

VINÍCIUS ALVES FERREIRA

**DESEMPENHO DE ÁCAROS PREDADORES SOB DIFERENTES FONTES DE
ALIMENTO EM PINHÃO-MANSO**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

VINÍCIUS ALVES FERREIRA

DESEMPENHO DE ÁCAROS PREDADORES SOB DIFERENTES FONTES DE ALIMENTO EM PINHÃO-MANSO

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

APROVADA: 22 de fevereiro de 2011

Pesq. Madelaine Venzon
(Co-orientadora)

Prof. Renato de Almeida Sarmiento

Prof. Angelo Pallini
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa pela estrutura e oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo suporte financeiro.

Ao Dr. Angelo Pallini pela orientação, treinamento, conselhos e também pela oportunidade de trabalhar em seu laboratório.

Ao Dr. Renato Sarmiento por ter me co-orientado, pelas críticas e revisões do manuscrito e pela ótima oportunidade de realização do trabalho na Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Gurupi.

À Dra. Madelaine Venzon pela co-orientação e pelas considerações e críticas na dissertação.

À Dra. Carmen Sílvia Soares Pires pelos ensinamentos e pelo incentivo a ingressar na pós-graduação em Entomologia na UFV.

Aos professores do programa de pós-graduação em Entomologia pela transmissão do conhecimento.

Aos demais funcionários e todos os amigos do Departamento de Entomologia.

À minha família pelo apoio, carinho e ajuda em toda minha vida e principalmente nos momentos mais difíceis. Pai, mãe e irmã amo vocês.

BIOGRAFIA

VINÍCIUS ALVES FERREIRA, filho de Eládio Alves Ferreira e Maria Salete Alves de Sousa Ferreira, nasceu em Catalão - GO, em 06 de fevereiro de 1985. Em dezembro de 2006 concluiu o curso de Biologia no Centro Universitário de Brasília – UniCEUB. Durante a graduação, de janeiro de 2003 a janeiro de 2004, foi estagiário no Serviço Social da Indústria -SESI onde participou do Projeto Formação de Adultos. De março de 2004 a novembro de 2005, foi bolsista no Laboratório de Qualidade da Água da Companhia de Saneamento Ambiental de Brasília – CAESB, sob orientação da Msc. Cristine Cavalcante. Durante o mesmo período foi voluntário no projeto Aspectos Ecológicos da Herpetofauna do Cerrado no Brasil Central, sob orientação do Dr. Renato Gomes Farias. De janeiro de 2006 a julho de 2008 foi bolsista na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, onde participou do projeto Avaliação Ambiental do Algodoeiro Bt, sob orientação da Dra. Carmen Pires. Em agosto de 2008 ingressou no curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Entomologia, na Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do Dr. Angelo Pallini, submetendo-se a defesa da dissertação em 22 de fevereiro de 2010.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT.....	vi
Introdução Geral.....	1
Literatura Citada	6
Capítulo 1 - Efeito da dieta no desempenho dos ácaros predadores <i>Euseius concordis</i> e <i>Iphiseiodes zuluagai</i> em pinhão-manso	
Resumo.....	12
Introdução	13
Material e Métodos.....	15
Resultados	18
Discussão.....	23
Literatura Citada	26
Capítulo 2 -Seleção de plantas provedoras de pólen para ácaros predadores em pinhão-manso	
Resumo.....	31
Introdução	32
Materiais e Métodos	34
Resultados.....	35
Discussão.....	38
Literatura citada	42
Conclusões Gerais	47

RESUMO

FERREIRA, Vinícius Alves, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011.

Desempenho de ácaros predadores sob diferentes fontes de alimento em pinhão-mansó Orientador: Angelo Pallini Filho. Coorientadores: Madelaine Venzon e Carmen Sílvia Soares Pires.

O pinhão-mansó é uma espécie rústica promissora na produção de sementes para extração de biodiesel. No estado do Tocantins, vem sendo cultivado em assentamentos rurais juntamente com milho, mandioca, abóbora, além da presença de plantas espontâneas. Esse cultivo abriga um grande número de pragas, sendo consideradas as principais os ácaros fitófagos *Tetranychus bastosi* e *Polyphagotarsonemus latus*. Associados a essas pragas, estão os ácaros predadores *Euseius concordis* e *Iphiseiodes zuluagai* (Phytoseiidae). Para aumentar a eficiência dos predadores no controle das pragas é importante avaliar o efeito das dietas mistas. Dietas mistas podem ser compostas por espécies de presas ou até mesmo pela adição de alimento alternativo como pólen, no caso de ácaros predadores da família citada. No primeiro capítulo dessa dissertação foi avaliado o efeito das dietas compostas por *T. bastosi* e *P. latus* no desempenho dos predadores *I. zuluagai* e *E. concordis*. A predação em dieta mista contendo as duas espécies de presas não resultou em incrementos nas taxas de predação, porém maior média de ovos depositados foi encontrada nesse tratamento para ambos predadores. Sugerindo que a dieta mista é mais nutritiva para os predadores, sendo necessário um menor número de presas para alcançar maiores taxas de oviposição. Quando testado separadamente o efeito da mistura dos estádios de *T. bastosi*., observou-se que *E. concordis* apresenta baixa taxas de predação e oviposição. Indicando que o bom desempenho obtido no experimento anterior deve-se à mistura das duas espécies de presa e não da presença de diferentes estádios de uma mesma espécie. No segundo capítulo foram selecionadas plantas provedoras de alimento alternativo para os ácaros predadores. Foi avaliado o desempenho dos predadores em pólen provenientes das plantas consorciadas com pinhão-mansó. Não foi verificado efeito das diferentes espécies de pólen na taxa de oviposição do predador *I. zuluagai* e *E. concordis*. A maior sobrevivências foram registradas no tratamento com pólen de milho para *I. zuluagai*. E para *E. concordis* as maiores sobrevivência foram encontradas em pólen de miho e *Peltaea sp.* Desse modo, o cultivo de milho e presença de plantas espontâneas como *Peltaea sp.* podem ser importantes para a manutenção dos predadores em campo na ausência de presas.

ABSTRACT

FERREIRA, Vinícius Alves, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2011.
Performance of predatory mites on different sources of food in physic nut. Advisers:
Angelo Pallini Filho. Co-advisers: Madelaine Venzon and Carmen Sílvia Soares Pires.

Jatropha curcas (physic nut) is a promising plant for extraction of biodiesel. In the state of Tocantins the physic nut has been cultivated in rural settlements with maize, cassava, pumpkin, and the presence of weeds. This crop is attacked by a large number of pests. The key pests in this crop system are *Tetranychus bastosi* and *Polyphagotarsonemus latus*. Predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* are associated with these pests. To increase the efficiency of predators in pest control is important to assess the effect of mixed diets. Mixed diets may consist of different prey species or even the addition of alternative food such as pollen, in the case of predatory mites. In the first chapter the effect of diets composed of *T. bastosi* and *P. latus* in the performance of predators *I. zuluagai* and *E. concordis* was evaluated. A mixed diet did not result in increases in predation rates, but higher average number of eggs deposited was found in this treatment for both predators. Suggesting that the mixed diet is more nutritious for predators, requiring a smaller number of prey to achieve higher oviposition. When was tested separately the effect of the stages mixture of *T. bastosi*, it was observed that *E. concordis* has low rates of predation and oviposition. Indicating that the good performance achieved in the previous experiment is due to the mixing of two species of prey and not the presence of different stages of the same species. In the second chapter was evaluated the performance of predators on pollen from plants intercropped with physic nut crops. There was no effect on oviposition rates of the *I. zuluagai* and *E. concordis* when they fed different species of pollen. The highest survival rate was recorded in treatment with corn pollen to *I. zuluagai*. And the highest survival rate was found when in *E. concordis* fed on corn and *Peltaea* sp. pollen.

INTRODUÇÃO GERAL

Devido à crescente preocupação com o meio ambiente, gerada pelo aumento da emissão de gases poluentes e a escassez de novas fontes de combustíveis fósseis, tem sido necessário o desenvolvimento de novas técnicas para obtenção de energia menos poluente e com menor custo. O biodiesel é um combustível renovável derivado de diversas matérias primas naturais, tendo como principal característica uma menor emissão de gases causadores do efeito estufa em comparação aos produtos derivados do petróleo (Schneider & McCarl, 2003; Demirbas, 2008). Para sua produção, diversas espécies de plantas vêm sendo estudadas visando à extração de óleo como o algodão, amendoim, mamona, soja, girassol, babaçu e pinhão-mansão, dentre outras (Demirbas, 2008).

O pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) possui diversos atributos positivos e um grande potencial para exploração. Esse potencial está relacionado com a versatilidade do seu uso devido à exploração de várias partes da planta, desde a utilização da madeira até as sementes (Achten et al., 2008). O pinhão-mansão é uma espécie que ocorre de forma espontânea em áreas de solos pouco férteis, áridos e pedregosos e de clima desfavorável a maioria das culturas tradicionais, desenvolvendo-se sobre uma grande variação no regime pluviométrico (Gubitz et al., 1999; Openshaw, 2000; Severino et al., 2006). A diversidade de usos do pinhão-mansão, bem como sua rusticidade elevam seu potencial para exploração, principalmente em regiões onde o clima e o solo são desfavoráveis para as principais culturas. Dessa forma, é considerada uma cultura com potencial para contribuir com o desenvolvimento das regiões Norte e Nordeste do Brasil (Arruda et al., 2004; Severino et al., 2006).

Contudo, cultivos de pinhão-mansão estabelecidos em larga escala, podem gerar problemas como o aumento da incidência de pragas. Nessa modalidade de cultivo ocorre o uso indiscriminado de agrotóxicos, que além de causar impactos ambientais e à saúde humana também seleciona populações de pragas resistentes. No contexto da agricultura familiar o plantio de pinhão-mansão pode representar uma fonte de renda adicional para várias famílias, além de estar inserido em um sistema de cultivo diversificado, evitando o impacto causado por técnicas convencionais em sistemas de monocultivo.

Com incentivo do Governo Federal, o cultivo do pinhão-mansão pode se tornar uma solução para aumentar a renda familiar, principalmente na agricultura familiar, onde outras

culturas podem ser consorciadas. Atualmente, políticas públicas tendem a estimular a produção visando à inclusão social nessa cadeia produtiva conforme descrito na Instrução Normativa nº 01, de 05 de julho de 2005, com a criação do Selo Combustível Social (Brasil, 2008). No Brasil cultivos foram estabelecidos em diversas regiões, geralmente cultivados em grandes áreas. No estado do Tocantins, plantios de pinhão-manso estão estabelecidos em assentamentos rurais cuja produção é direcionada para empresas locais produtoras de biodiesel (Rodrigues, 2010) (Tabela 1).

Tabela 1. Dados do cultivo de pinhão-manso 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

No entanto, a produção de sementes de pinhão-mansão não constitui a principal fonte de renda dos assentados.

