Peixoto A R (1973) Plantas oleaginosas arbóreas. Nobel, São Paulo, SP, Brasil.
- Pereira MJ, Albuquerque FA, Bastos CS (2006) Pragas do algodoeiro: identificação, biologia e sintomas de ataque. Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas 10:1073-1117.
- Purcino AC e Drummond OA (1986) Pinhão manso. EPAMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Reis PR, Chiavegato LG, Alves EB, Sousa EO (2000) Ácaros da família Phytoseiidae associados aos citros no município de Lavras, Sul de Minas Gerais. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 29:95-104.
- Reis PR, Souza EO, Teodoro AV, Neto MP (2003) Effect of prey density on the functional and numerical responses of two species of predaceous mites (Acari: Phytoseiidae). Neotropical Entomology 32:461-467.
- Sabelis MW e Bakker FM (1992) How predatory mites cope with the web of their tetranychid prey: a functional view on dorsal chaetotaxy in the phytoseiidae. Experimental Applicata Acarology 16:203-225.
- Santos HO; Silva-Mann R; Poderoso JCM; Oliveira AS; Carvalho SVA; Boari AJ; Ribeiro GT; Návía D (2006) O ácaro *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker e Sales (Prostigmata: Tetranychidae) infestando germoplasma nativo de *Jatropha sp.* no estado de Sergipe, Brasil. In: Anais do 2º Congresso Brasileiro de Mamona, Aracaju, SE, Brasil.

- Sato ME, Raga A, Cerávolo LC, Rossi AC, Potenza MR (1994) Ácaros predadores em pomar cítrico de Presidente Prudente, estado de São Paulo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23:435-441.
- Saturnino HM; Pacheco DD; Kakida J; Tominaga N; Gonçalves NP (2005) Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). *Informe Agropecuário* 26:44-78.
- Spongowski S, Reis PR, Zacarias MS (2005) Acarofauna da cafeicultura de cerrado em Patrocínio - MG. *Ciência agrotecnológica* 29:9-17.
- Tumlinson JH, Lewis WJ, Vet LEM (1993) How parasitic wasps find their hosts. *Scientific American* 268:100-106.
- Tuttle DM; Baker EW; Sales FM (1977) Spider mites (Tetranychidae: Acarina) of the state of Ceara, Brazil. *International Journal Acarology* 3:1-8.
- Weintraub PG, Kleitman S, Mori R, Shapira N, Palevsky E (2003) Control of the broad mite (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks)) on organic greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.) with the predatory mite, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans). *Biological Control* 27:300-309.
- Yamamoto PT e Gravena S (1996) Influência de temperatura e fontes de alimento no desenvolvimento e oviposição de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma (Acari: Phytoseiidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 25:109-115.
- Zacarias MS e De Moraes GJ (2001) Phytoseiid mites (Acari) associated with rubber trees and other euphorbiaceous plants in southeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 30: 579-586.
- Zhang ZQ (2003) Mites of greenhouses: identification, biology and control. *CABI* 9:47-108.

Levantamento da acarofauna associada ao pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado do Tocantins

Resumo. A possibilidade de plantio de pinhão-manso em larga escala pode potencializar problemas como o ataque de pragas observadas em cultivos de pequena escala, podendo inviabilizar o plantio desta euforbiácea no estado do Tocantins. Assim, este trabalho teve o objetivo de realizar o levantamento da acarofauna associada à plantas nativas de pinhão-manso no estado do Tocantins. Este estudo foi conduzido no período de março a dezembro de 2009, quando foram realizadas 16 coletas de ácaros em plantas nativas de pinhão-manso no município de Gurupi. Foram utilizados quatro distintos métodos de coletas de ácaros (batida de galhos, lavagem das folhas, sugador de ácaros e coleta direta). Dos 30 táxons identificados em plantas de pinhão-manso, 15 são predadores. Os fitoseídeos constituíram o grupo de predadores mais abundantes e diversos, sobressaindo-se as espécies *Euseius concordis* Chant, 1959 (Acari: Phytoseiidae) e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma, 1972 (Acari: Phytoseiidae) como os ácaros predadores mais abundantes e mais freqüentes em pinhão-manso no estado do Tocantins. Os ácaros fitófagos *Polyphagotarsonemus latus* Banks (1904) (Acari: Tarsonemidae) e *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker e Sales, 1977 (Acari: Tetranychidae), que frequentemente apresentam-se como ácaros-praga da cultura do pinhão-manso, apresentaram pouca ocorrência em plantas nativas, possivelmente pela grande presença de ácaros predadores.

Palavras-chave: *Jatropha curcas*, ácaros predadores, controle biológico natural, biodiversidade.

Introdução

O pinhão-manso destaca-se entre as diversas culturas do estado do Tocantins por apresentar excelentes perspectivas para a produção de biodiesel, apresentando grande facilidade de cultivo, pois é uma planta rústica e adaptada ao clima e solos da região Norte do país, tolerando a seca e a escassez de nutrientes, o que diminui os custos de produção (Purcino e Drummond 1986). Contudo, a possibilidade do seu cultivo em larga escala pode

potencializar problemas com o ataque de ácaros-praga, podendo inviabilizar o cultivo desta euforbiácea no estado. Uma das pragas que assolam a cultura do pinhão-manso é o ácaro *P. latus*, conhecido popularmente como ácaro branco. De Moraes e Flechtmann (2008) relatam que este tem preferência pelos ponteiros da plantas, alimentando-se do conteúdo das células do limbo foliar (Flechtmann 1972). Os ataques às regiões de crescimento da planta causam superbrotamento, comprometendo o desenvolvimento normal da planta atacada (Carmona e Dias 1996), causando danos que podem afetar diretamente a produtividade.

Além de *P. latus*, foi recentemente observada na região em estudo a presença de outra espécie acarina na cultura do pinhão-manso, o ácaro *T. bastosi*. Esta espécie ataca toda a planta, se alimentando do conteúdo celular extravasado das células perfuradas pelas quelíceras em forma de estiletos, causando pontuações necróticas no limbo foliar, evoluindo para necrose generalizada até a queda da folha (De Moraes e Flechtmann 2008). É uma espécie adaptada ao clima tropical, visto que é originário da América do Sul, o que dá ao mesmo um grande potencial de proliferação, já que é bem adaptado às condições climáticas da região (Tuttle et al. 1977). Esta espécie produz grande quantidade de teia sobre as colônias, assegurando proteção contra inimigos naturais (Flechtmann 1972).

A maior frequência destas pragas tem motivado o uso intensivo de pesticidas químicos nas lavouras, estes que conhecidamente podem poluir águas e solo, prejudicarem inimigos naturais, selecionarem indivíduos resistentes nas populações de ácaros-praga e comprometer a saúde dos agricultores. Neste contexto, a matéria-prima para a produção de biocombustíveis tem sido cultivada de forma convencional, com o uso de agrotóxicos que podem prejudicar o meio ambiente e os agricultores, contradizendo a lógica de proteção ambiental do uso e produção de combustíveis alternativos. Desta forma, o controle biológico surge como uma importante alternativa ao uso de agrotóxicos, pois se trata de uma tecnologia de manejo de pragas ecologicamente adequada e sustentável, uma vez que o uso de inimigos naturais contra os ácaros-praga remete à uma agricultura que respeita as interações ecológicas presentes nos agroecossistemas (Altieri 2002).

Em termos de inimigos naturais para os ácaros-praga *T. bastosi* e *P. latus*, são promissores os ácaros predadores da família Phytoseiidae, da qual várias espécies são referenciadas como predadores de ácaros, já sendo utilizadas em programas de controle biológico de ácaros-praga em diversas culturas ao redor do mundo (Ferla e De Moraes 1998, Matioli 1998, De Moraes 2002, Gerson et al. 2003). No Brasil, poucos estudos foram realizados até o momento para identificar ácaros predadores na cultura do pinhão-manso. No estado do Tocantins, nenhum estudo voltado à identificação e seleção de ácaros predadores

com potencial para uso em programa de controle biológico de ácaros-praga nesta cultura havia sido realizado até o presente momento. Tal fato tem impossibilitado o desenvolvimento de medidas ecológicas e alternativas de controle biológico de ácaros-praga, favorecendo o aumento de aplicações de pesticidas. Neste contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de realizar o levantamento da acarofauna associada à plantas nativas de pinhão-mansão no estado do Tocantins.

Material e métodos

Este estudo foi conduzido no estado do Tocantins, onde foram realizadas 16 coletas de ácaros em 30 plantas nativas de pinhão-mansão no município de Gurupi de março a dezembro de 2009. Durante o período das coletas de campo a temperatura, precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar foram registradas na Estação Meteorológica da Estação Experimental da Universidade Federal do Tocantins - UFT/Gurupi-TO.

A triagem dos materiais coletados foi realizada no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da UFT/Gurupi-TO. Amostras dos espécimes coletados foram identificadas pelo Prof. Dr. Farid Faraj e pelo Prof. Dr. Manoel Guedes especialistas da Universidade de Amsterdam - Holanda e da Universidade Federal Rural de Pernambuco, respectivamente.

Buscando-se a coleta de espécimes de diferentes morfologias e hábitos alimentares, nas coletas foram utilizados os seguintes métodos de amostragem: batida de galhos, sugador de ácaros, lavagem das folhas e coletas direta. Para efeito de análise os dados relativos às coletas foram agrupados segundo a época de realização das coletas discriminadas mediante o clima: março/abril – chuva; maio/junho – seca; setembro/outubro – seca; e novembro/dezembro - chuva. Cada método de amostragem foi repetido nas quatro diferentes épocas do ano, totalizando 16 coletas, sendo oito no período chuvoso e oito no período seco.

Método I – Batida de galhos

Neste método de coleta de ácaros, primeiramente, dividiu-se a planta em quatro quadrantes verticais, de forma que o procedimento de coleta foi realizado duas vezes em cada quadrante da planta no intuito de que a mesma fosse totalmente contemplada, abrangendo-se os diversos locais de preferência alimentar das diversas espécies de ácaros. O procedimento de coleta consistiu em sacudir vigorosamente galhos sobre uma bandeja (60 x 30 x 8 cm) de

cor branca (para melhor visualização dos espécimes coletados) por cerca de 30 segundos (Fig. 1).



Figura 1. Coleta de ácaros em planta de pinhão-mansão através do método de batida de galhos. Foto: Diego Macedo.

Após repetir-se tal procedimento em todos os quadrantes da planta, foi feita uma pré-triagem do material coletado na bandeja, retirando-se restos de folhas e insetos com uma pinça entomológica, e em seguida acondicionou-se o material em um frasco (10 mL) de vidro identificado contendo álcool etílico à 70% para posterior triagem em laboratório. Os espécimes coletados foram contabilizados em placas de *Petri* sob microscópio estereoscópico (40x de aumento) distintamente ao seu hábito alimentar: predadores, fitófagos e indefinidos¹. Por fim, os ácaros encontrados foram conservados em tubos de microcentrífuga de 1,5 mL contendo álcool etílico à 70% e armazenados para posterior identificação.