Nesse sistema são cultivados também milho, mandioca, abóbora e outras culturas. Além das plantas cultivadas, áreas naturais de reserva legal e a presença de plantas espontâneas são comumente encontradas nesses locais. Do ponto de vista ecológico, um sistema diversificado pode ser favorável para o aumento nas densidades e na diversidade de inimigos naturais. Isso porque uma maior heterogeneidade do ambiente, maior disponibilidade de micro habitats e alimentos alternativos estão presentes (Landis et al., 2000; Andow, 1991). O sistema diversificado pode assim favorecer estratégias de controle biológico. No entanto, possui interações muito complexas que vão desde a competição entre plantas até à herbivoria e a interação com inimigos naturais (Andow, 1991). Em específico, o cultivo do pinhão-mansão abriga um grande número de pragas, onde as espécies geralmente relatadas são ácaros fitófagos, percevejos, cigarrinhas, cupins e tripses (Grim, 1999; Santos et al., 2005).

Dentre as principais pragas em cultivos de pinhão-mansão destacam-se os ácaros fitófagos. Isso devido à elevada capacidade de infestação dessas pragas e à dificuldade de controle químico pela difícil detecção em campo e pela seleção de populações resistentes. Além disso, para a cultura do pinhão-mansão não existem acaricidas registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento até o momento.

As principais espécies de ácaros fitófagos relatados como praga no pinhão-mansão são os ácaros *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) e *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) (Lopes, 2009; Sarmiento et al., 2010). O ácaro branco, *P. latus*, pode causar grande impacto econômico na cultura, devido à sua difícil detecção precoce em campo, geralmente sendo percebido quando a população já atingiu níveis elevados de dano (Peña e Osborne, 1996). É um herbívoro cosmopolita presente em diversas culturas e regiões do mundo, ocorrendo em cerca de 60 famílias de plantas (Gerson, 1992). *Polyphagotarsonemus latus* infesta preferencialmente as partes mais jovens da planta, geralmente no ápice onde o tecido é mais macio, como ocorre em algodoeiro, em solanáceas (pimenta e berinjela), videira e pepino. (Peña e Bullock, 1994; Coss-Romero e Peña, 1998; Hath, 2000; Weintraub et al., 2003). Plantas atacadas por *P. latus* tem crescimento e produção comprometidos devido deformação da gema apical e abortamento de frutos. (Peña e Bullock, 1998; Grinberg et al., 2005). Plantas atacadas por este ácaro apresentam folhas da gema apical enrugadas com os bordos encurvados para baixo (Lopes, 2009). Com o progresso da

infestação, a planta de pinhão-mansão tem o seu crescimento paralisado e o surgimento de flores é retardado pela morte das gemas do ponteiro (Lopes, 2009).

Essa espécie se dispersa pelo vento através de partes de plantas infestadas, ou pelo contato entre a folhagem de plantas diferentes. Também é relatada a dispersão pela relação forética com o pulgão *Myzus persicae* Schulzer e as moscas-brancas dos gêneros *Bemisia* e *Trialeurodes* (Fan e Pettitt, 1998; Palevsky et al., 2001).

Já o ácaro *T. bastosi* Tuttle, Baker & Sales possui coloração avermelhada e tece uma quantidade considerável de teia sobre suas colônias, o que pode prejudicar o crescimento da planta e diminuir a capacidade fotossintética. A teia produzida pelos ácaros da família Tetranychidae tem a função de proteção contra agentes físicos e também estabelece um micro-clima adequado para ovos e estágios imaturos. É também utilizada na defesa contra inimigos, diminuindo a locomoção e eficiência dos predadores (Moraes e McMurty, 1985; Sabelis e Bakker, 1992; Venzon et al., 2009). O ácaro *T. bastosi* foi inicialmente relatado no nordeste brasileiro associado a plantas cultivadas e de crescimento natural geralmente pertencente a família Euphorbiaceae e também atacando um congênere nativo *Jatropha gossypifolia* (Moraes e Drumond, 1980; Tuttle et al., 1977). Atualmente, *T. bastosi* também é encontrado associado ao pinhão-mansão em outras localidades no Brasil (Santos et al., 2010).

Sistema de estudo

A diversificação do ambiente encontrada no estado do Tocantins pode responsável por uma maior abundância e diversidade de inimigos naturais que por sua vez podem favorecer estratégias de controle biológico. Isso devido a maior heterogeneidade ambiental, que disponibiliza maior quantidade de micro habitats e maior presença de fontes alternativas de alimento para os inimigos naturais

Nessa perspectiva a forma de controle de pragas mais adequada para esse sistema é o controle biológico conservativo, uma estratégia que visa aumentar a sobrevivência e desempenho de inimigos naturais em campo por meio do manejo ou da modificação do ambiente resultando na diminuição da pragas (Landis et al., 2000; Andow, 1991).

Em levantamentos realizados em plantas nativas de pinhão-mansão foram identificados os ácaros predadores *Euseius concordis* Chant (Acari: Phytoseiidae) e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) associados aos ácaros-praga descritos anteriormente (Sarmiento et al., 2010). As duas espécies podem ser consideradas importantes agentes de

controle biológico, já que tanto *I. zuluagai* e *E. concordis* apresentam taxas de oviposição superiores quando alimentados com *P. latus* e *T. bastosi*, do que quando alimentados com outras espécies de presas (Ferla e Moraes, 2003; Sarmiento et al., 2010). Além disso, *I. zuluagai* é capaz de localizar as presas pela percepção de voláteis oriundos do ataque de *P. latus* e *T. bastosi* em pinhão-manso, característica que pode aumentar a eficiência do controle dessas pragas em campo (Sarmiento et al., 2010).

Dentro desse contexto, a presença de diferentes inimigos naturais a fim de controlar um conjunto de diferentes pragas resulta na formação de teias tróficas em agroecossistemas (Janssen et al., 1998). No sistema de cultivo do pinhão-manso no estado do Tocantins a teia trófica se apresenta como na Figura 1.

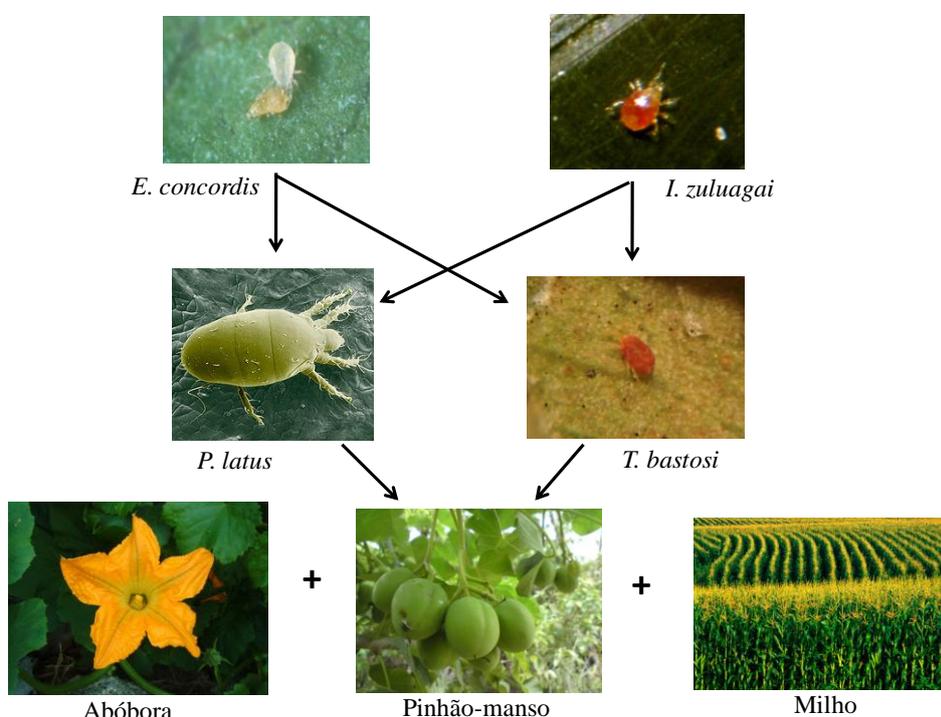


Figura 1. Teia trófica estabelecida no cultivo do pinhão-manso. Setas contínuas representam interações diretas (herbivoria e predação) e setas tracejadas as interações indiretas (competição/mutualismo aparente e predação intraguilda). Dentro dos parênteses sinais de + e - representam a importância da interação para o controle biológico, se positiva ou negativa.

A adição de um alimento alternativo para um inimigo natural com o intuito de melhorar o controle de uma espécie de praga tem sido utilizada com sucesso em programas de controle biológico (Karban et al., 1994; Hanna et al., 1997; van Rijn et al., 2002; Liu et al., 2006). Tal alimento alternativo pode ser pólen (van Rijn et al., 2002), ou outras presas que

servem de alimento alternativo para aumentar a população do inimigo natural (Karban et al., 1994; Hanna et al., 1997; Liu et al., 2006).

A taxa de crescimento populacional de ácaros-predadores geralmente aumenta com a adição de pólen. As espécies comumente usadas para fornecimento de pólen são mamona (*Ricinus comunis* L.) (Reis et al., 1998) e espécies de taboa (*Typha* spp.) (Lofego e Moraes, 2005) e ambas comumente ocorrem nos trópicos. No sistema de produção do pinhão-manso outras plantas cultivadas ou de geração espontânea são encontradas, como o milho, abóbora e *Peltaea* sp., que podem fornecer pólen como recurso alternativo para os predadores. Além disso, as folhas de pinhão-manso caem durante a estação seca (Saturnino et al., 2005), o que resulta num período de ausência de presas para os predadores. Dessa forma, plantas consorciadas ou de geração espontânea podem prover alimento e refúgio, mantendo os predadores em campo durante a estação seca.

As espécies de pólen utilizadas como alimento alternativo devem assegurar a reprodução e sobrevivência dos predadores para que o controle biológico seja eficaz nesse sistema. Além disso, para melhorar o desempenho dos ácaros predadores no controle dos ácaros fitófagos do pinhão-manso, é importante compreender o efeito da composição da dieta com as duas espécies de presa. Desse modo, no primeiro capítulo o objetivo foi estudar o efeito das dietas compostas por *T. bastosi* e *P. latus*, na predação e oviposição dos predadores *I. zuluagai* e *E. concordis*. Já no segundo capítulo foi avaliado o efeito do pólen de milho, mamona, abóbora e *Peltae* sp. na oviposição e sobrevivência de *E. concordis* e *I. zuluagai*, visando selecionar plantas provedoras de pólen para serem usadas em consórcio de cultivo em campo.

LITERATURA CITADA

Achten, W.M.J.; Verchot, L.; Franken, Y.J.; Mathijs, E.; Singh, V.P.; Aerts, R.; Muys, B. *Jatropha* bio-diesel production e use. *Biomass and Bioenergy*, v.32, p.1063-1084, 2008.

Andow, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, v.36, p.561-586, 1991.

Arruda, F. P.; Beltrão, N. E. M.; Andrade, A. P.; Pereira, W. E.; Severino, L. S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. *Revista de oleaginosas e fibrosas*, v. 8, p. 789-799, 2004.

Brasil - Ministerio do Desenvolvimento Agrario. Programa Nacional de Producao e Uso do Biodiesel - PNPB (2008) <Disponivel em <http://www.biodiesel.gov.br/programa.html>.> Acessado em janeiro de 2011.

Coss-Romero, M.; Peña, J.E. Relationship of broad mite (Acari: Tarsonemidae) to host phenology and injury levels in *Capsicum annuum*. *Florida Entomologist*, v.81, p.515-526, 1998.

Demirbas, A. Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management*, v.50, p.14-34, 2008.

Fan, Y.; Pettitt, F.L. Biological control of broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), by *Neoseiulus barkeri* Hughes on pepper. *Biological Control*, v.4, p. 390–395, 1994.

Ferla, N.J.; Moraes, G.J. de. 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*, v.20, n.1, p.153-155, 2003.

Gerson, U. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental Applied Entomology*, v.13, p.163-178, 1992.

Grimm, G. Evaluation of damage to physic nut (*Jatropha curcas* L.) by true bugs. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v.92, n. 2, p. 127-136, 1999.

Grinberg, M.; Perl-Treves, R.; Palevsky, E. Shomer, I.; Soroker, V. Interaction between cucumber plants and the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus*: from damage to defense gene expression. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. v.115 (1), p.135- 144, 2005.

- Gubitz, G.M.; Mittelbach, M.; Trabi, M. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Technology*, v.67, n.1, p. 73-82, 1999.
- Hanna, R., Wilson, L. T., Zalom, F. G., Flaherty, D. L. Effects of predation and competition on the population dynamics of *Tetranychus pacificus* on grape vines. *Journal of Applied Ecology*, v.34, p. 878-888, 1997.
- Hath, T.K. Distribution of yellow mite (*Polyphagotarsonemus latus* Banks) population on leaves of different jute varieties. *Environmental Ecology*, v.18, p. 578-580, 2000.
- Janssen, A.; Pallini, A.; Venzon, M.; Sabelis, M. W. Behaviour and indirect interactions in food webs of plant-inhabiting arthropods. *Experimental and Applied Acarology*, v.22, p. 497-521, 1998.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, v.45, 175–201, 2000.
- Karban, R., Hougen-Eitzman, D., English-Loeb, G. Predator-mediated apparent competition between herbivores that feed on grapevines. *Oecologia*, v.97, p. 508-511, 1994.
- Liu, C. Z., Yan, L., Li, H. R., Wang, G. Effects of predator-mediated apparent competition on the population dynamics of *Tetranychus urticae* on apples. *Biological Control*, v.51, 453-463, 2006.
- Lofego, A. C.; Moraes, G.J. Taxa de oviposição dos predadores *Amblyseius acalyphus* e *Amblyseius neochiapensis* (Acari: Phytoseiidae) com diferentes tipos de alimento. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.72, p. 379-382, 2005.
- Lopes, E.N. Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*). 2009. 80p. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Moraes, G.J.; Drumond, M.A. Surto de *Tetranychus bastosi* (Acarina:Tetranychidae) em *Cnidocolus phyllacanthus*. *Revista Árvore*, v.4, n.2, p.227-229, 1980.

Moraes, G.J.; McMurty, J.A. Comparison of *Tetranychus evansi* and *T. urticae* (Acari: Tetranychidae) as prey for eight species of phytoseiid mites. *Entomophaga*, v.30, n.4, p. 393-397, 1985

Openshaw, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass and Bioenergy*, v.19, p.1-15, 2000.

Palevsky, E.; Soroker, V.; Weintraub, P.; Mansour, F.; Abu-Moach, F.; Gerson, U.; How specific is the phoretic relationship between broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), and its insect vectors? *Experimental and Applied Acarology*, v.25, p. 217–224, 2001.

Peña, J.E.; Bullock, R.C. Effects of feeding of broad mite (Acari: Tarsonemidae) on vegetative plant growth. *Florida Entomologist*, v.77, p.181-184, 1994.

Peña, J.E.; Osborne, L. Biological control of *Polyphagotarsonemus latus* (Acarina: Tarsonemidae) in greenhouses and field trials using introductions of predacious mites (Acarina: Phytoseiidae). *Entomophaga*, v.41, p. 279–285, 1996.

Reis, P.R.; Chiavegato, L.G.; Alves, E.B. Biologia de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, v.27, n.2, p.185-191, 1998.

Rodrigues, D.M. Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado do Tocantins GURUPI. 2010. 58p. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Tocantins, Gurupi.

Sabelis, M. W.; Bakker, F. M. How predatory mites cope with the web of their tetranychid prey: a functional view on dorsal chaetotaxy in the phytoseiidae. *Experimental and Applied Acarology*, v. 16, p. 203-225, 1992.

Santos, J.C.; Silveira, F.; Almeida, F.; Fernandes, G. Ecology and behavior of *Pachycoris torridus* (Hemiptera: Scutelleridae): new host plant, color polymorphism, maternal care and parasitism. *Lundiana*, v.6, n.2, p.107-111, 2005.

Santos, H. O.; Silva-Mann, R.; Poderoso, J.C.M.; Oliveira, A.S.; Carvalho, S.V.A.; Boari, A.J.; Ribeiro, G.T.; Návía, D. O ácaro *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Prostigmata: Tetranychidae) infestando germoplasma nativo de *Jatropha* sp., no estado de Sergipe, Brasil. 2º Congresso Brasileiro da Mamona, 2010.

Sarmiento, R. A.; Rodrigues, D.M.; Faraji, F.; Erasmo, E.A.L.; Lemos, F.; Teodoro, A.V.; Kikuchi, W.T.; Santos, G.R.; Pallini, A. Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, p. 1-12. 2010.

Saturnino, H. M.; Pacheco, D. D.; Kakida, J.; Tominaga, N.; Gonçalves, N. P.; Cultura do pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.). *Informe Agropecuário*, v.26, n.229, p.44-78, 2005.

Schneider, U.A.; McCarl, B. Economic potential of biomass based fuels for greenhouse gas emission mitigation. *Environmental and Resource Economics*, v.24, p.291–312, 2003.

Severino, L. S., Nóbrega, M. B. M., Gonçalves, N. P., Eguia, M. T. J. Viagem à Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão manso. Embrapa Algodão, 2006. (Embrapa, Pesquisando, 153).

.

Tuttle, D.M.; Baker, E.W.; Sales, F.M. Spider mites (tetranychidae: acarina) of the state of Ceará, Brazil. *International Journal of Acarology*, v.3, p.1–8, 1977.

van Rijn, P. C. J.; van Houten, Y. M.; Sabelis, M. W. How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology*, v.83, p.2664-2679, 2002.

Venzon, M.; Lemos, F.; Sarmiento, R.A.; Rosado, M.C. Predação por coccinelídeos e crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.9, p.1086-1091, 2009.

Weintraub, P.G.; Kleitman, S.; Mori, R.; Shapira, N.; Palevsky, E. 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*, v.27, p. 300–309, 2003.

CAPÍTULO 1

EFEITO DA DIETA NO DESEMPENHO DOS ÁCAROS PREDADORES *EUSEIUS CONCORDIS* E *IPHISEIODES ZULUAGAI* EM PINHÃO-MANSO

RESUMO - A competição aparente é uma interação indireta, que pode ocorrer em agroecossistemas quando utiliza-se um inimigo natural para o controle de duas pragas. Tal interação é benéfica para o controle biológico, já que as populações das pragas são reduzidas, podendo até mesmo levar a exclusão de uma delas. Para estudos que visam à melhoria de estratégias de controle biológico, a partir da competição aparente, o efeito de dietas mistas no desempenho dos predadores deve ser elucidado. Neste trabalho, foi avaliado o efeito de dietas mistas contendo *Tetranychus bastosi* e *Polyphagotarsonemus latus* sobre as taxas de predação e oviposição dos predadores *Euseius concordis* e *Iphiseiodes zuluagai*. Dois experimentos foram realizados, onde o primeiro visou acessar o efeito da mistura de espécies de presas sobre o desempenho dos predadores. Para isso, foi oferecido aos predadores uma dieta mista contendo *T. bastosi* mais *P. latus* nas fases ovos, ninfas e adultos. No segundo experimento isolou-se o efeito das fases das presas. Foi oferecido apenas uma espécie de presa (*T. bastosi*) nos estágios de ovos, ninfas e adultos. A predação de *E. concordis* e *I. zuluagai* em dieta mista com duas espécies de presas (*T. bastosi* + *P. latus*) não resultou em incrementos na taxa de predação. No entanto, maior média de ovos depositados foi encontrada nesse tratamento para ambos predadores. Isso sugere que a dieta mista é mais nutritiva para os predadores, sendo necessário um menor número de presas para alcançar maiores taxas de oviposição. Quando se isolou o efeito das fases de *T. bastosi*, observou-se que *E. concordis* apresenta baixa taxas de predação e oviposição. Isso indica que o bom desempenho obtido no experimento anterior foi oriundo da mistura das duas espécies de presa e não da presença de diferentes estádios de uma mesma espécie. Portanto, a inclusão das presas *T. bastosi* e *P. latus* na dieta de *E. concordis* e *I. zuluagai* pode favorecer o aumento das populações de ambos predadores.

Palavras-chave: dieta mista, ácaro branco, ácaro vermelho.

INTRODUÇÃO

Quando duas espécies de herbívoros estão presentes em um agroecossistema e compartilham o mesmo inimigo natural interações indiretas podem ocorrer (Holt e Lawton, 1994). Por exemplo, com o aumento na população de uma das espécies de herbívoro, a densidade do inimigo natural pode aumentar também, através da alimentação sobre esse recurso mais abundante (Abrams et al., 1998). Conseqüentemente, o inimigo natural, que agora está em maior densidade, é capaz de consumir uma maior quantidade de herbívoros (Holt, 1977, Muller e Godfray, 1997). Dessa forma, ambos herbívoros têm suas densidades reduzidas. Esse cenário é comum em situações onde a competição entre herbívoros existe (Abrams et al., 1998). No entanto, a interação nesse caso não é direta e sim mediada pelo inimigo natural. Tal interação indireta é conhecida como competição aparente (Holt, 1977). Uma interação benéfica para o controle biológico, já que as populações das pragas são reduzidas, podendo até mesmo levar a exclusão de uma das pragas (Bonsall e Hassell, 1997). Dessa forma, a presença de duas presas controladas por um único inimigo natural pode ser melhor para o controle biológico do que apenas uma. Isso porque uma das presas pode funcionar como um alimento alternativo ao inimigo natural favorecendo seu desempenho (Messelink et al., 2008).

O aumento na eficiência de um inimigo natural com a adição de um alimento alternativo visando incrementar o controle de uma espécie de praga por meio da competição aparente tem sido testado em programas de controle biológico (Hanna et al., 1997; van Rijn et al., 2002). Tal alimento alternativo pode ser pólen (van Rijn et al., 2002) ou ainda outras presas que possam aumentar a eficiência dos predadores (Karban et al., 1994; Hanna et al., 1997; Zemek et al., 2005). Sabe-se que uma dieta mista geralmente provoca efeitos positivos sobre a reprodução de espécies de inimigos naturais (Evans, 1999).

De um modo geral, para estudos que visam à melhoria de estratégias de controle biológico, a partir da competição aparente, o efeito de dietas mistas no desempenho dos predadores deve ser elucidado (Evans, 1999, Toft, 1995 Messelink et al., 2008). Numa dieta composta por vários itens, um maior espectro de nutrientes é disponibilizado ao predador generalista (Marcussen et al. 1999; Oelbermann e Scheu, 2002). Como conseqüência uma maior obtenção de nutrientes é responsável por desenvolvimento mais rápido, maior sobrevivência e maiores taxas reprodutivas (Marcussen et al., 1999; Toft e Wise, 1999; Oelbermann e Scheu, 2002). No entanto, nem sempre dietas mistas trazem benefícios a

biologia do predador, a qualidade da dieta pode ser comprometida caso componentes nela presente sejam tóxicos ou possuam características deterrentes (Toft e Wise, 1999).