Método II - Lavagem das folhas

Neste método, assim como no anterior, fez-se primeiramente a divisão da planta em quatro quadrantes verticais, também buscando contemplar integralmente a planta. Contudo, neste caso, foram coletadas dez folhas por ponto amostral (planta), de forma que todos os quadrantes participassem da amostragem. Este método de coleta é baseado no método descrito por Spongowski et al. (2005) utilizado para coleta de ácaros em folhas de café (*Coffea arabica* L.), neste as folhas foram lavadas em sacos plásticos e em seguida o conteúdo peneirado em

¹ São aquelas espécies de hábitos generalistas ou indeterminados, que podem apresentar-se como fitófagos, predadores, micófagos, nectarívoros e detritívoros (Gerson et al. 2003).

malha de 325 mesh para reter os ácaros, no presente caso, fez-se adaptações, utilizou-se garrafas plásticas, ao invés de sacos plásticos, e filtro de papel, ao invés de peneira.

Uma vez coletadas, as folhas foram acondicionadas em garrafas PET (Politereftalato de etileno) de dois litros de capacidade. No momento da coleta, as folhas foram depositadas na parte inferior da garrafa, que havia sido cortada separando-se seu primeiro terço superior, que foi encaixado e vedado com fita adesiva. A garrafa foi tampada, identificada e reservada para a segunda etapa em laboratório. O procedimento foi repedido em todas as plantas (Fig. 2A).

Em laboratório, se adicionou uma gota de detergente neutro e um litro de água à garrafa com as folhas que foi tampada e agitada vigorosamente por cerca de 30 segundos. Em seguida, o conteúdo da garrafa foi filtrado em um conjunto de filtragem com funil de Büchner, Kitassato e bomba de vácuo em filtros de papel de densidade de 80mg/cm² (Fig. 2B). O filtro de papel onde ficaram retidos além dos ácaros, diversos materiais como restos vegetais (pedaços de folhas) e cristais de sílica (poeira), foram observados em microscópio estereoscópico. Os ácaros encontrados foram contabilizados distintamente ao seu hábito alimentar e coletados com pincel, sendo conservados em tubos de microcentrífuga de 1,5 mL com álcool etílico à 70%.



Figura 2. Método de lavagem das folhas: A - Garrafas PET para coleta de folhas de pinhão-manso; B - Funil de Büchner e Kitassato do conjunto de filtragem. Fotos: Diego Macedo.

Método III – Sugador

Para este método de coleta confeccionou-se um coletor de ácaros por sucção baseado no modelo proposto por Zacarias e Oliveira (2000). Além de algumas adaptações, o principal diferencial do aparelho utilizado neste trabalho foi que o mesmo foi acoplado em uma bomba

de sucção à vácuo para aumentar a eficiência do método. O aparelho foi confeccionado em um recipiente de acrílico (tubos de microcentrífuga) de 30 mL de capacidade com tampa de rosca. Neste foi acoplado um bico de pipeta de 1,5 mL, encaixado na abertura na tampa do recipiente devidamente vedado. A outra extremidade o bico de pipeta ficou inserido no frasco de vidro de 10 mL removível no interior do recipiente, para coleta do material succionado. Na extremidade oposta à tampa de rosca do tubo foi feito um orifício no qual foi acoplada e vedada uma mangueira de acrílico encaixada à bomba de vácuo para sucção (Fig. 3).



Figura 3. Aparelho coletor de ácaros por sucção adaptado de Zacarias e Oliveira (2000). Foto: Diego Macedo.

Tentando-se abranger toda a planta, fez-se a divisão da planta em quatro quadrantes verticais. Foram coletadas dez folhas por ponto amostral (planta), abrangendo-se todos os quadrantes. As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel identificados e guardadas em caixa de isopor com gelo para reduzir a movimentação dos ácaros. Este procedimento foi repetido em todas as amostras.

O material coletado foi transportado ao laboratório para a realização da coleta dos ácaros com o aparelho de sucção. Previamente, o interior dos frascos de vidro removíveis foi pincelado com glicerina para que os ácaros sugados ficassem aderidos. As folhas foram colocadas completamente abertas sobre papel e, com a bomba de sucção à vácuo ligada, a ponta da pipeta foi passada pela folha sem encostar na superfície da mesma, priorizando-se a extensão das nervuras e adjacências na face abaxial e adaxial da folha. Após este procedimento o frasco foi retirado e nele adicionado álcool etílico a 70%.

Em seguida, o conteúdo dos frascos de vidro foi transferido para placas de *Petri* para a contagem e coleta dos espécimes sob microscópio estereoscópico. Os ácaros foram

contabilizados distintamente ao seu hábito alimentar. Estes, posteriormente foram armazenados em tubos de microcentrífuga de 1,5 mL em álcool etílico a 70%.

Método IV – Coleta direta

Em um processo de coleta das folhas análogo aos demais métodos, foram coletadas dez folhas por planta. Estas foram acondicionadas em sacos de papel identificados e guardadas em caixa de isopor com gelo reutilizável. Em laboratório, a contagem e coleta dos espécimes foram realizadas diretamente sobre a folha utilizando microscópio estereoscópico com pincel de ponta fina, observando-se sempre as duas faces das folhas. Os ácaros coletados foram contabilizados distintamente ao seu hábito alimentar e acondicionados em tubos de microcentrífuga de 1,5 mL contendo álcool etílico à 70%.

Análise estatística

Os dados relativos às coletas foram correlacionados e comparados com os dados climáticos. As análises da variância e testes de médias entre a abundância de ácaros nas diferentes coletas foram realizados utilizando-se o *software* STATISTICA 7.0 - *StatSoft Inc.* 2004, e os gráficos foram confeccionados utilizando-se o *software* SIGMAPLOT 11.0 - *SystatSoft Inc.* 2008.

Resultados

O total de ácaros coletados foi de 6089 espécimes, sendo 58,17% fitófagos, 29,79% predadores e 12,04% apresentaram hábitos alimentares indefinidos. A utilização de diferentes métodos de coletas resultou em uma grande diversidade de espécies de ácaros coletados. A tabela 1 apresenta a identificação e a ocorrência dos ácaros coletados sobre plantas nativas de pinhão-mansão no estado do Tocantins no período de março a junho de 2009.

Tabela 1. Ácaros associados à plantas nativas de pinhão-mansão no estado do Tocantins (I). Gurupi-TO, 2009.

	Táxon	Mar	Abr	Mai	Jun	N	H				
Acaridae	<i>Neotropacarus mumai</i>	7	6	2	1	26	3	4	2	51	I
	<i>Tyrophagus</i> sp.	5	8	0	7	18	9	2	11	60	I
	<i>Asca garmani</i>	8	12	7	9	11	4	0	1	52	I
Cheyletidae	<i>Hemicheyletia bakeri</i>	7	0	4	0	13	7	0	0	31	P
	<i>Cheletogenes ornatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	3	P
Cunaxidae	<i>Armscirus</i> sp.	0	3	0	6	31	8	4	0	52	P
Hydrachnidiae		0	2	0	0	0	0	0	0	2	I
Oribatida	<i>Oribatida</i> sp.	39	6	17	9	12	11	16	12	122	I
Phytoseiidae	<i>Amblyseius aerialis</i>	11	9	13	4	15	10	7	3	72	P
	<i>Amblyseius</i> sp.	0	3	0	0	0	0	5	0	8	P
	<i>Euseius concordis</i>	14	33	32	47	66	56	62	43	353	P
	<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	6	25	7	13	50	38	40	31	210	P
	<i>Phytoscutus sexpilis</i>	2	5	7	5	2	6	7	8	42	P
	<i>Phytoseiulus longipes</i>	12	7	9	16	3	0	6	0	53	P
	<i>Proprioseiopsis ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	7	P
	<i>Ricoseius loxocheles</i>	3	10	21	15	9	4	16	7	85	P
	<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	4	P
Stigmaeidae	<i>Agistemus floridanus</i>	9	13	23	11	9	32	17	8	122	P
Suidasiidae	<i>Suidasia pontifica</i>	0	34	27	47	32	29	15	38	222	I
Tarsonemidae	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	0	7	5	14	0	3	0	9	38	F
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus phoenicis</i>	52	250	34	67	48	116	99	36	702	F
Tetranychidae	<i>Tetranychus bastosi</i>	0	5	0	9	0	0	7	0	21	F
Tydeidae	<i>Afrotydeus smileyi</i>	32	21	19	38	35	13	29	33	220	I
	<i>Lorryia turrialbensis</i>	0	31	45	22	20	36	9	27	190	I
	<i>Parapronematus</i> sp.	0	12	18	32	23	18	14	20	137	I
	<i>Lorryia</i> sp.	0	4	14	6	9	3	17	13	66	I
Winterschmidtiiidae	<i>Czenspinksia transversostriata</i>	0	15	21	16	9	32	19	24	136	I
	<i>Oulenzia</i> sp.	0	7	0	12	3	8	0	10	40	I

N: número total de ácaros coletados, H: Hábito alimentar. P - Predador, F - Fitófago, I - Indefinido.

Dos 29 táxons identificados em plantas de pinhão-mansão neste período, 13 tem como hábito alimentar a predação. Os ácaros da família phytoseiidae constituíram o grupo de predadores mais abundantes e diversos. Contudo, espécimes de outras importantes famílias de ácaros predadores como Stigmaeidae, Cheyletidae, Cunaxidae e Ascidae, também foram identificados. Dentre as espécies predadoras, destacaram-se em abundância o ácaro predador *Euseius concordis*, com 495 espécimes coletados ao longo das 16 coletas, *Iphiseiodes zuluagai* foi a segunda espécie mais abundante, com 240 coletados e *Armscirus* sp. Apresentaram 47 exemplares coletados.

Apenas três famílias de ácaros fitófagos foram identificadas: Tenuipalpidae, Tetranychidae e Tarsonemidae. O ácaro fitófago *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), conhecido

popularmente como ácaro-da-leprose-dos-citros, destacou-se com 702 espécimes coletados, apesar de não ser considerado praga da cultura do pinhão-manso. Por outro lado, *Tetranychus bastosi* e *Polyphagotarsonemus latus* que são constatados como potenciais ácaros-pragas da cultura do pinhão-manso (Saturnino et al. 2005; Santos et al. 2006), apresentaram baixas densidades populacionais em plantas nativas de pinhão-manso, indicando que estas espécies podem estar sob controle biológico natural.

Foram identificados ainda 11 espécies que possuem hábitos alimentares indefinidos. Dentre estas espécies um grupo de ocorrência comum nas coletas foram ácaros da família Tydeidae, destacando as espécies *Parapronematus sp*, *Afrotydeus smileyi* e *Lorryia turrialbensis*. Ácaros da ordem Oribatida também ocorreram com um total de 122 espécimes coletados.