Neste trabalho foi avaliado o efeito da mistura de dietas contendo *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) e *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae) nas taxas de predação e oviposição dos predadores *Euseius concordis* Chant (Acari: Phytoseiidae) e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae).

O ácaro branco *P. latus* e o ácaro vermelho *T. bastosi* têm sido relatados como pragas importantes em cultivos de pinhão-manso (Lopes, 2009; Sarmiento et al., 2010), podendo inviabilizar sua produção. O ácaro-branco é uma espécie polífaga de ampla distribuição, que ataca preferencialmente as partes jovens da planta, tais como, folhas, flores e frutos em desenvolvimento causando severos danos na produção (Gerson, 1992; Peña e Bullock, 1994; Cho et al., 1996; Silva et al., 1998). Já o ácaro *T. bastosi* produz considerável quantidade de teia sobre as colônias como outros representantes da mesma família, podendo prejudicar a arquitetura da planta e reduzir a interceptação solar pelas folhas (Moraes e Flechtmann, 2008). Além disso, a teia de ácaros da família Tetranychidae também pode funcionar como proteção contra a ação dos fatores físicos e ainda dificultar o forrageamento de inimigos naturais, resultando em implicações negativas para o controle biológico (Saito, 1979; Sabelis e Bakker, 1992; Venzon et al 2009; Lemos et al., 2010).

Os ácaros predadores *E. concordis* e *I. zuluagai* são comumente encontrados em associação com as duas pragas acima descritas em plantas de pinhão-manso (Lopes, 2009; Sarmiento et al., 2010). Adicionalmente, experimentos em laboratório mostraram que, quando alimentados com as presas *P. latus* e *T. bastosi* separadamente, estes predadores apresentaram taxas de oviposição superiores em relação a outras fontes de alimento (Ferla e De Moraes, 2003; Sarmiento et al., 2010), podendo assim contribuir para o controle desses ácaros em cultivos de pinhão-manso.

Nesse trabalho as taxas de predação e oviposição dos predadores *E. concordis* e *I. zuluagai* foram avaliadas em laboratório quando alimentados com dietas contendo uma espécie de presa e em dieta contendo a mistura de duas presas diferentes. Desse modo o objetivo foi testar a hipótese de que a mistura de espécies de presas em uma dieta é benéfica para predadores. Foi testado também o efeito na predação e oviposição de ambos predadores numa dieta contendo exclusivamente a mistura de estádios de uma espécie presa. Esse experimento teve o objetivo de determinar se apenas a combinação de estádios de uma mesma presa pode ser benéfica para os predadores. Além disso, objetivou-se fornecer uma base

teórica para controle biológico de ácaros fitófagos em pinhão-mansão, no contexto da competição aparente.

MATERIAL E MÉTODOS

A criação dos ácaros, produção de mudas de pinhão-mansão e a montagem dos experimentos foram realizados na Universidade Federal do Tocantins-UFT, Campus de Gurupi-TO, utilizando as dependências do Laboratório de Entomologia e da casa de vegetação.

Produção de plantas

A semeadura do pinhão manso foi realizada em casa de vegetação, em bandejas de PVC (510 x 330 x 93 mm). Após a germinação e abertura dos cotilédones, as plântulas foram transplantadas para potes plásticos com capacidade para 1L, contendo solo mais substrato para mudas (Plantmax®) na proporção de 2:1. As plântulas foram mantidas sem aplicação de pesticidas e irrigadas diariamente. Quando atingiam uma altura de cerca de 10 cm, e com o primeiro par de folhas verdadeiras totalmente expandidas, as plântulas foram transferidas para o laboratório e acondicionadas em sala de criação climatizada com fotoperíodo de 12h e temperatura e umidade controladas (27 ± 2 °C, U. R. $75 \pm 10\%$).

Criação dos ácaros fitófagos

Os ácaros *T. bastosi* e *P. latus* foram coletados em cultivo de pinhão-mansão mantido irrigado no campus da UFT – Gurupi sem aplicação de pesticidas. Também foram coletados ácaros em plantas localizadas em pontos previamente definidos de propriedades particulares no município de Gurupi-TO.

Os ácaros fitófagos foram criados em plantas jovens de pinhão-mansão em sala climatizada temperatura de 27 ± 2 °C e umidade relativa 70 ± 10 %. Folhas de pinhão-mansão infestadas foram coletadas no campo experimental e também nas propriedades particulares acima descritas. Posteriormente, fêmeas de *T. bastosi* e *P. latus* foram transferidas com um pincel para as plântulas na sala de criação, onde permaneceram durante o período de realização dos experimentos. As plântulas foram renovadas periodicamente quando havia a

necessidade ou quando a infestação estava elevada. Coletas periódicas dos ácaros foram realizadas para a renovação da colônia.

Criação dos ácaros predadores

Os ácaros predadores *I. zuluagai* e *E. concordis* foram criados em sala climatizada (27 ± 2 °C, U. R. $75 \pm 10\%$) com fotoperíodo de 12h, seguindo metodologia adaptada de McMurtry & Scriven (1965), em substrato inerte, constituído por um disco plástico de cor preta com 5cm de diâmetro flutuando em uma bandeja de 23cm^2 com água para evitar fugas.

Para os ácaros predadores foi oferecido pólen de mamona como alimento principal, sendo suficiente para essa espécie completar o ciclo de vida (Reis et al., 1998). Fibras finas de algodão foram colocadas sobre a arena de plástico a fim de favorecer a criação e estimular a oviposição dos predadores mimetizando as estruturas encontradas em plantas (McMurtry & Scriven, 1965; Matos et al., 2004; Kishmoto, 2005).

Efeito da dieta mista de espécies de presas na predação e oviposição dos predadores

Utilizou-se a metodologia adaptada de Messelink et al. (2008), em que foram avaliadas as taxas de predação e oviposição de dois predadores em duas espécies de presas diferentes, mais um tratamento com a combinação das duas presas. As taxas de oviposição e predação de *I. zuluagai* e *E. concordis* foram avaliadas sobre sete dietas diferentes: ovos, ninfas e adultos de *P. latus* e de *T. bastosi* separadamente. Mais um tratamento em que foi oferecida uma dieta mista, que consistiu na combinação de ovos, ninfas e adultos de *P. latus* e *T. bastosi*. A densidade de presa oferecida nesse experimento foi de quinze presas para cada tratamento. No tratamento dieta mista foi oferecido um total de 16 presas, distribuídas em 3 ovos, 3 ninfas e 2 adultos de cada espécie de presa.

Uma fêmea adulta do ácaro predador, 8-10 dias de idade, a ser testado foi transferida para disco de folha de pinhão-manso (3 cm de diâmetro). Estas fêmeas foram separadas da colônia e passaram um período de 24 horas sem alimentação antes do início do experimento. Posteriormente, adicionou-se uma das sete dietas diferentes para cada fêmea testada. Esses discos foram acondicionados separadamente em placas de Petri de acrílico de 3 cm de diâmetro, sobre uma fina camada de algodão hidrofílico, cujo volume foi completado com água destilada para evitar a fuga dos ácaros e manter a turgescência dos discos (Figura 4). Em

seguida a arena foi fechada com a tampa da placa de Petri. Foram avaliadas as taxas de predação acumuladas de 24 e 48 horas. A oviposição foi avaliada excluindo as primeiras 24 horas para evitar o efeito do alimento recebido anteriormente à montagem dos experimentos (Sabelis, 1990). Os discos foliares e as presas oferecidas foram repostos entre os dias avaliados, para evitar deterioração dos discos e mantendo a mesma densidade de presas oferecidas. Para cada tratamento foram realizadas cinco repetições. Os dados foram analisados estatisticamente por meio de modelos lineares generalizados (G.L.M.). E os contrastes entre os tratamentos foram acessados por amalgamamento dos níveis de tratamentos com médias mais próximas. Os dados foram analisados pelo software RGui 2.11 (R Development Core Team, 2010).

Efeito da mistura de estádios na predação e oviposição de *Euseius concordis*

Esse experimento foi realizado para determinar se o desempenho dos ácaros predadores sobre as dietas oferecidas no experimento anterior foi devido à mistura de fases (ovos, ninfas e adultos) ou à mistura de espécies (*T. bastosi* ou *P. latus*). Para isso, avaliou-se o efeito da mistura de estádios na predação e oviposição do ácaro predador *E. concordis*. Foi utilizada a metodologia adaptada de Messelink et al. (2008), onde ovos, ninfas, adultos foram oferecidos separadamente para o predador, além de uma dieta com a mistura de estádios da presa (*T. bastosi*), totalizando quatro tratamentos. No tratamento da mistura de fases, foram oferecidos 10 ovos, 10 ninfas e 10 adultos de *T. bastosi*, totalizando 30 presas. Como controle, foi usada a mesma densidade de cada fase de *T. bastosi* separadamente (30 ovos, 30 ninfas e 30 adultos).

Uma fêmea adulta do ácaro predador *E. concordis*, 8-10 dias de idade, foi transferida para discos de folhas de pinhão-manso com (3 cm de diâmetro). Essas fêmeas foram separadas da colônia e passaram um período de 24 horas sem alimentação antes do início do experimento. Posteriormente, adicionou-se uma das três dietas diferentes (ovos, ninfas e adultos separadamente) ou a dieta mista para cada fêmea testada. Esses discos foram acondicionados separadamente em placas de *Petri* de acrílico (3 cm de diâmetro), sobre uma fina camada de algodão hidrofílico, cujo volume foi completado com água destilada para evitar a fuga dos ácaros e manter a turgescência dos discos. A arena foi fechada com a tampa da placa e um elástico foi usado para mantê-la fechada.

A predação foi avaliada pelo número de ovos, ninfas, adultos de *T. bastosi* consumidos em cada tratamento após 24 e 48 horas de experimento. A oviposição do predador foi avaliada após 48 horas descartando os ovos depositados das primeiras 24 horas, a fim de evitar a interferência do alimento recebido previamente na criação. Nesse experimento 10 repetições foram realizadas para cada tratamento. As taxas de predação acumuladas de 24 e 48 horas e a taxa de oviposição de 48 horas foram analisadas estatisticamente por meio de modelos lineares generalizados (G.L.M.) Os contrastes entre os tratamentos foram acessados amalgamamento. Os dados foram analisados pelo software RGui 2.11 (R Development Core Team, 2002).