A tabela 2 corresponde aos ácaros coletados entre setembro e dezembro de 2009. Nota-se que a diversidade de espécie foi substancialmente menor em relação ao primeiro semestre do referido ano. Este fato pode estar relacionado às variações climáticas e à fenologia do pinhão-manso.

Tabela 2. Acaros associados à plantas nativas de pinhão-manso no estado do Tocantins (II). Gurupi-TO, 2009.

	Táxon	Set	Out	Nov	Dez	N	H				
Acaridae	<i>Neotropacarus mumai</i>	0	0	0	0	3	4	0	7	I	
Ascidae	<i>Proctolaelaps sp</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	P	
Cheyletidae	<i>Hemicheyletia bakeri</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	P	
Cunaxidae	<i>Armascirus sp.</i>	0	0	0	0	2	0	1	3	P	
Phytoseiidae	<i>Amblyseius tamatavensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	P	
	<i>Euseius concordis</i>	9	0	9	11	1	2	83	36	142	P
	<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	0	0	0	0	0	3	25	2	30	P
Suidasiidae	<i>Suidasia pontifica</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	I	
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus phoenicis</i>	55	94	45	146	3	12	160	45	560	F
Tetranychidae	<i>Tetranychus bastosi</i> .	36	91	67	243	0	0	0	0	375	F

N: número total de ácaros coletados, H: Hábito alimentar. P - Predador, F - Fitófago, I - Indefinido.

No segundo período (setembro a dezembro) a diversidade ficou restrita a somente 10 táxons, contra 28 no primeiro período (março a junho). Apenas três espécies da família Phytoseiidae e uma espécie das famílias Cheyletidae, Cunaxidae e Ascidae compuseram o grupo de ácaros predadores identificados no referido período. Novamente, *E. concordis* foi mais abundante que *I. zuluagai*, apresentando 142 e 30 espécimes coletados, respectivamente.

Entre os fitófagos mais uma vez prevaleceu *B. phoenicis* com 560 espécimes coletados somente neste período, totalizando 1.262 indivíduos coletados nos dois períodos. *Tetranychus bastosi* ocorreu em grande número no segundo período, alcançando 375 indivíduos coletados, todos coletados nos meses de setembro e outubro, não sendo observada ocorrência destes ácaros nos meses de novembro e dezembro. As famílias Suidasiidae e Acaridae também ocorreram sazonalmente. Não ocorreram tideídeos, nem oribatidas neste período.

A tabela 3 apresenta as quantidades totais de ácaros coletadas em cada um dos métodos utilizados, bem como as quantidades percentuais relativas ao total.

Tabela 3. Número de ácaros coletados em cada um dos métodos de coleta utilizados. Gurupi-TO, 2009.

Métodos de coleta	Total	%
Lavagem de folhas	3030 a	49,76
Sugador de ácaros	1219 b	20,01
Coleta direta	1452 b	23,84
Batida de galhos	388 c	6,37
Total	6089	100

Com o método de coleta pela lavagem de folhas coletou-se um total de 3030 espécimes (49,76%), quase o dobro da coleta direta, e quase oito vezes a quantidade de ácaros coletados na batida de galhos. O método de lavagem das folhas apresentou a maior abundância total de ácaros coletados ($F_{3, 12} = 7,173$; $P = 0,005$).

A abundância de ácaros predadores apresentou correlação negativa ($p \leq 0,05$) com os fatores abióticos de temperatura média (-0,96) e precipitação pluviométrica acumulada (-0,93). A abundância de ácaros predadores correlacionou-se negativamente (-0,45) com a abundância de ácaros fitófagos. Nota-se uma importante interação entre ácaros predadores e fitófagos sobre pinhão-mansão, ao passo que a abundância de um aumentou à medida que a do outro diminuiu. Estes dados mostram a influência dos fatores abióticos na abundância de ácaros predadores, onde temperatura e pluviosidade influenciaram diretamente a ocorrência destes espécimes.

Observando-se a influência dos fatores climáticos nas comunidades acarinas ao longo das coletas na figura 4, a flutuação das populações de ácaros predadores em relação aos fitófagos, apresenta-se antagônica, ao passo que uma aumenta a outra diminuía, fato que se repete ao longo das coletas. Nota-se que a precipitação influenciou diretamente a comunidade de ácaros fitófagos nas coletas de março/abril (final do período de chuvas), os fitófagos apresentaram um pico, já em maio/junho (início do período seco), ocorre um aumento da comunidade de ácaros predadores, ao passo que os fitófagos apresentam menores quantidades

em relação ao período anterior. Em setembro/outubro com a volta das chuvas, a comunidade de fitófagos recupera-se, à medida que os predadores diminuem bruscamente, apresentando os menores índices nesta época. Contudo, nos meses seguintes, o número de ácaros predadores tendem à aumentar, reprimindo a comunidade de ácaros fitófagos, que ainda são desfavorecidos pelas intensas precipitações do período de novembro/dezembro que possuem efeito destrutivo sobre as colônias.

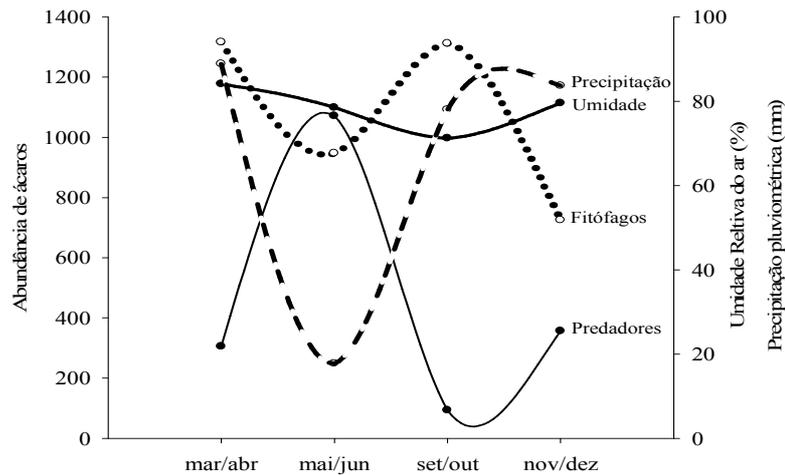


Figura 4. Abundância de ácaros em pinhão-mansão, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica em função dos períodos de coleta. Gurupi-TO, 2009.

A umidade relativa média não influenciou diretamente as comunidades de ácaros, fato notado nas correlações não significativas com este fator, talvez a oscilação diária da umidade relativa do ar seja mais influente como estímulo à reações específicas, do que dados médios de um período.

Assim como a precipitação, a temperatura também atuou diretamente sobre as populações de ácaros fitófagos (Fig. 5), ao passo que a comunidade de predadores relaciona-se negativamente com ambas. A maior comunidade de ácaros predadores foi encontrada no período da menor temperatura média (maio/junho) ($F_{3,12}=6,1709$; $p=0,0088$). E contrariamente, a menor comunidade de predadores foi encontrada no período da maior temperatura média (setembro/outubro) ($p \leq 0,05$).

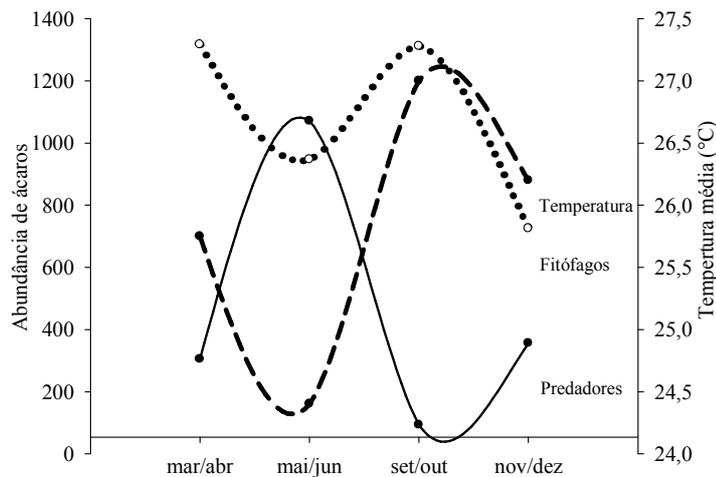


Figura 5. Abundância de ácaros em pinhão-mansão e temperatura em função dos períodos de coleta. Gurupi-TO, 2009.

A abundância de ácaros predadores, em função das temperaturas média nas épocas de coleta, ajustou-se ao modelo de regressão quadrática com R^2 igual a 0,966 ($p \leq 0,05$). A comunidade de ácaros predadores foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura média no período das avaliações, onde as maiores abundâncias de predadores foram registradas nas menores temperaturas e vice-versa. Observando a evolução das comunidades acarinas ao longo do período de avaliações em função da fenologia padrão da planta de pinhão-mansão (Fig. 6), nota-se uma clara relação das fases fenológicas do pinhão-mansão na oscilação da acarofauna, principalmente pelo período de repouso vegetativo das plantas.

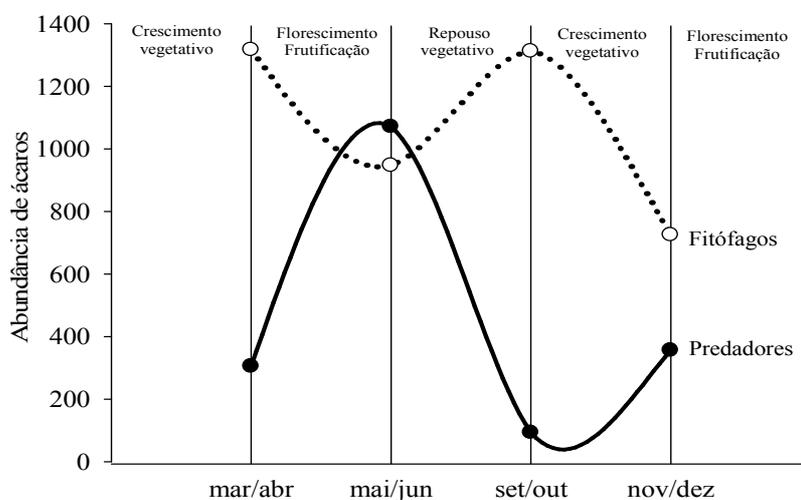


Figura 6. Abundância de ácaros predadores e fitófagos em função das épocas de coleta relativas aos estados fenológicos do pinhão-mansão observados nas condições do estado do Tocantins. Gurupi-TO, 2009.

Em junho, no final do período de crescimento vegetativo, parte das folhas das plantas cai, uma importante adaptação da planta para resistir ao período mais seco, quando estas ressurgem em setembro com a volta das chuvas, os fitófagos rapidamente colonizam-nas, enquanto a comunidade de ácaros predadores encontra-se em baixa. No entanto, em novembro/dezembro há uma recuperação da abundância de predadores e, conseqüente decréscimo da comunidade de ácaros fitófagos.