RESULTADOS

Efeito da mistura de espécies na predação de *I. zuluagai* e *E. concordis*

Foi observada diferença significativa entre as taxas de predação de *E. concordis* nos diferentes tipos de alimentos oferecidos (Dev=12.012, $P < 0.0001$, g.l.=6). Não houve diferença significativa na predação entre os períodos avaliados, 24 e 48 horas (Dev=26.69, $P = 0.927$, g.l.=1.62). A predação de *E. concordis* não diferiu quando alimentado nas fases de *T. bastosi* separadamente (Dev=3.4307, $P = 0.179$, g.l.=28) (Figura 1). O predador *E. concordis* possui menores taxas de predação quando alimentado com *T. bastosi* separadamente, em comparação com as taxas de predação encontradas quando oferecido *P. latus* como presa (Dev=17.907, $P < 0.0001$, g.l.=30) (Figura 1). Foi observada ainda diferença significativa entre as taxas de predação de *E. concordis* nos diferentes estádios de *P. latus* (ovos, ninfas e adultos) (Dev=17.907, $P < 0.01$, g.l.=30) (Figura 5). A maior taxa de predação para *E. concordis* foi observada no tratamento contendo apenas adultos de *P. latus*. No tratamento com a mistura de espécies (*P. latus* + *T. bastosi*), a taxa de predação de *E. concordis* não diferiu estatisticamente em relação aos tratamentos contendo apenas ovos e ninfas de *P. latus* (Dev=2.5345, $P = 0.111$, g.l.=31).

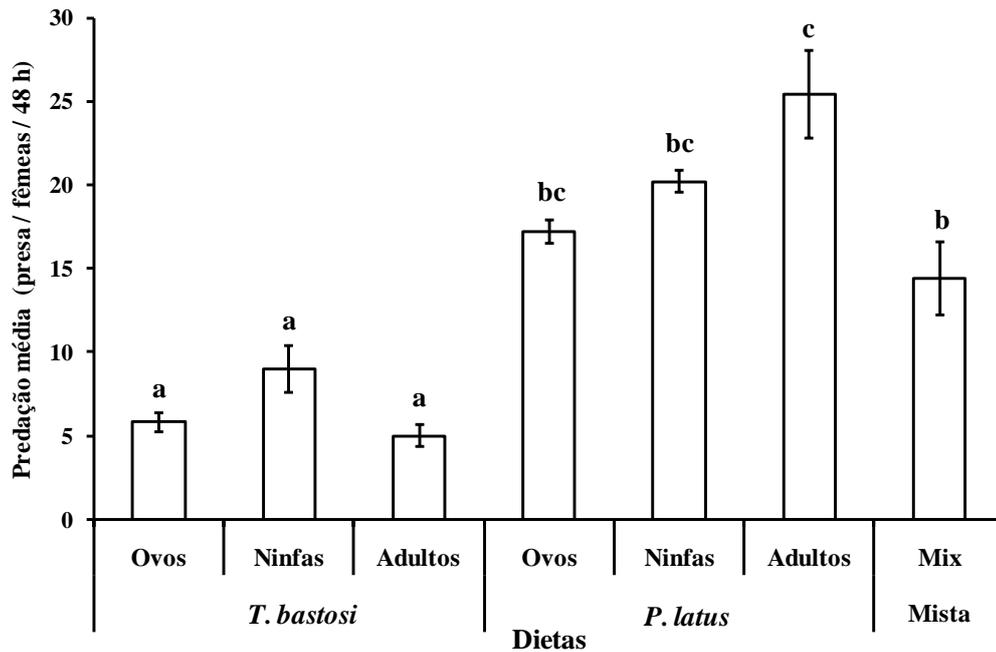


Figura 1: Número médio de presas consumidas *E. concordis* acumulado de 48h alimentado com as seguintes dietas: *T. bastosi* (ovos, ninfas o adultos separadamente), *P. latus* (ovos, ninfas ou adultos separadamente) ou dieta mista contendo mistura de três estádios de *T. bastosi* e *P. latus*. Letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos.

A taxa de predação de *I. zuluagai* diferiu significativamente na taxa de predação entre as dietas (Dev=39.289, $P<0.0001$, g.l.=6). Não houve diferença significativa na predação entre os períodos avaliados, 24 e 48 horas (Dev=39.13, $P=0.693$, g.l.=1.62).

Foram observadas diferenças significativas na predação de *I. zuluagai* entre os tratamentos contendo separadamente ovos, ninfas e adultos de *T. bastosi* (Dev=56.407, $P<0.0001$, g.l.=6). A menor taxa de predação foi em adultos de *T. bastosi* (Dev=18.279, $P<0.0001$, g.l.=6) (Figura 2). Não foi observado diferenças no número médio de presas consumidas por *I. zuluagai* entre os tratamentos ovos de *T. bastosi*, ovos e ninfas de *P. latus* e dieta mista (Dev=0.048, $P=0.825$, g.l.=30). E a maior média de presas consumidas por *I. zuluagai* foi encontradas no tratamento contendo adultos de *P. latus* em relação aos demais tratamentos (Dev=11.273, $P<0.001$ g.l.=6) (Figura 2).

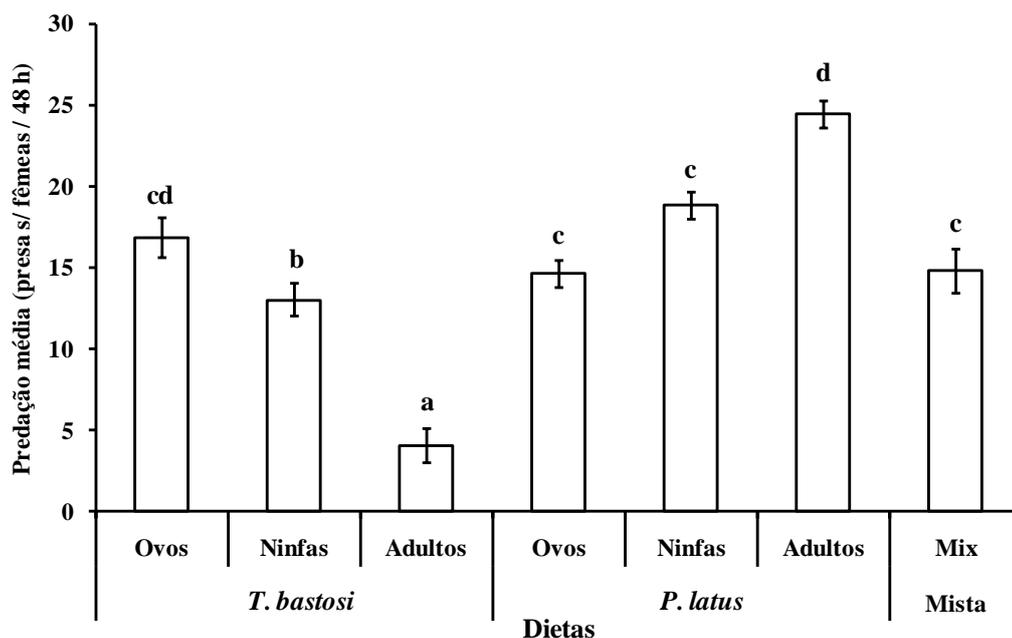


Figura 2: Número médio de presas consumidas por de *I. zuluagai* acumulado de 48h alimentado com as seguintes dietas: *T. bastosi* (ovos, ninfas o adultos), *P. latus* (ovos, ninfas ou adultos) ou dieta mista contendo mistura de três estádios de *T. bastosi* e *P. latus*. Letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos.

Efeito da mistura de espécies na oviposição de *I. zuluagai* e *E. concordis*

As taxas de oviposição não diferiram estatisticamente em função dos tratamentos testados para os predadores *I. zuluagai* (Dev=17.849, P=0.6446, g.l.=6) e *E. concordis* (Dev=15.985, P=0.7341, g.l.=6) (Figuras 3 e 4). As médias de ovos depositados encontradas no tratamento contendo a dieta mista de espécies de presas foram $1,4 \pm 0,24$ (média \pm erro padrão) para *E. concordis* e $1,2 \pm 0,2$ para *I. zuluagai*. Nos demais tratamentos as médias foram inferiores nunca excedendo a um ovo por fêmea.

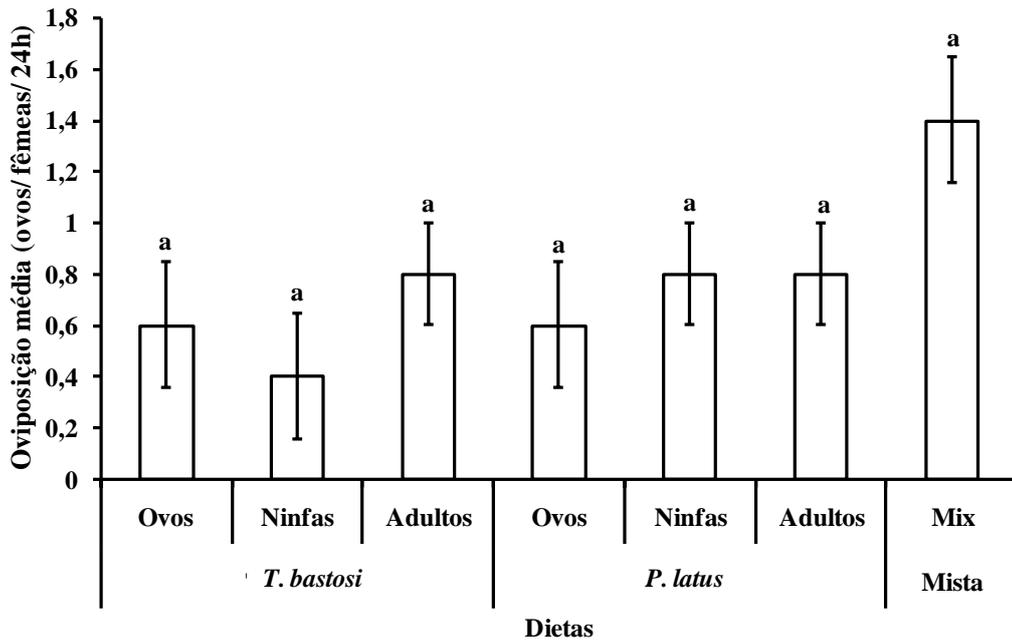


Figura 3: Oviposição média do predador *E. concordis* após de 48h alimentado com as seguintes dietas: *T. bastosi* (ovos, ninfas o adultos), *P. latus* (ovos, ninfas ou adultos) ou dieta mista contendo três estádios de *T. bastosi* e *P. latus* juntos.

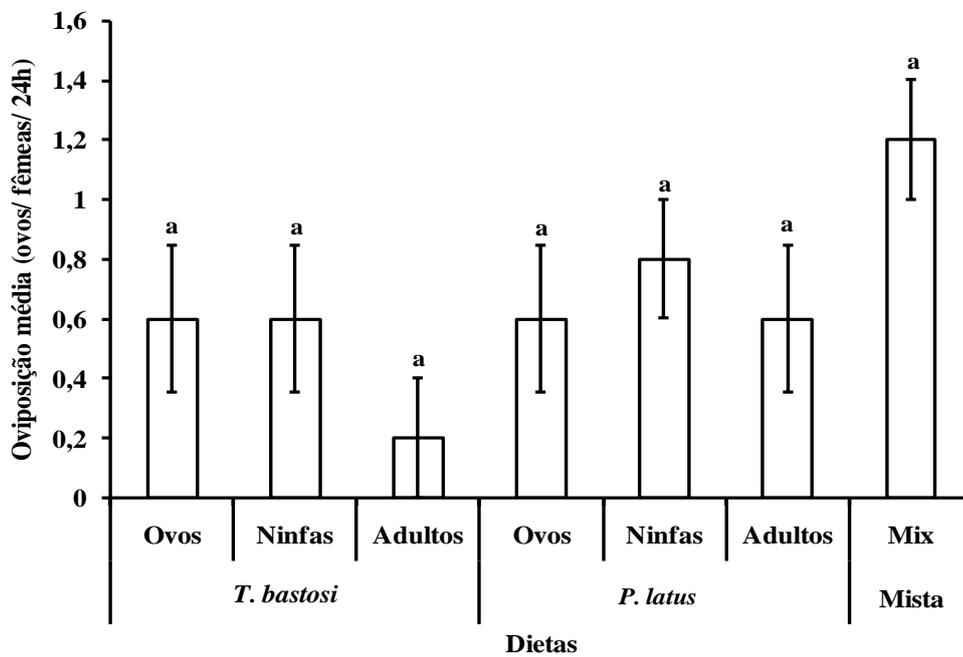


Figura 4: Oviposição média do predador *I. zuluagai* após de 48h alimentado com as seguintes dietas: *T. bastosi* (ovos, ninfas o adultos), *P. latus* (ovos, ninfas ou adultos) ou dieta mista contendo mistura de três estádios de *T. bastosi* e *P. latus*.

Efeito da mistura dos estádios de *T. bastosi* na predação de *E. concordis*

A taxa de predação de *E. concordis* foi diferente significativamente entre os estádios da presa oferecida ($F_{3,36}=4.6409$, $P<0.01$). Não houve diferença significativa na predação entre os períodos avaliados, 24 e 48 horas ($F_{1, 75}=0.4561$, $P=0.501$). Não foi observada interação significativa entre tempo e o estádios das presas ($F_{3, 72}=1.3533$, $P=0.263$). As maiores taxas de predação foram observadas para *E. concordis* quando alimentado com ovos e ninfas de *T. bastosi* separadamente, e as menores quando alimentado com adultos de *T. bastosi* separadamente e com a mistura de fases de *T. bastosi* ($F_{37}=5.3425$, $P=0.026$) (Figura 5).

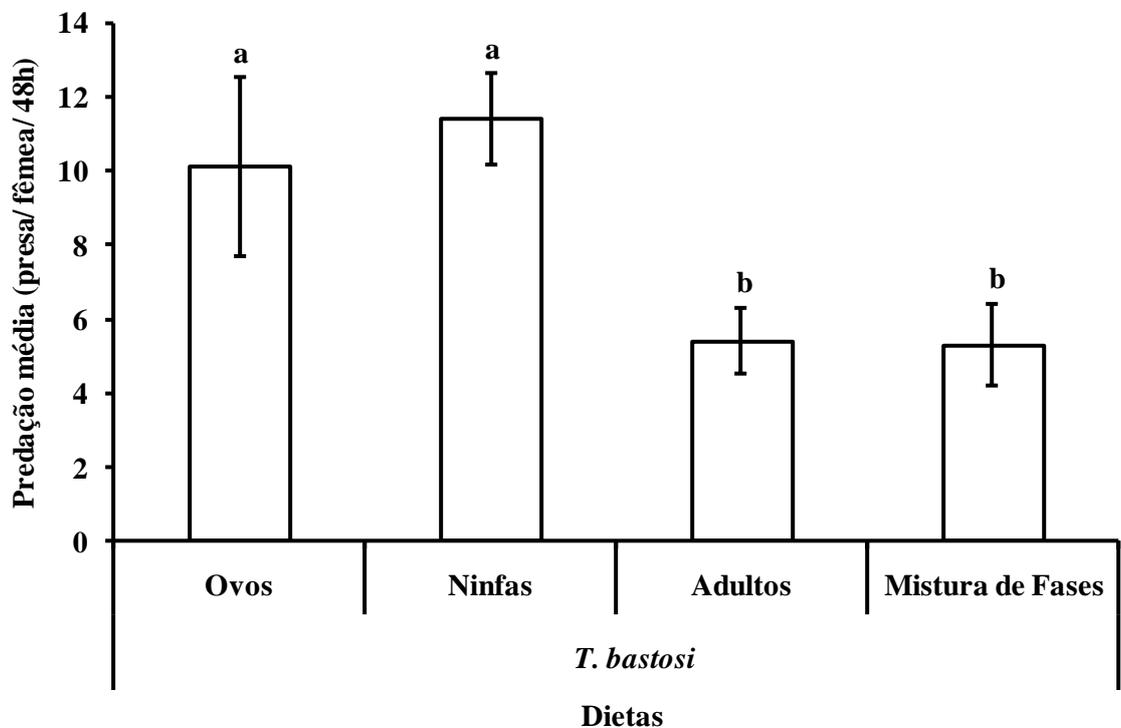


Figura 5: Predação média de *E. concordis* após 48 horas, alimentado com as seguintes dietas: Ovos, ninfas, adultos e a mistura das fases de *T. bastosi*. Letras diferentes representam diferenças significativas entre os tratamentos.

Em relação ao número de ovos depositados por *E. concordis*, não foi observado um efeito significativo entre as dietas testadas ($Dev=25.013$, $P=0.942$, $g.l.=4$) (Figura 6).

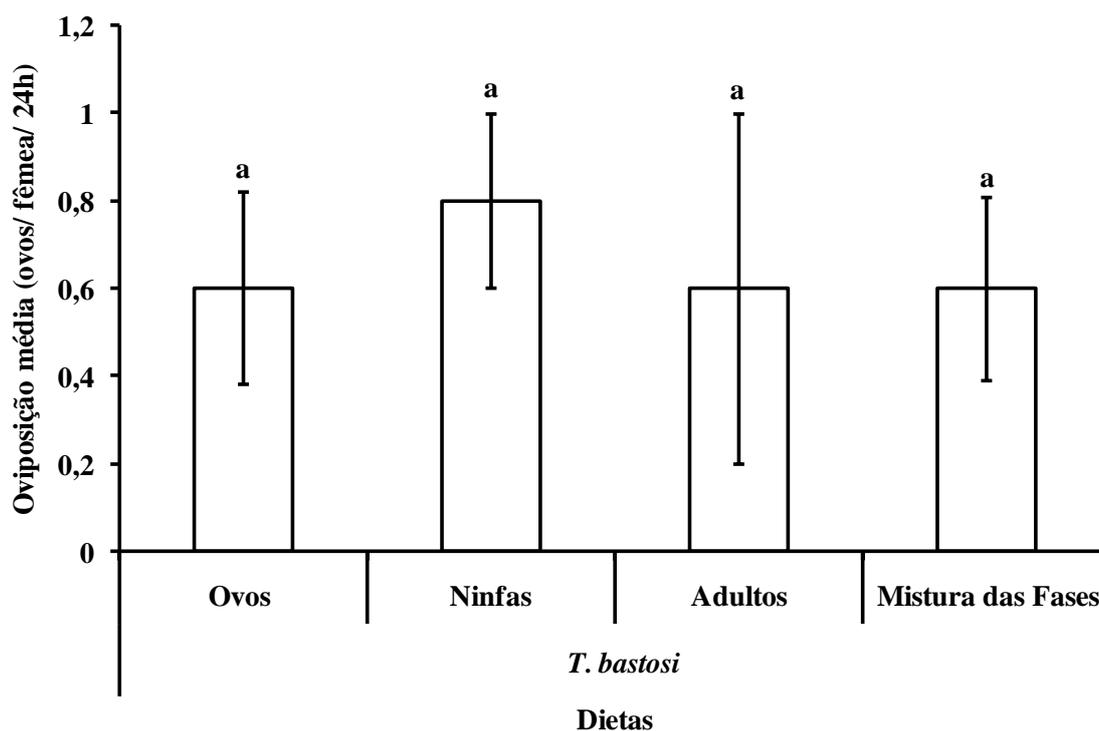


Figura 6: Oviposição média do predador *E. concordis*, alimentado com as dietas de ovos, ninfas, adultos e a mistura das fases de *T. bastosi*. Letras iguais representam diferenças não significativas entre os tratamentos.

DISCUSSÃO

A dieta mista contendo *P. latus* mais *T. bastosi* não resultou em benefícios para a oviposição dos predadores *I. zuluagai* e *E. concordis*. E apenas a mistura de estádios de *T. bastosi* não foi suficiente para resultar em maiores oviposição para *E. concordis*. Uma dieta composta por mistura de espécies de presa pode ser favorável para o desenvolvimento de predadores generalistas. Esse fato é apoiado em outros estudos que avaliaram o efeito de dietas mistas no desempenho de predadores (Toft, 1995; Evans, 1999). Nesse trabalho, não foram observadas diferenças significativas nas taxas de oviposição dos predadores no experimento em que se avaliou o efeito da mistura de espécies de presas. Por isso não é possível afirmar que a combinação de *T. bastosi* e *P. latus* em uma dieta constitui em um alimento de qualidade para os predadores *E. concordis* e *I. zuluagai*.

Por outro lado, taxas de predação intermediárias foram encontradas para *E. concordis* e *I. zuluagai* quando alimentados com a mistura das duas espécies (*P. latus* + *T. bastosi*). Uma

dieta é considerada ótima quando o predador a consome em quantidades intermediárias e ainda é capaz de manter taxas de oviposição elevadas (Marcussen et al., 1999). Dessa forma, para determinar se a dieta mista é realmente benéfica para os predadores testados, deve-se associar o consumo de presas com a taxa de oviposição dos predadores (Marcussen et al., 1999; Toft e Wise, 1999). Assim é possível expressar a qualidade do alimento. Pode-se observar uma tendência ao aumento nas taxas de oviposição de *E. concordis* e *I. zuluagai* com a dieta mista de espécies, sugerindo que mesmo consumindo uma quantidade intermediária de presas, os predadores podem depositar uma maior quantidade de ovos.

Quando se analisa separadamente o efeito da mistura de fases de *T. bastosi* na oviposição de *E. concordis*, observou não haver diferença significativa quando comparado aos tratamentos ovos, ninfas e adultos separadamente. Tal resultado reforça que somente a mistura das fases de uma única espécie, mesmo em diferentes estádios, não oferece uma quantidade suficiente de nutrientes para incrementos na deposição de ovos.

Os dados apresentados nos resultados mostram que a mistura de espécies de presas (*T. bastosi* + *P. latus*) não resulta em incrementos na taxa de predação de *E. concordis* e *I. zuluagai* em relação aos tratamentos contendo estádios de *T. bastosi* e *P. latus* separadamente. Isso pode indicar que esses predadores, considerados generalistas, podem apresentar algum tipo de especialização. Por exemplo, no caso de *E. concordis*, a maior taxa de predação foi encontrada no tratamento contendo somente adultos de *P. latus*. Talvez esse predador manifeste uma preferência por esta presa. O mesmo predador ainda apresenta as menores taxas de predação quando alimentado em qualquer estádio de *T. bastosi*, demonstrando que este predador não tem preferência por *T. bastosi*. O mesmo acontece para *I. zuluagai* que consome em maior quantidade adultos de *P. latus* e em menor quantidade adultos de *T. bastosi*. A preferência nesse caso pode estar ligada a características das presas como tamanho e produção de teia. Tais características podem conferir aos predadores uma maior ou menor capacidade na predação (Saito, 1979; Sabelis e Baker, 1992; Venzon et al. 2009).