Discussão

No levantamento da acarofauna associada ao pinhão-mansão destacaram-se os ácaros predadores fitoseídeos como o grupo de ácaros mais abundante associado à plantas nativas de pinhão-mansão. Os ácaros deste grupo, em vários estudos realizados em todo o mundo têm se mostrado importantes agentes no controle de vários ácaros-praga em várias culturas (McMurtry e Croft 1997; Gerson et al. 2003; Lofego e De Moraes 2006). As espécies de ácaros predadores mais abundantes foram: *Euseius concordis*, *Iphiseiodes zuluagai* e *Armscirus* sp.. *I. zuluagai* e *E. concordis*, da família Phytoseiidae, são os ácaros predadores mais comuns em citros (Sato et al. 1994; Reis et al. 2000; Raga et al. 1996). Muitos autores relatam que *I. zuluagai*, em geral, é uma espécie muito comum em pomares de citros e cafezais no Brasil, tanto em vegetação nativa quanto introduzida (De Moraes et al. 1986; Pallini et al. 1992; Reis 2000; Ferla e De Moraes 1998; Matos et al. 2004; Spongoski et al. 2005).

Os números verificados neste trabalho corroboram com outros autores que dizem que os fitoseídeos são, de maneira geral, os predadores mais abundantes em diversos em plantas cultivadas e silvestres, seguidos, normalmente, pelos estigmeídeos, numa distante segunda posição (Sato et al. 1994; Raga et al. 1996; Ferla e De Moraes 1998; Reis et al. 2000; De Moraes 2002).

Um fato importante no levantamento da acarofauna foi que o ácaro fitófago *Brevipalpus phoenicis* apresentou-se sempre em altas populações durante as várias amostragens. Esta espécie tem maior importância econômica por ser transmissor do vírus-da-leprose-dos-citros (Kitajima et al. 1972). De acordo com Childers et al. (1994), este ácaro já foi relatado em 118 gêneros de 64 famílias de espécies vegetais. Contudo, esta espécie não causa dano significativo conhecido à cultura do pinhão-mansão. Trata-se então de uma presa alternativa importante para os ácaros predadores *E. concordis* e *I. zuluagai*, pois segundo

alguns autores, estes predadores são encontradas frequentemente associadas à esta presa em citros (Sato et al. 1994; Raga et al. 1996; Reis et al. 2000).

Neste sentido, Reis et al. (2003) avaliaram o desempenho de *I. zuluagai* sobre diferentes densidades de *B. phoenicis*, verificando que este predador é bastante eficiente na predação desta presa. Outros autores observaram resultados positivos também na predação deste fitófago por *E. concordis* (Komatsu e Nakano 1988; Gravena et al. 1994). Considerando, esta interação entre as espécies mais abundantes nas amostragens, destaca-se que as variações entre as comunidades de ácaros fitófagos e predadores observadas em pinhão-mansão devam-se principalmente às relações de predação.

Parra et al. (2003) citaram *E. concordis* e *I. zuluagai* como importantes predadores para a manutenção do equilíbrio das populações dos ácaros fitófagos em citros, o que agora foi observado em pinhão-mansão. Estas espécies são ácaros generalistas, que tem em sua dieta uma variada gama de alimentos, e podem se desenvolver alimentando-se de ácaros de diversas famílias, de insetos, pólen, néctar e exsudados de plantas, características desejáveis para um agente de controle biológico, pois possibilita sua criação sobre alimentos alternativos (Yamamoto e Gravena 1996; Mcmurtry e Croft 1997; Reis et al. 1998).

Em contrapartida, tetraniquídeos e tarsonemídeos, principais ácaros-praga da cultura, foram encontrados sazonalmente, ou quando constantes, em poucas quantidades. Isto é um indício importante de controle biológico dos ácaros predadores sobre os ácaros-pragas da cultura, já que em cultivos convencionais estes costumam ocorrer em grandes quantidades principalmente no Norte e Nordeste do país (Saturnino et al. 2005; Santos et al. 2006). Este fato fica mais evidenciado quando somente nas coletas de setembro e outubro estes ácaros-praga ocorreram em densidades significativas, justamente quando ocorreram as menores abundâncias e diversidade de inimigos naturais.

Neste sentido, destaca-se que os ácaros predadores são os mais importantes inimigos naturais dos ácaros fitófagos e os mais comumente encontrados sobre plantas pertencem às famílias Phytoseiidae, Stigmaeidae, Cheyletidae, Cunaxidae e Bdellidae (Gerson et al. 2003). Destes, apenas espécimes da família Bdellidae não foram identificados sobre plantas de pinhão-mansão.

A baixa abundância dos ácaros Stigmaeidae constatada no presente trabalho coincide com o que foi também relatado por outros autores que estudaram os ácaros desta família em citros, relatando que é possível que os baixos níveis deste predador estejam relacionados à sua interação antagônica com outros grupos de predadores (Matioli et al. 1998). Sobre isto Clements e Harmsen (1992), relatam que os ácaros predadores das famílias Stigmaeidae e

Phytoseiidae freqüentemente interagem entre si através de competição por presas ou pela predação de um pelo outro (predação intraguilda).

Um grupo abundante neste estudo foram os ácaros da família Tydeidae. Entretanto, o papel destes ácaros em plantas cultivadas ou mesmo sobre a vegetação natural é pouco conhecido, principalmente pela indefinição de seu hábito alimentar. Talvez estes ácaros possam servir de presa alternativa para ácaros predadores, função observada quando foram encontrados em grandes quantidades no interior de domácias em cafeeiros (Flechtmann 1972; Pallini et al. 1992). Desta forma, os tideídeos podem ter um papel importante na manutenção de ácaros predadores em plantas de pinhão-mansão.

O uso de diferentes métodos de amostragens foi importante na coleta de grande diversidade de espécies de ácaros, principalmente de predadores. Analisando-se os diferentes métodos de coletas de ácaros, podemos classificá-los da seguinte forma: lavagem de folhas, coleta direta, sugador de ácaros e batidas de galhos, respectivamente, em função da quantidade maior de ácaros coletados. A abundância de ácaros predadores foi indiferente aos diferentes métodos de coletas, o que indica que há poucas variações morfológicas e comportamentais, entre estes espécimes que ocorrem nas folhas de pinhão-mansão. Já os ácaros fitófagos que variam muito em forma, apresentaram abundâncias diferenciadas estatisticamente em função dos métodos de coleta testados.

Analisando-se o levantamento de ácaros em função dos fatores climáticos (temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar), observa-se que os ácaros fitófagos, em geral, foram mais abundantes no período seco. Estes dados corroboram com Flechtmann (1972), que afirma que a comunidade de ácaros fitófagos relaciona-se a períodos quentes e secos, pois em condições de baixa umidade relativa do ar, os ácaros têm atividade alimentar intensificada, pois precisam ingerir maior quantidade de líquidos para compensar a perda de água por transpiração e evitar a sua dessecação, favorecendo o crescimento populacional. A oscilação de ácaros fitófagos no período chuvoso deve-se ao fato de que as chuvas isoladas, comuns no estado do Tocantins, atuam reduzindo a densidade populacional dos ácaros, que por sua vez, estimulam as fêmeas a aumentarem a taxa de oviposição, o que tem como consequência um repentino aumento da densidade de ácaros (Gerson e Cohen 1989).

Assim, o efeito mecânico negativo da chuva sobre as colônias pode ser pouco significativo, pois a população de fitófagos se restabelece rapidamente. Outro fator que se relaciona com as oscilações no período chuvoso é a ação de patógenos, que podem ser favorecidos pelas maiores precipitações e temperatura (Van der Geest et al. 2000). Quanto maior foram as temperaturas médias e precipitação pluviométrica acumulada, menor foi a

abundância de ácaros predadores. Considerando o ácaro predador *I. zuluagai* que foi uma das espécies mais abundante neste estudo, outros autores estudando a abundância de predadores, observaram que a maior ocorrência de *I. zuluagai* foi registrada quando ocorreram as menores médias de temperatura e um período de restrição hídrica e baixa umidade relativa do ar (Sato et al. 1994; Reis et al. 2000; Reis et al. 2003).

Sato et al. (1994), Raga et al. (1996) e Reis et al. 2000 também verificaram que esta espécie de ácaro predador foi mais abundante nos meses de junho e julho, meses com as menores médias de temperatura registradas. Contrariamente, Matioli et al. (1998) observaram que este predador foi bastante abundante nos períodos de alta pluviosidade de novembro a janeiro. Por outro lado, Moreira (1993) afirma que *I. zuluagai* pode ser encontrado durante todo o ano sobre plantas cítricas, entretanto é nos meses mais secos que atinge os maiores níveis populacionais. Indicando que a ocorrência de ácaros predadores envolve muitos outros fatores além do clima, podendo ser principalmente afetada pela disponibilidade de alimento (pólen, néctar e presas).

T. bastosi somente ocorreu em números significativos nos meses de setembro e outubro, época seca no estado do Tocantins. O aumento gradual da temperatura ambiente, pode favorecer o aumento do tamanho populacional de ácaros fitófagos (Crooker 1985). A elevação da temperatura, normalmente, reduz o ciclo dos ácaros fitófagos, aumenta a taxa de oviposição e o número de ovos por fêmea (Vasconcelos et al. 2006), desta forma o número de ácaros aumenta mais rapidamente.

Comparando-se a variação populacional das comunidades acarinas com a fenologia da planta, nota-se que após a ressurgência das folhas em setembro/outubro, os fitófagos rapidamente infestam as plantas de pinhão-manso, e em seguida, chegam os ácaros predadores atraídos pela presença das presas, possivelmente por mecanismos de defesa indireta da planta através de aleloquímicos (Tumlinson et al. 1993).

O baixo nível de predadores nas coletas de setembro/outubro, após a ressurgência das folhas, apesar dos altos níveis populacionais de predadores que as plantas apresentavam antes da queda de folhas, indica que os ácaros predadores migram das plantas de pinhão-manso na redução da quantidade de folhas, pois estas são portadoras de abrigo e alimentação e estes recursos se tornam cada vez mais escasso à medida que parte das folhas caem, forçando os ácaros predadores a saírem para colonizar plantas adjacentes ou o solo (Flechtmann 1972).

Por fim, conclui-se que *I.zuluagai* e *E.concordis* são os ácaros predadores mais abundantes em plantas nativas de pinhão-manso no estado do Tocantins. E ainda, precipitação

pluviométrica e temperatura afetam a flutuação populacional de ácaros predadores em pinhão-manso.

Agradecimentos O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. À Universidade Federal do Tocantins pelo apoio logístico às coletas de campo e triagem laboratoriais. À Universidade de Amsterdam e à Universidade Federal Rural do Pernambuco, nas pessoas do Prof. Dr. Farid Faraj e do Prof. Dr. Manoel Guedes, respectivamente, pela identificação dos ácaros.

Referências

- Altieri MA (2002) Review Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93:1-24.
- Carmona MM e Dias JCS (1996) Fundamentos de Acarologia Agrícola. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal.
- Childers CC (1994) Feeding injury to “Robinson” tangerine leaves by *Brevipalpus* mites (Acari: Tenuipalpidae) in Florida and evaluation of chemical control on *citrus*. *Florida Entomologist* 77:265-271.
- Clements DR e Harmsen R (1992) Stigmaeid-phytosiid interactions and the impact of natural enemy complexes on plant-inhabiting mites. *Experimental Applicata Acarology* 14:327-341.
- Crooker A (1985) Embryonic and juvenil development. In: W Helle e M Sabelis (Eds) *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Holanda.
- De Moraes GJ (2002) Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores In *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. Manole, São Paulo, SP, Brasil.
- De Moraes GJ e Flechtmann HW (2008) *Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ed Holos, Ribeirão preto, SP, Brasil.
- De Moraes GJ, Denmark HA, Mcmurtry JA (1986) A catalog of the mite family Phytoseiidae: references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. Embrapa-DDT, Brasília, DF, Brasil.
- Ferla NJ e De Moraes GJ (1998) Ácaros predadores em pomares de maçã no Rio Grande do Sul. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27:649-654.
- Flechtmann CH (1972) *Ácaros de importância agrícola*. Nobel, São Paulo, SP, Brasil.

- Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Baptista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C (2002) Entomologia Agrícola. FEALQ, Piracicaba, SP, Brasil.
- Gerson U e Cohen E (1989) Resurgences of spider mites (Acari: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. *Experimental e Applied Acarology* 6:29-46.
- Gerson U, Smiley RL, Ochoa R (2003) Mites (Acari) for pest control. Blackwell Science, Oxford, EUA.
- Gravena S, Benetoli I, Moreira PHR, Yamamoto PT (1994) *Euseius citrifolius* Denmark e Muma predation on citrus leprosis mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23:209-218.
- Guedes J VC, Navia D, Lofego A C, Deque STB (2007) Ácaros associados à cultura da soja no Rio Grande do Sul. *Neotropical Entomology* 36:288-293.
- Kitajima EW, Müller GW; Costa AS; Yuki V (1972) Short rod-like particles associated with citrus leprosis. *Virology* 50:254-258.
- Komatsu SS e Nakano O (1988) Estudos visando o manejo do ácaro da leprose em citros através do ácaro predador *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae). *Laranja* 9:123-145.
- Lofego AC e De Moraes GJ (2006) Ácaros (Acari) associados a mirtáceas (myrtaceae) em áreas de cerrado no estado de São Paulo com análise faunística das famílias Phytoseiidae e Tarsonemidae. *Neotropical Entomolgy* 35:731-746.
- Matioli AL, Leite GLD, Pallini A, Picanço M (1998) Distribuição espacial e temporal e efeito de diferentes tratos culturais em ácaros associados a laranja pêra-rio. *Agro-Ciência* 14:395-405.
- Matos CHC, Pallini A, Chaves FF, Galbiati C (2004) Domácias do cafeeiro beneficiam o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma (Acari: Phytoseiidae)? *Neotropical Entomology* 33:57-63.
- McMurtry JA e Croft BA (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review Entomology* 42:291-321.
- Moreira, PHR (1993) Ocorrência, dinâmica populacional de ácaros predadores em citros e biologia de *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae). Dissertação de Mestrado UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- Pallini A, De Moraes GJ, Bueno VHP (1992) Ácaros associados ao cafeeiro (*Coffea arabica* L) no sul de Minas Gerais. *Ciência e Prática* 16: 303-307.
- Parra JRP, Oliveira HN, Pinto AS (2003) Ácaros In: Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros. ESALQ, Piracicaba, SP, Brasil.

- Purcino AC e Drummond OA (1986) Pinhão manso. EPAMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Raga A, Sato ME, Cerávolo LC, Rossi AC (1996) Distribuição de ácaros predadores (Phytoseiidae) em laranjeira (*Citrus sinensis* L Osbeck). Revista Ecosistema 21:23-25.
- Reis PR, Chiavegato LG, Alves EB (1998) Biologia de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma (Acari: Phytoseiidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 27:185-191.
- Reis PR, Chiavegato LG, Alves EB, Sousa EO (2000) Ácaros da família Phytoseiidae associados aos citros no município de Lavras, Sul de Minas Gerais. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 29:95-104.
- Reis PR, Souza EO, Teodoro AV, Neto MP (2003) Effect of prey density on the functional and numerical responses of two species of predaceous mites (Acari: Phytoseiidae). Neotropical Entomology 32:461-467.
- Santos HO, Silva-Mann R, Poderoso JCM, Oliveira AS, Carvalho SVA, Boari AJ, Ribeiro GT, Návía D (2006) O ácaro *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker e Sales (Prostigmata: Tetranychidae) infestando germoplasma nativo de *Jatropha sp* no estado de Sergipe, Brasil. In: 2º Congresso Brasileiro de Mamona, Aracaju, SE, Brasil.
- Sato ME, Raga A, Cerávolo LC, Rossi AC, Potenza MR (1994) Ácaros predadores em pomar cítrico de Presidente Prudente, estado de São Paulo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 23 p435-441.
- Saturnino HM, Pacheco DD, Kakida J, Tominaga N, Gonçalves NP (2005) Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Informe Agropecuário 26:44-78.
- Spongowski S, Reis PR, Zacarias MS (2005) Acarofauna da cafeicultura de cerrado em Patrocínio - MG. Ciência agrotecnológica 29:9-17.
- Tumlinson JH, Lewis WJ, Vet LEM (1993) How parasitic wasps find their hosts Scientific. American 268:100-106.
- Tuttle DM, Baker EW, Sales FM (1977) Spider mites (Tetranychidae: Acarina) of the state of Ceara, Brazil. International Journal Acarology 3:1-8.
- Van der Geest LPS, Elliot SL, Breeuwer JAJ (2000) Diseases of mites. Experimental Applicata Acarology 24:497-560.
- Vasconcelos GJN, Silva FR, Barbosa DGF, Gondim Júnior MGC, De Moraes GJ (2006) Diversidade de fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) em fruteiras tropicais no Estado de Pernambuco, Brasil. Magistra 18:90-101.
- Yamamoto PT e Gravena S (1996) Influência de temperatura e fontes de alimento no desenvolvimento e oviposição de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma (Acari: Phytoseiidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 25:109-115.

Zacarias M S e Oliveira AR (2000) Comunicação científica: Coletor de Ácaros por Sucção.
Anais da Sociedade Brasileira de Entomologia 29:827.

Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil

Abstract. One of the most promising plant species for biofuel production in Brazil is the physic nut *Jatropha curcas*. Major phytosanitary problems on this plant include the attack of two pest mite species, the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* and the red spider mite *Tetranychus bastosi*. Owing to pesticide-related problems, there is an increasing demand for sustainable environmental-friendly methods of control such as biological control. In this study we evaluated the suitability of the predatory mite species *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *P. latus* and *T. bastosi* on *J. curcas*. The number of *T. bastosi* killed by *I. zuluagai* was lower than the number of *P. latus* consumed. *Euseius concordis* preyed upon both *T. bastosi* and *P. latus* but the number of prey consumed was always lower in comparison with *I. zuluagai*. However, *P. latus* and *T. bastosi* are suitable for the development of *I. zuluagai* and *E. concordis* the oviposition of both predators did not differ in relation of prey species. The preference of *I. zuluagai* for leaves of plants infested by either *P. latus* or *T. bastosi*, combined with the higher values for predation obtained by this predatory mite when fed on *P. latus*, compared to that values obtained by *E. concordis*, suggests that *I. zuluagai* can be more efficient than *E. concordis* in reducing populations of *P. latus* and *T. bastosi* under field conditions. Furthermore, we report here on the first record of predatory mites associated with *P. latus* and *T. bastosi* on native *J. curcas* plants in Brazil. In conclusion, we emphasize the crucial importance of predatory mites as agents of natural biological control of mite pests on *J. curcas* in small farms.

Key words: Biological control, spider mites, biofuel, smallholders

Introduction

The physic nut (*Jatropha curcas*) is native to equatorial America, where it is traditionally used for hedges, green manure, land reclaim, prevention of erosion and in traditional medicine, and more recently, for biofuel (Gubitz et al. 1999; Openshaw 2000;

Fearless 2007; Nature editorial 2007; Kumar and Sharma 2008). In north Brazil, *J. curcas* is becoming an increasingly popular plant due its value in biodiesel industry. Nowadays, 40.000 ha in Brazil are planted with *J. curcas*, and the area is still expanding. Although the plant can be cultivated on degraded land, and thus does not compete for space with crops, farmers that produce *J. curcas* predominantly use management practices that include high inputs of pesticides and chemical fertilizers. Recently, however, smallholders in Brazil have started to cultivate *J. curcas* as a cash crop, selling the seeds for biodiesel production.

The main phytosanitary problems in cultivating *J. curcas* are the attack of pest mites such as the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) and the red spider mite *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) (Lopes 2009; Santos et al 2006; Kavitha et al 2007). The broad mite is a highly polyphagous pest attacking several crops worldwide (Gerson 1992; Peña and Bullock 1994; Flechtmann 2008). This minute mite (0.1-0.3 mm in length) is found in the apical portion of plants, especially in shoot structures (Flechtmann 2008). This pest causes terminal leaves and flower buds to become malformed, and its attack may occur concomitantly with infestations of *T. bastosi*.

The spider mite *T. bastosi* (0.5 mm in length) was first recorded attacking native *Jatropha gossypifolia* plants in the northeastern Brazil (Tuttle et al 1977). The mite was also found infesting weeds, such as *Amaranthus viridis* L., *Bidens pilosa*, *Ipomoea* sp., and *Hyptis suaveolens*, as well as on crops such as *Manihot esculenta* and *Morus nigra* (Tuttle et al. 1977; De Moraes and Delalibera Jr 1992; Bolland et al. 1998). Contrary to *P. latus*, spider mites such as *T. bastosi* have a silk spinning behavior, covering their colonies with webbing, which may difficult predatory mites to penetrate on their colonies (Saito 1985; Gerson 1985; Sabelis and Bakker 1992). They are more frequently found on underside of fully-developed leaves of *J. curcas* in comparison with younger leaves.

In Brazil, chemical control is the main method of combating pest mites (Oliveira et al. 2007). Due to excessive use of pesticides and the associated problems of pesticide resistance and environmental pollution, there is an increasing demand for sustainable environmental-friendly control methods. Biological control of pest mites is viewed as an alternative method to chemical control. Predatory mites of the family Phytoseiidae are key natural enemies of pest mites (McMurtry and Croft 1997; De Moraes et al. 2004) and the biological control provided by such indigenous species is considered an environmental service to smallholders which normally lack the resources to control pest mites in their fields.

The predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma and *Euseius concordis* Chant (Acari: Phytoseiidae) are the most common natural enemies associated with *P. latus*

and *T. bastosi* on *J. curcas* plants in the region where the study was conducted (Rodrigues et al. in prep). Predatory mites forage for prey guided by volatiles that are produced by plants in response to herbivore injury (Dicke and Sabelis 1988; Dicke 1994; Turlings et al. 1990; Janssen et al. 1999; Sabelis et al. 2001), and therefore, the ability of these predators to find prey infested plants is key in order to biological control to succeed (Oliveira et al. 2009).

Here, we evaluated the potential of biological control of the predatory mites *I. zuluagai* and *E. concordis* on the phytophagous mites *P. latus* and *T. bastosi*. We investigated the suitability of *P. latus* and *T. bastosi* as prey for *I. zuluagai* and *E. concordis* using predation bioassays and the oviposition rate experiments as a fitness measure. Another important trait to be considered when selecting a predator for biological control purposes is its ability to find prey-infested plants (Oliveira et al. 2009), therefore, we assessed the attraction of both predatory mites to leaves of plants infested with *P. latus* or *T. bastosi* through release-recapture experiments.

Material and Methods

Plant material and mite rearing

Seedlings (15 cm) of *J. curcas* were transplanted into individual plastic pots (500 mL) containing soil and manure in a 3:1 portion. Stock cultures of both *I. zuluagai* and *E. concordis* were started with mites collected on *J. curcas* plants. Stock colonies were established on arenas prepared with 6-cm diameter flexible plastic discs floating on distilled water. Castor bean pollen (*Ricinus communis* L.) was added on a daily-basis as food for the mites (Reis and Alves 1997). Stock colonies of *P. latus* and *T. bastosi* were started with mites collected from infested native *J. curcas* plants, which were subsequently transferred to uninfested plants. Both, predatory and spider mites were maintained inside a climate chamber (28 °C, 65-70% R.H. and 12h L/12h D photoperiod). Each experiment was carried out in separated chambers at the laboratory of Entomology of the Federal University of Tocantins, Gurupi, Tocantins, Brazil.

Predation rate relative to prey density

The predatory activity of *I. zuluagai* and *E. concordis* on *P. latus* and *T. bastosi* was evaluated on leaf discs ($\varnothing = 3$ cm) made from healthy and unsprayed *J. curcas* plants. Discs

were kept in batches of 10 in plastic trays (30 x 20 cm) containing foam covered with wet cotton wool and soaked with water to prevent mites from escaping. The trays were kept inside a climate chamber at the same conditions described above. Leaf discs were infested with 2-day-old mated females of each pest mite species (*P. latus* or *T. bastosi*), according to each treatment on the following prey densities: 5, 10, 15 and 20 individuals per disc.

Predators were starved in the presence of water for 2 hours before used in the experiments. Subsequently, one young mated female of each predatory mite species (*I. zuluagai* or *E. concordis*) was released on each disc according to each treatment. After 8 hours, the predation rate of each predatory mite was calculated by counting the number of mites preyed per disc. Each treatment consisted of 20 replicates.

Predatory mite oviposition

To evaluate the oviposition rate of *I. zuluagai* and *E. concordis* on *P. latus* or *T. bastosi* one 2-day-old female plus one male of each predatory species were confined on leaf discs ($\varnothing = 5$ cm) made from healthy and unsprayed *J. curcas* plants, infested with *P. latus* or *T. bastosi*, according to each treatment. The discs with all developmental phases (eggs, larvae, nymphs and adults) *ad libitum* were kept in plastic trays (30 x 20 x 8 cm) containing foam covered with wet cotton wool and soaked with water to maintain the swelling of the disc and to prevent mites from escaping. The trays were kept inside a climate chamber (see above). Eggs of each predatory mite were quantified and discarded daily for five days (Rosa et al. 2005).

Release-recapture experiments

Release-recapture experiments were conducted to test the attractiveness of the predatory mites *I. zuluagai* and *E. concordis* to leaves infested with *P. latus* and/or *T. bastosi* (Pallini et al. 1997). Infested leaves were obtained by placing clean (uninfested) plants in contact with mite-infested plants for one week. Plants were subsequently removed and the number of mites was estimated. The number of mobile stages on each leaf ranged from 50 to 100.

Six young leaves of *J. curcas* plants of similar age and size (circa length = 3 cm; width = 2 cm) were removed from the plants (being three from infested plants and three from control plants) and placed in a circle ($\varnothing = 20$ cm) spiked on needles that were fixed in a plastic

tray (30 x 20 x 8 cm) with silicon glue. In each experiment, uninfested and infested leaves were alternated, so that each uninfested leaf had two infested neighbors, and *vice versa*. To prevent the predatory mites from escaping a sticky glue (Cola Entomológica, Bio Controle, São Paulo, Brazil) was applied around the circle.

Then, 25 females of each predatory mite species (*I. zuluagai* or *E. concordis*) were placed in a Petri dish ($\varnothing = 2$ cm), which was placed inside a larger Petri dish filled with wet cotton wool. Predatory mites were starved for 2 hours before experiments. Subsequently, the Petri dish containing the predatory mites was positioned in the centre of the circle of leaves, and the predators were allowed to access each treatment. Starting one hour after release, the leaves were checked for predatory mites every hour for a period of 7 hours, and all predatory mites found were removed. All trays were kept in a climate chamber (27 ± 2 °C, R.H. $75 \pm 10\%$) during the seven hours of the evaluation along the day. Each treatment was replicated four times.

Statistical analysis

Predation rate of *I. zuluagai* and *E. concordis* in relation to prey density was analyzed using Generalized Linear Models (G.L.M.) with Poisson error distribution. The difference in the number of mites preyed between predator species, prey species and prey density was compared with a full model. The contrasts between the levels within the model were assessed with Wald test (Kuhn et al. 2009).

Oviposition of predatory mites was analyzed using Generalized Linear Mixed Model (LMER) with Poisson error distribution, with time as random factor to correct for pseudoreplication due to repeated measures (Crawley 2007). Oviposition rates of predatory mites were compared with models consisting of the number of eggs laid in function of predator species and prey species as fixed effects.

To analyze differences in numbers of predatory mites recaptured on each of the odour sources (pest mite infested leaves vs. uninfested leaves) we used chi-squared test to given probability of 0.5 expected fraction to each treatment. All analyses were performed using the statistical software R (R Development Core Team 2006).

Results

Predation rate relative to prey density

The predation rate of *I. zuluagai* was higher on *P. latus* than on *T. bastosi* in all evaluated densities (Table 1; Fig. 1). There was no significant difference on the predation rate of *E. concordis* either upon *T. bastosi* or *P. latus* in any of the evaluated densities (Table 1; Fig. 2). The predation rate of *E. concordis* was almost always lower than that of *I. zuluagai* to both prey (Table 1; Figs. 1 and 2).

Tabla 1. Predation rate (means \pm SE) of *I. zuluagai* and *E. concordis* at four different densities of prey (*P. latus* and *T. bastosi*) within a period of 8 h on *Jatropha curcas*.

	Densities (spider mites/disc)							
	5		10		15		20	
	<i>T. bastosi</i>	<i>P. latus</i>	<i>T. bastosi</i>	<i>P. latus</i>	<i>T. bastosi</i>	<i>P. latus</i>	<i>T. bastosi</i>	<i>P. latus</i>
<i>I. zuluagai</i>	1.53 \pm 0.29 Aa	1.89 \pm 0.17 Bb	2.06 \pm 0.41 Ba	3.47 \pm 0.40 Bb	1.76 \pm 0.39 Ba	3.94 \pm 0.31 Bb	3.28 \pm 0.54 Ba	3.95 \pm 0.56 Bb
<i>E. concordis</i>	0.60 \pm 0.16 Aa	0.86 \pm 0.29 Aa	1.10 \pm 0.37 Aa	1.33 \pm 0.35 Aa	1.00 \pm 0.30 Aa	0.45 \pm 0.16 Aa	0.79 \pm 0.24 Aa	1.38 \pm 0.29 Aa

Means \pm SE followed by (a) the same small letter in the same line and (b) same capital letter in each column, within the same prey density do not differ statistically (Wald test, $p > 0.05$).

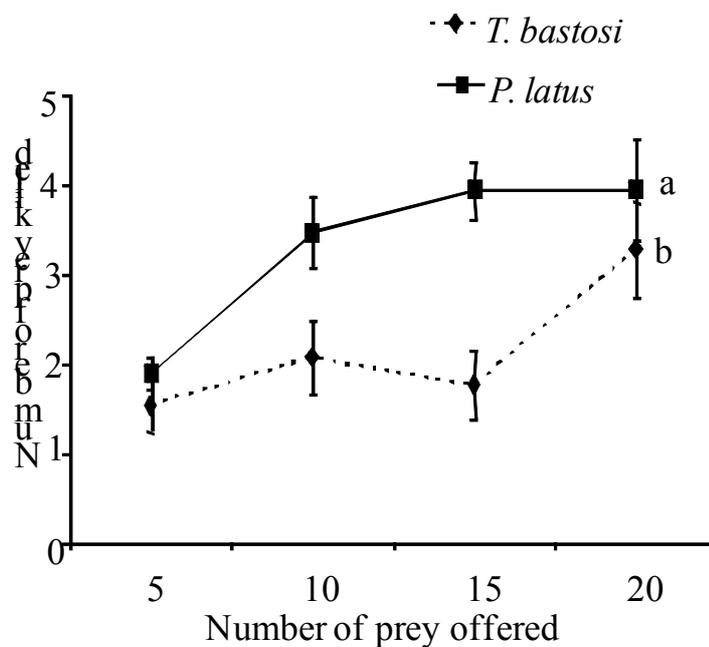


Figura 1. Predation (means \pm SE) of *I. zuluagai* preying upon different densities of *P. latus* (solid lines) and *T. bastosi* (dotted lines). Different letters denote significant differences among treatments.

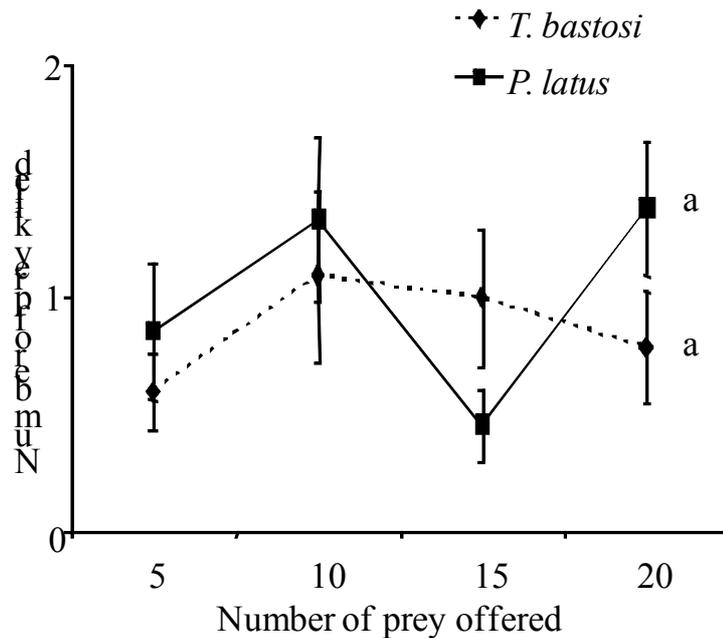


Figura 2. Predation (means \pm SE) of *E. concordis* preying upon different densities of *P. latus* (solid lines) and *T. bastosi* (dotted lines). Different letters denote significant differences among treatments.