As taxas de predação de *E. concordis* e *I. zuluagai* foram menores quando foi oferecido em sua dieta adultos de *T. bastosi*. Uma das explicações é a presença de teia produzida por *T. bastosi*, nos tratamentos em que continham fêmeas adultas desta presa. Embora os discos fossem trocados de um dia para o outro, pouco tempo é necessário para uma fêmea adulta do tetraniquídeo começar a produzir teia (Hazan, 1971). Tetraniquídeos produzem teia constantemente enquanto se deslocam (Hazan, 1971) e a presença da teia pode interferir no forrageamento dos predadores testados (Saito, 1979; Sabelis e Baker, 1992). Isso pode ser

reforçado pelas altas taxas de predação observadas tanto para *E. concordis* quanto *I. zuluagai*, quando alimentados com adultos de *P. latus*, no experimento da mistura de espécies. Levando em consideração o fato de *P. latus* não produzir teia.

Adicionalmente, ácaros predadores eficientes no controle de ácaros produtores de teia devem possuir características como quantidade, tamanho e distribuição de setas dorsais (Sabelis & Baker 1992), além de um comportamento que favoreça a locomoção no interior da teia, como o “thread cutting behavior” (Shimoda et al., 2009). Nenhuma dessas características são relatadas para *E. concordis* e *I. zuluagai*. Desse modo, a teia produzida por *T. bastosi* dificulta o forrageamento desses predadores e por sua vez influencia negativamente na taxa de predação e oviposição dessas espécies.

Quando um predador consome uma baixa quantidade de uma determinada dieta e resulta em baixo desenvolvimento, pode ser indicativo que a dieta possui características como toxicidade ou deterrência (Marcussen et al., 1999; Toft e Wise, 1999; Oelbermann e Scheu, 2002). A presença de teia na dieta com a mistura de estádios de *T. bastosi* pode ter conferido à dieta uma característica deterrente. Por isso, menores quantidades de presas foram consumidas no tratamento com adultos de *T. bastosi* e mistura de estádios de *T. bastosi* no segundo experimento.

O tamanho da presa também pode ter influenciado as taxas de predação de *E. concordis* e *I. zuluagai*. Presas de menor tamanho podem ser requeridas em maior quantidade seja para a saciedade dos predadores ou para fornecer energia necessária para produção de ovos. Desse modo, ambos predadores consumiram uma maior quantidade de *P. latus* do que *T. bastosi*. A predação de *E. concordis* foi cerca de cinco vezes maior em adultos de *P. latus* do que em adultos de *T. bastosi*. O mesmo sendo observado para o predador *I. zuluagai*.

O número de presas oferecidas é um fator a ser analisado entre os dois experimentos. Nesse tipo de experimento o alimento deve ser *ad libitum*. Para *E. concordis* quando mantido com 15 presas no primeiro experimento não foi observado diferença na predação entre os tratamentos contendo os estádios de *T. bastosi* separadamente. No entanto, no segundo experimento quando foram oferecidas 30 presas, maiores médias de consumo foram encontradas nos tratamentos ovos e ninfas de *T. bastosi*. A limitação do recurso pode alterar a resposta do predador (Abrams e Ginzburg, 2000). Quando a quantidade de presa era menor, o alimento pode ter sido um fator limitante na predação. À medida que as presas são consumidas, a probabilidade de encontro entre predador e a presa diminui, o que por sua vez diminui consequentemente a taxa de predação. A maior oferta de presas no segundo

experimento foi importante para aumento na predação de *E. concordis* sobre ovos e ninfas de *T. bastosi* separadamente. Principalmente nesses estágios, em que não existem condições que alterem o forrageamento do predador. Já para *I. zuluagai*, aparentemente a densidade de presas tenha sido um fator limitante na predação de *P. latus*. Esse predador consumiu quase o total de presas oferecidas no tratamento contendo adultos de *P. latus*, sendo necessário testar o efeito das dietas *ad libitum* com essa espécie.

De um modo geral, a dieta mista com as duas espécies não resultou em incrementos, mas sugere que a combinação de presas diferentes tem um potencial para o aumento da reprodução dos predadores *I. zuluagai* e *E. concordis*. A dieta mista testada é simples, apenas com a combinação de duas presas, mas pode ser reforçada por mais itens, como pólen e desse modo favorecer um melhor desempenho dos predadores (Nomikou et al., van Rijn et al., 2002; van Maanen et al., 2010). Com uma maior diversidade de itens constituintes numa dieta os efeitos esperados como incrementos na reprodução podem ser acentuados.

No sistema de cultivo do pinhão-manso é possível sugerir que *P. latus* seja a presa principal para estes predadores, pois os predadores demonstram preferência por esta presa. Na planta a predação em *P. latus* pode resultar em incrementos na densidade dos predadores, que por sua vez podem afetar diretamente as populações de *T. bastosi*. Estas presas ocorrem simultaneamente em pinhão-manso, e o ácaro branco apresenta distribuição restrita ao ápice das plantas (Lopes, 2009), enquanto *T. bastosi* possui distribuição principalmente nos terços médio e inferior. Isso pode favorecer um maior controle dos ácaros pragas em pinhão-manso através de interações indiretas como competição aparente. Já que os ácaros fitófagos compartilham os mesmos inimigos naturais. Todavia, para esclarecer essa interação no cultivo de pinhão manso, experimentos futuros devem ser realizados em plantas com a presença das duas presas e predadores.

LITERATURA CITADA

Abrams, P. A.; Holt, R.D.; Roth, J.D. Apparent competition or apparent mutualism? Shared predation when populations cycle. *Ecology*, v. 79, n.1, p. 201-212, 1998.

Abrams, P. A. Ginzburg, L.R. The nature of predation: prey dependent, ratio dependent, or neither? *Tree*, v.15, p.337-341, 2000.

- Bilde, T.; Axelsen, J.A.; Toft, S. The value of Collembola from agricultural soils as food for a generalist predator. *Journal of Applied Ecology*, v.37, p.672-683, 2000.
- Bonsall, M.B.; Hassell, M.P. Apparent competition structures ecological assemblages. *Nature*, v.388, p.371-373, 1997.
- Cho, M. R.; Jeon, H. Y.; La, S. Y. Host damage of broad mite (*Polyphagotarsonemus latus*) on horticultural crops. *Journal of Agricultural Science*, v. 38, p.516-525, 1996.
- Evans, E. W.; Stevenson, A. T.; Richards, D. R. Essential versus alternative foods of insect predators: benefits of a mixed diet. *Oecologia*, v.121, p.107-112, 1999.
- Ferla, N.J.; De Moraes, G.J. 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*, v.20, n.1, p.153-155, 2003.
- Gerson, U. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental and Applied Acarology*, v.13, p.163-178, 1992.
- Hanna, R.; Wilson, L. T.; Zalom, F. G.; Flaherty, D. L.; Effects of predation and competition on the population dynamics of *Tetranychus pacificus* on grape vines. *Journal of Applied Ecology*, v.34, 878-888, 1997.
- Hazan, A.; Gerson, U.; Tahori, A.S. Spider mite webbing: The production of webbing under various environmental conditions. *Acarologia*, v.16, p. 68-84, 1971.
- Holt, R.D. Predation, apparent competition and the structure of prey communities. *Theoretical Population Biology*, v.12, p.197-229, 1977.
- Holt, R.D.; Lawton, J.H. The ecological consequences of shared natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.25, p.495-520, 1994.

Karban, R., Hougren-Eitzman, D., English-Loeb, G. Predator-mediated apparent competition between herbivores that feed on grapevines. *Oecologia*, v.97, p.508-511, 1994.

Kishimoto, H. A new technique for efficient rearing of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae). *Applied Entomology and Zoology*, v.40, n.1, p.77-81, 2005.

Lemos, F.; Sarmiento, R.A.; Pallini, A.; Dias, C.R.; Sabelis, M.W.; Janssen, A. (2010) Spider mite web mediates antipredator behaviour. *Experimental and Applied Acarology*, v. 52, p.1-10, 2010.

Lopes, E.N. Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*). 2009. 80p. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Marcussen, B.M.; Axelsen, J.A.; Toft, S. The value of two Collembola species as food for a linyphiid spider. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v.92, p.29-36, 1999.

Matos, C.H.C.; Pallini, A., Chaves, F.F.; Galbiati, C.C. Domácias do Cafeeiro Beneficiam o Ácaro Predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae)? *Neotropical Entomology*, 33, n.1, p.57-63, 2004.

McMurtry, J.A.; Scriven, G.T. Insectary production of phytoseiid mites. *Journal of Economic Entomology*, v.58, p.282-284, 1965.

Messelink, G. J.; van Maanen, R.; van Steenpaal, S. E. F.; Janssen, A. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biological Control*, v.44, p.372-379, 2008.

Moraes, G. J.; Flechtmann, H. W.. Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ed. Holos. Ribeirão preto, 2008.

Müller, C. B.; Godfray, H. C. J. Apparent competition between two aphid species. *Journal of Animal Ecology*, v.66, p.57-64, 1997.

Nomikou, M.; Janssen, A.; Schraag, R.; Sabelis, M.W. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Experimental and Applied Acarology*, v.27, p.57-68, 2002.

Oelbermann, K; Scheu, S. Effects of prey type and mixed diets on survival, growth and development of a generalist predator *Pardosa lugrubis* (Araneae: Lycosidae). *Basic and Applied Ecology*, v.3, p.285-291, 2002.

Peña, J.E.; Bullock, R.C. Effects of feeding of broad mite (Acari: Tarsonemidae) on vegetative plant growth. *Florida Entomologist*, v.77, p.181-184, 1994.

R Development Core Team. R foundation for statistical computing. Vienna, Austria (2006).

Reis, P.R.; Chiavegato, L.G.; Alves, E.B. Biologia de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, v.27, n.2, p.185-191, 1998.

Sabelis, M. How to analyze prey preference when prey density varies – a new method to discriminate between effects of gut fullness and preytype composition. *Oecologia*, v.82, p.289-298, 1990.

Sabelis, M. W.; Bakker, F. M.. How predatory mites cope with the web of their tetranychid prey: a functional view on dorsal chaetotaxy in the phytoseiidae. *Experimental and Applied Acarology*, v. 16, p. 203-225, 1992.

Sarmiento, R. A.; Rodrigues, D.M.; Faraji, F.; Erasmo, E.A.L.; Lemos, F.; Teodoro, A.V.; Kikuchi, W.T.; Santos, G.R.; Pallini, A. Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, p. 1-12. 2010.

Saito, Y. 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). *Japan Journal of Applied Entomology and Zoology*, v.23, p.82-91, 1979.

Shimoda, T.; Kishimoto, H.; Takabayashi, J.; Amano, H.; Dicke, M. Comparison of thread-cutting behavior in three specialist predatory mites to cope with complex webs of *Tetranychus* spider mites. *Experimental and Applied Acarology*, v.47, p.111–120, 2009.

Silva, E.A.; Oliveira, J.V.; Gondim JR., M.G.C.; Menezes, D. Biology of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) on sweet pepper. *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, v.27, n.2, p.223-228, 1998.

Toft, S. Value of the aphid *Rhopalosiphum padi* as food for cereal spiders. *Journal of Applied Ecology*, v. 32, p. 552-560, 1995.