Predatory mite oviposition

The oviposition rate of *E. concordis* did not differ between prey species ($\text{Chi}^2 = 1.0089$, d.f. = 1, $P = 0.3152$) (Fig. 3). Furthermore, prey species did not affect the oviposition rate of *I. zuluagai* ($\text{Chi}^2 = 0.1766$, d.f. = 1, $P = 0.6744$). The predatory mites *E. concordis* and *I. zuluagai* laid in average 0.9 ± 0.24 and 0.9 ± 0.22 eggs per day when fed on *T. bastosi* while they produced in average 0.68 ± 0.25 and 1.00 ± 0.28 eggs per day when fed on *P. latus*, respectively. Considering the same prey species there is no difference on oviposition rate between predatory mites ($\text{Chi}^2 = 4.1 \times 10^{-10}$, d.f. = 1, $P = 1$ and $\text{Chi}^2 = 1.5332$, d.f. = 1, $P = 0.2156$ respectively for *T. bastosi* and *P. latus*).

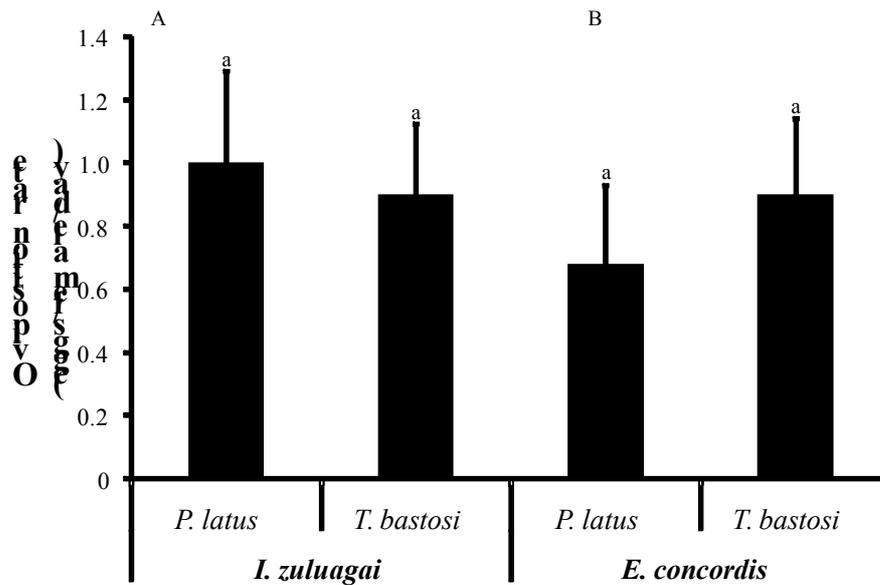


Figura 3. Average (\pm SE) ovipositional rate of *I. zuluagai* (A) and *E. concordis* (B) fed on *P. latus* and *T. bastosi*. Same letters denote non significant differences among treatments.

Release-recapture experiments

When we assessed the preference of *E. concordis* to odours of leaves infested with *P. latus* or uninfested leaves, 87% of all mites were recaptured from any of the leaves offered as choice to *E. concordis*. Infested leaves attracted on average 46% and uninfested leaves attracted 54% of the recaptured mites (Fig. 4A). When we tested the preference of *E. concordis* to odours emanating from leaves infested with *T. bastosi* or uninfested ones, 68% of the mites were recaptured from the leaves (Fig. 4B). On average, 52% of the mites were found on leaves infested with *T. bastosi* while uninfested leaves attracted 48% of the recaptured mites. These results represent no statistical preference of *E. concordis* for uninfested leaves or leaves infested with *P. latus* or *T. bastosi* ($p > 0.05$).

When the same options were given to *I. zuluagai*, the percentage of recaptured mites was also high. When it was offered a choice towards odours of leaves infested with *P. latus* vs. uninfested leaves, 89% of all *I. zuluagai* released were recaptured from the leaves. From these recaptured mites, 67% were attracted to infested leaves while uninfested leaves attracted 33% mites (Fig. 4C). This difference was significant ($p < 0.05$). When offered a choice to *I. zuluagai* between odours from leaves infested with *T. bastosi* or uninfested ones, 84% were recaptured from the leaves. Leaves infested with *T. bastosi* attracted on average 71%, while uninfested leaves attracted only 29% of the recaptured mites (Fig. 4D) and this difference was statistically significantly ($p < 0.05$).

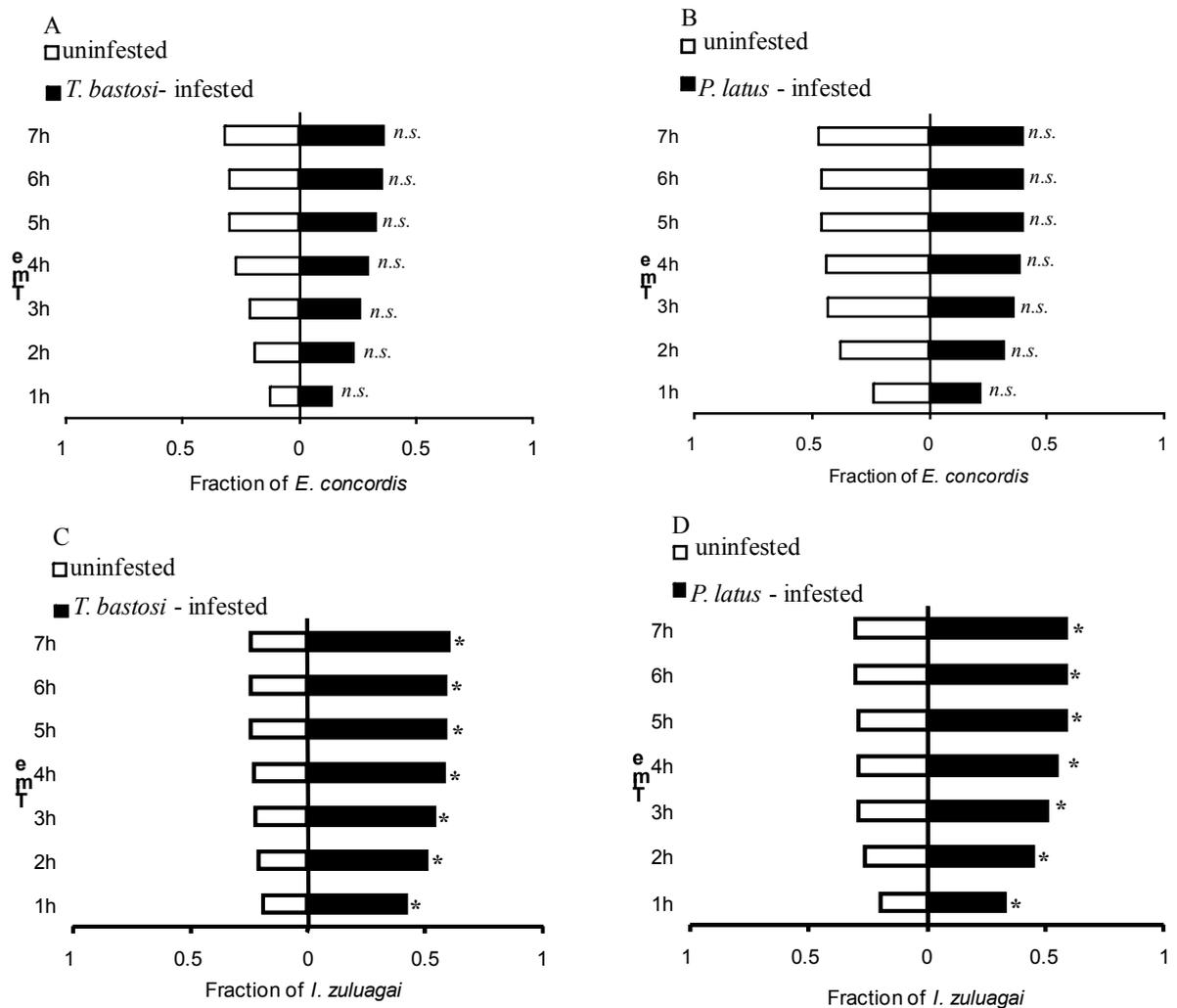


Figura 4. Phytoseiid predators were offered a choice between uninfested *J. curcas* leaves and leaves infested with *P. latus* or *T. bastosi*. Preference of *E. concordis* females when offered odours coming from uninfested leaves vs. (A) leaves infested with *T. bastosi* or (B) leaves infested with *P. latus*. Preference of *I. zuluagai* females when offered odours from uninfested leaves vs. (C) leaves infested with *T. bastosi* or (D) leaves infested with *P. latus*. Within each evaluated time, asterisks denote fractions that are statistically different at 5% level (Chi-squared test; $p < 0.05$).

Discussion

Our results indicate that the predatory mites *I. zuluagai* and *E. concordis* may contribute to the biological control of the pest mites *P. latus* and *T. bastosi* on *J. curcas* plantations in north Brazil. The number of *P. latus* killed by *I. zuluagai* reached a maximum around 4 mites in a period of 8 hours (Fig. 1). When fed on *T. bastosi*, the number of prey killed by *I. zuluagai* was lower than that obtained by this predator when preying upon *P. latus* (Fig. 1). Unlike the spider mite *T. bastosi* the broad mite *P. latus* does not produce web making it easier for predation, although several predatory mite species (Acari: Phytoseiidae)

have been reported entering dense webbing produced by spider mites (McMurtry and Croft 1997; Lemos et al 2010).

The production of a dense and sticky web on host plants is common in spider mites of the family Tetranychidae (Saito 1979, 1983; Gerson 1985). Although there are large differences in the amount of silk produced and in the structure of the web among tetranychid mite species (Saito 1979, 1983, 1985; Gerson 1985; Morimoto et al. 2006), the general consensus is that such webs have various possible functions, one of which is defense against predators (Gerson 1985; Saito 1985; Lemos et al. 2010). The web can act against predators by repelling them (McMurtry and Johnson 1966; Takafuji and Chant 1976), by reducing their movement on the plant (McMurtry et al. 1970), or by sticking predators, which may result in their death (McMurtry and Scriven 1964; Osakabe 1988; Venzon et al. 2009).

Additionally, predators experience difficulty in avoiding contact with the sticky silken threads when they enter and move inside webs (Sabelis and Bakker 1992). This would explain the higher predation rate of *I. zuluagai* on *P. latus* compared to *T. bastosi*. Furthermore, the larger size of *T. bastosi* compared to *P. latus*, could influencing less predation, thus predators would not need to consume as many individuals of *T. bastosi* as they do on the minute *P. latus*.

At the lowest density, the number of prey consumed by *I. zuluagai* was lower than two, perhaps due to the difficulty faced by the predator in finding the prey (Reis et al. 2003). Although *I. zuluagai* and *E. concordis* preyed upon *P. latus* and *T. bastosi* the predation rate of *E. concordis* was lower for both preys (Tab. 1). The number of *P. latus* and *T. bastosi* killed by *E. concordis* peaked around 1 mite in a period of 8 hours (Fig. 2). When fed on *T. bastosi* the daily oviposition of *I. zuluagai* did not differ from that of *E. concordis* (Fig. 3B). Such ovipositional rates were higher than those obtained by other predatory mites fed on tetranychid mites (Ferla and De Moraes 2003) indicating that both *P. latus* and *T. bastosi* are suitable for the development of *I. zuluagai* and *E. concordis*.

Release-recapture experiments showed that females of *I. zuluagai* were attracted to odours from leaves of *J. curcas* plants that were infested with *P. latus* or *T. bastosi* when offered uninfested leaves as alternative (Fig. 4C, D). These results are in line with previous studies with other predators, indicating that *I. zuluagai* uses volatile cues to localize their prey habitats (Teodoro et al. 2009). However, more research is needed to determine the nature of the volatiles used by *I. zuluagai* to perceive the presence of *P. latus* and *T. bastosi* on *J. curcas* leaves.

Janssen et al. (1997) showed that the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) is attracted to odours produced by plants infested with thrips and by plants infested by the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. When offered a choice between these two odours, they preferred odours of plants with spider mites. Hence, predators were able to distinguish between plants with either of the two herbivores. It was argued that this behavior could be explained by different odour profiles being produced by the plant-herbivore complex, by the concentration of similar volatiles, or both.

Therefore, it is possible that the presence of spider mites on the leaves of *J. curcas* and their feeding could have elicited the production of volatiles and *I. zuluagai* may have used such volatiles to locate leaves hosting its prey. When we assessed the preference of *E. concordis* to leaves of plants infested with *P. latus* or *T. bastosi* relative to uninfested leaves, mites did not show preference for one of the odour sources, which suggests that such odours are not attractive to or not recognizable by this predatory mite (Fig. 4A, B).

The preference of *I. zuluagai* for leaves of plants infested by either *P. latus* or *T. bastosi* combined with higher predation on *P. latus* in comparison to that values obtained by *E. concordis* suggests that *I. zuluagai* can be more efficient than *E. concordis* in reducing populations of pest mites under field conditions. Our results emphasize the key importance of predatory mites as agents of natural biological control of pest mites on *J. curcas* crops. However, more field realistic experiments are needed to elucidate tritrophic relationships among *I. zuluagai*, *E. concordis*, their prey, and the host plant.

Acknowledgments We thank Wagner Toshihiro Kikuchi, Renata Vieira Marques and Leonardo Teixeira da Silva for support and assistance with the experiments. This research was supported by CNPq-Brazil (project 475408/2008-0). Diego Macedo Rodrigues received a master scholarship from CNPq-Brazil (project 561567/2008-5).

References

- Bolland HR, Gutierrez J, Flechtmann CHW (1998) World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Brill, Leiden.
- Crawley MJ (2007) The R book. Wiley, West Sussex
- De Moraes GJ, Delalibera I (1992) Specificity of a strain of *Neozygites* sp. (Zygomycetes: Entomophthorales) to *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae). Experimental Applicata Acarology 14:89-94.

- De Moraes GJ, Flechtmann CHW (2008) Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Holos, Ribeirão Preto, Brazil
- Dicke M (1994) Local and systemic production of volatile herbivore-induced terpenoids: their role in plant–carnivore mutualism. *Journal Plant Physiology* 143:465-472
- Dicke M, Sabelis MW (1988) Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds? *Function Ecological* 2:131-139.
- Fairless D (2007) Biofuel: The little shrub that could - maybe. *Nature* 449:652-655.
- Ferla NJ, De Moraes GJ (2003) Oviposição dos ácaros predadores *Agistemus floridanus* Gonzalez, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (Acari) em resposta a diferentes tipos de alimento. *Revista Brasileira de Zoologia* 20:153-155.
- Flechtmann CHW (1985) Ácaros de importância agrícola. Nobel, São Paulo
- Gerson U (1985) Webbing. In: Helle W, Sabelis MW (ed) Spider mites: Their biology, natural enemies and control, Elsevier 38:223-232.
- Gerson U (1992) Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental Applicata Acarology* 13:163-178.
- Gubitz GM, Mittelbach M, Trabi M (1999) Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Technological* 67:73-82.
- Janssen A, Pallini A, Venzon M, Sabelis MW (1999) Absence of odour-mediated avoidance of heterospecific competitors by the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Entomology Experimental Applicata* 92:73-82.
- Kavitha J, Ramaraju K, Baskaran V, Pretheep KP (2007) Bioecology and management of spider mites and broad mites occurring on *Jatropha curcas* L. in Tamil Nadu, India. *System Applicata Acarology* 12: 109-115.
- Kuhn M; Weston S; Wing J; Forester J (2008) The contrast package. <http://cran.nedmirror.nl/web/packages/contrast/vignettes>. Accessed 07 October 2009
- Kumar A, Sharma S (2008) An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): A review. *Industry Crop Production* 28:1-10.
- Lemos F, Sarmiento RA, Pallini A, Dias CR, Sabelis MW, Janssen A (2010) Spider mite web mediates anti-predator behaviour. *Experimental Applicata Acarology* 10:34-41
- Lopes EN (2009) Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão-manso (*Jatropha curcas*). Dissertation. Federal University of Viçosa.
- McMurtry JA, Scriven GT (1964) Studies on the feeding, reproduction, and development of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae) on various food substances. *Annual Entomology Society of Amstedan*. 57:649-655.

- McMurtry JA, Johnson HG (1966) An ecological study of the spider mite *Oligonychus punicae* (Hirst) and its natural enemies. *Hilgardia* 37:363-402.
- McMurtry JA, Huffaker CB, Van de Vrie M (1970) Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. I. Tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia* 40:331-390.
- McMurtry JA, Croft BA (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review Entomology* 42:291-321.
- De Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Campos CB (2004) A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa* 1-494.
- Morimoto K, Furuichi H, Yano S, Osakabe MH (2006) Web-mediated interspecific competition among spider mites. *Journal Economy Entomology* 99:678-684.
- Nature Editorial (2007) Kill king corn. *Nature* 449:637-637.
- Oliveira H, Fadini M, Venzon M, Rezende D, Rezende F, Pallini A (2009) Evaluation of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of the two-spotted spider mite on strawberry plants under greenhouse conditions. *Experimental Applicata Acarology* 47:275-283.
- Oliveira H, Janssen A, Pallini A, Venzon M, Fadini M, Duarte V (2007) A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Biological Control* 42:105-109.
- Openshaw K (2000) A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass Bioenergy* 19:1-15.
- Osakabe M (1988) Relationships between food substances and developmental success in *Amblyseius sojaensis* Ehara (Acarina : Phytoseiidae). *Applicata Entomological Zoology* 23:45-51.
- Pallini A, Janssen A, Sabelis MW (1997) Odour-mediated responses of phytophagous mites to conspecific and heterospecific competitors. *Oecologia* 110:179-185.
- Peña JE, Bullock RC (1994) Effects of feeding of broad mite (Acari: Tarsonemidae) on vegetative plant growth. *Fla Entomology* 77:180-184.
- Putman W (1962) Life-history and behaviour of the predacious mite *Typhlodromus* (T.) *caudiglans* Schuster (Acarina: Phytoseiidae) in Ontario, with notes on the prey of related species. *Canadian Entomology* 94:163-177
- R Development Core Team (2006) R foundation for statistical computing. Vienna, Austria

- Reis PR, Alves EB (1997) Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. *Annual Society Entomology Brazilian* 26:565-568.
- Reis PR, Sousa EO, Teodoro AV, Pedro Neto M (2003) Effect of prey density on the functional and numerical responses of two species of predaceous mites (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology* 32:461-467.
- Rosa AA, Gondim Jr MGC, Fiaboe KKM, Demoraes GJ, Knapp M (2005) Predatory mites associated with *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) on native solanaceous plants of coastal Pernambuco State, Brazil. *Neotropical Entomology* 34:689-692.
- Sabelis MW, Janssen A, Kant MR (2001) Ecology - The enemy of my enemy is my ally. *Science* 291:2104-2105.
- Sabelis MW, Bakker FM (1992) How predatory mites cope with the web of their tetranychid prey: a functional view on dorsal chaetotaxy in the Phytoseiidae. *Experimental Applicata Acarology* 16:203-225.
- Saito Y (1979) Study on spinning behaviour of spider mites. III. Responses of mites to webbing residues and their preferences for particular physical conditions of leaf surfaces (Acarina: Tetranychidae). *Japanese Journal Applicata Entomological Zoology* 23:82-91.
- Saito Y (1983) The concept of "life types" in Tetranychinae. An attempt to classify the spinning behaviour of Tetranychinae. *Acarology* 24:377-392.
- Saito Y (1985) Life types of spider mites. In: Helle W, Sabelis MW (ed) *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*. Elsevier 32:253-264.
- Santos HO, Silva-Mann R, Poderoso JCM, Oliveira AS, Carvalho SVA, Boari AJ, Ribeiro GT & Navia D (2006) O ácaro *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Prostigmata: Tetranychidae) infestando germoplasma nativo de *Jatropha* sp., no estado de Sergipe, Brasil. *Anais do 2º Congresso Brasileiro de Mamona, Aracaju, SE, Brasil*.
- Takafuji A, Chant D (1976) Comparative studies of two species of predacious phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae), with special reference to their responses to the density of their prey. *Resource Popular Ecology* 17:255-310.
- Teodoro A, Pallini A, Oliveira C (2009) Sub-lethal effects of fenbutatin oxide on prey location by the predatory mite *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental Applicata Acarology* 47:293-299.

- Turlings TCJ, Tumlinson JH, Lewis WJ (1990) Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science* 250:1251-1253.
- Tuttle DM, Baker EW, Sales FM (1977) Spider mites (Tetranychidae: Acarina) of the state of Ceará, Brazil. *International Journal Acarology* 3:1-8.
- Venzon M, Lemos F, Sarmento RA, Rosado MC, Pallini A (2009) Predação por coccinelídeos e crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44:1086-1091.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)