Toft, S.; Wise, D.H. Growth, development and survival of a generalist predator fed single-and mixed species diets of a different quality. *Oecologia*, v.119, p.191-197, 1999.

van Maanen, R.; Vila, E.; Sabelis, M.W.; Janssen, A. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. *Experimental and Applied Acarology*, v.52, p.29-34, 2010.

van Rijn, P. C. J.; van Houten, Y. M.; Sabelis, M. W. How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology*, v.83, p.2664-2679, 2002.

Venzon, M.; Lemos, F.; Sarmiento, R.A.; Rosado, M.C. Predação por coccinelídeos e crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.9, p.1086-1091, 2009.

Walter, D. A.; O'Dowd, D. J. Leaf morphology and predators: effect of leaf domatia on the abundance of predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology*, v.21, p. 478–484, 1992.

Zemek, R. The effect of powdery mildew on the number of prey consumed by *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Applied Entomology*, v.129, n.4, p.211-216, 2005.

CAPÍTULO 2

DIFERENTES DIETAS DE PÓLEN PARA ÁCAROS PREDADORES EM PINHÃO-MANSO

RESUMO - A associação de plantas na cultura do pinhão-mansó pode fornecer refúgio e alimento alternativo para ácaros predadores, *Iphiseiodes zuluagai* e *Euseius concordis*, considerados como potenciais predadores para controle de *Polyphotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi*, ácaros praga do pinhão-mansó. O objetivo desse trabalho foi testar o pólen de milho, abóbora e *Peltaea* sp. como alimento alternativo a esses ácaros. Para isso foi avaliada a taxa de oviposição e a sobrevivência desses predadores quando alimentados com pólen de milho, abóbora e *Peltaea* sp, planta espontânea associada ao cultivo de pinhão-mansó. Não foi verificado efeito das diferentes espécies de pólen na oviposição do predador *I. zuluagai* e *E. concordis*. Maiores sobrevivências foram registradas no tratamento com pólen de milho tanto para *I. zuluagai* quanto para *E. concordis*. A sobrevivência em pólen de milho manteve ambos predadores vivos até o último dia de experimento. A alimentação em pólen de abóbora por *I. zuluagai* e *E. concordis*, resultou na morte de 100% dos indivíduos no 3º dia de experimento. A sobrevivência na dieta de pólen de *Peltaea* sp. foi próxima ao pólen de milho, sendo sempre maior do que em abóbora para os dois predadores. Dessa forma, conclui-se que o pólen de abóbora não é um alimento adequado aos predadores testados. O pólen de milho pode ser considerado um alimento suplementar para o desenvolvimento de *I. zuluagai* e *E. concordis*. O milho pode ser uma opção viável para o cultivo em consórcio com o pinhão-mansó, por possuir resultados positivos na sobrevivência de *I. zuluagai*. Adicionalmente, *Peltaea* sp. pode ainda ser importante para manutenção dos predadores em situação de escassez de dieta mais adequada, podendo ser promissora como planta forrageira em cultivos de pinhão-mansó.

Palavras-chave: alimento alternativo, controle biológico conservativo, ácaros predadores.

INTRODUÇÃO

Em sistemas de cultivo diversificado, a associação de diferentes espécies de plantas pode resultar no controle biológico mais eficiente devido ao aumento da diversidade e abundância de inimigos naturais (Andow, 1991; Altieri, 1999). No caso de ácaros predadores da família Phytoseiidae, a ocorrência em maior abundância pode ser favorecida pela presença de fragmentos naturais próximos a cultura principal (Zacarias & Moraes 2002; Demite & Feres 2005), já que tais áreas podem fornecer outras fontes de alimento e refúgio. Do mesmo modo, plantas espontâneas podem exercer o papel de substratos alternativos que abrigam predadores (Moraes et al., 1993; Bellini et al., 2005).

A manutenção de ácaros predadores em substratos alternativos está ligada a características destes inimigos naturais. Dentre os fitoseídeos, existem predadores especialistas e generalistas. Estes possuem um hábito alimentar diversificado incluindo em sua dieta, além de presas, material de origem vegetal como pólen e secreções açucaradas (Yamamoto e Gravena, 1996; McMurtry & Croft, 1997). Desse modo plantas espontâneas ou cultivadas associadas a uma determinada cultura podem ser responsáveis por fornecer refúgio e alimento alternativo aos inimigos naturais (Landis et al., 2000). Isso ocorre principalmente quando não existem condições à manutenção de predadores na cultura principal, como ausência de presas essenciais ou de refúgio (Landis et al., 2000).

No estado do Tocantins, pequenos produtores e assentados rurais produzem pinhão-mansão em associação com culturas como feijão, arroz, abóbora, milho, mandioca além da presença de plantas de geração espontânea (Rodrigues, 2010). O pinhão-mansão sofre ataques de um complexo de pragas que podem comprometer a sua produção. Dentre elas, o ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) e o ácaro *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) são duas espécies fitófagas que tem causado problemas fitossanitários nessa cultura em Tocantins (Sarmiento et al., 2010). O ácaro branco é uma espécie polífaga e cosmopolita, que ataca principalmente o ápice das plantas causando severos danos no desenvolvimento e comprometendo a produção (Gerson, 1992; Vieira e Chiavengato, 1997; Lopes, 2009) Já, o ácaro *T. bastosi* produz uma quantidade considerável de teia, que serve de proteção e resulta em implicações negativas no controle, pois dificulta a locomoção dos inimigos naturais dos mesmos (Sabelis e Bakker, 1992; Venzon et al. 2009).

Em associação aos ácaros-praga acima descritos em plantas nativas e cultivadas de pinhão-mansão estão os predadores *Euseius concordis* Chant (Acari: Phytoseiidae) e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) (Sarmiento et al., 2010). Esses predadores apresentam estilo de vida considerado generalista em relação ao hábito alimentar (McMurtry e Croft, 1997). O predador *I. zuluagai* é capaz de se alimentar e desenvolver em presas como ácaros fitófagos e pólen (Sarmiento et al., 2010, Reis et al. 1998, McMurtry e Croft, 1997). *Euseius concordis* é considerado como uma espécie especializada na alimentação em pólen, mas também é capaz de se desenvolver em dieta de ácaros fitófagos (McMurtry e Croft, 1997; Ferla e De Moraes, 2005; Sarmiento et al., 2010). Ambos predadores são considerados promissores no controle *P. latus* e *T. bastosi* em pinhão-mansão (Sarmiento et al., 2010).

Alguns estudos indicam que a presença de alimento alternativo aumenta a eficiência dos predadores no controle de suas presas (van Rijn et al., 2002; van Maanen et al., 2010). No caso de ácaros predadores, o desempenho pode ser favorecido com a presença de pólen (van Rijn et al., 2002). Isso porque esse alimento adicional pode ser responsável pelo aumento na densidade do predador que por sua vez atua diretamente diminuindo a densidade da praga (van Rijn et al., 2002).

No sistema de cultivo do pinhão-mansão as plantas associadas podem fornecer pólen para os predadores *I. zuluagai* e *E. concordis* no período da seca, quando plantas de pinhão-mansão perdem as folhas. Outras culturas associadas são responsáveis por beneficiar persistência e estabelecimento de predadores em campo (Walde et al., 1994), desse modo a presença de culturas como o milho e aboboro podem servir de fontes de alimento e refúgio para os ácaros predadores do pinhão. A presença de plantas de ocorrência natural nesse sistema também pode desempenhar papel semelhante na comunidade de ácaros predadores (Moraes et al., 1993; Zannou et al., 2005).

O objetivo desse capítulo foi testar se os ácaros predadores *I. zuluagai* e *E. concordis* podem se beneficiar da presença de alimentos alternativos como pólen no sistema de cultivo do pinhão-mansão. As taxas de oviposição e sobrevivência de ambos predadores foram avaliadas quando alimentados em diferentes espécies de pólen, como um parâmetro para avaliar o desempenho dos predadores.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi-TO. Adultos de *E. concordis* e *I. zuluagai* foram coletados em plantas de pinhão-manso de uma área experimental no campus da UFT e em propriedades particulares no município de Gurupi-TO. Posteriormente foram transferidos para o laboratório, onde foram acondicionados em sala climatizada (27 ± 2 °C, U. R. $75 \pm 10\%$). Periodicamente foram realizadas novas coletas nos mesmos pontos para a manutenção das populações em laboratório.

Os ácaros predadores foram criados, seguindo metodologia adaptada de Reis e Alves (1997). Foi utilizado um disco de plástico de cor preta com 5cm de diâmetro flutuando em uma bandeja (11 x 11x 5 cm) preenchida com água para evitar fugas. Para ambos predadores, foi oferecido pólen de mamona *ad libitum* como alimento sobre o substrato. Fibras finas de algodão foram colocadas sobre o disco de plástico a fim de fornecer abrigo e favorecer a oviposição dos predadores (McMurtry e Scriven, 1965; Kishmoto, 2005).

Para montagem dos experimentos, as fibras de algodão contendo ovos das duas espécies de predadores foram removidas e isoladas em novos discos plásticos e permaneceram separadas até emergirem os adultos para a padronização etária dos indivíduos testados. Posteriormente, fêmeas previamente acasaladas foram mantidas separadamente sem alimento por 24 horas antes da montagem dos experimentos. As taxas de oviposição e a sobrevivência dos ácaros predadores *E. concordis* e *I. zuluagai* foram avaliadas quando alimentados em três espécies de pólen diferentes. As dietas testadas nesse experimento foram pólen de abóbora, pólen de milho e pólen de *Peltaea* sp.

Discos foliares de 2 cm de diâmetro foram confeccionados a partir de folhas de abóbora, pinhão-manso e milho. O pólen de abóbora foi oferecido aos predadores em discos de folhas de abóbora ou pinhão-manso de acordo com a disponibilidade, o pólen de milho em discos foliares de milho e pólen de *Peltaea* sp. em discos de pinhão-manso. Os diferentes tipos de substrato foram usados conforme disponibilidade de plantas para confecção das arenas, testes preliminares mostraram que o substrato não influencia na predação.

O pólen de cada espécie foi coletado de plantas na área experimental da UFT conforme metodologia de Reis e Alves (1997) e transferidos para o laboratório onde foram mantidos em frascos (tipo *ependorf*) com capacidade para 10 ml acondicionados em geladeira. Mensalmente o estoque de pólen foi renovado.

Os discos foliares foram posicionados com a face abaxial para cima, sobre algodão hidrófilo umedecido, dentro de bandejas de plástico com capacidade para 3 litros (30 x 22 x 7 cm). O algodão umedecido serviu tanto para prevenir escape, como para manter a turgidez dos discos foliares. Em cada disco foi inserida uma fêmea adulta acasalada (8-10 dias) de cada espécie de predador, de acordo com cada tratamento. Diariamente os discos foram substituídos por novos e o número de ovos depositados e a sobrevivência do predador foram contabilizados. Foi oferecido aos predadores pólen *ad libitum* em todos os tratamentos, sendo repostos diariamente junto com o disco foliar.

Os tratamentos tiveram a duração de cinco dias, sendo testadas 15 fêmeas de ambos predadores alimentadas com pólen de milho e *Peltaea* sp. No tratamento contendo pólen de abóbora foram testadas 30 fêmeas de ambos predadores.

A taxa de oviposição dos ácaros predadores foi analisada por meio de modelos lineares generalizados mistos (LMER). Os contrastes entre os tratamentos foram acessados por amalgamamento. Para analisar o efeito dos diferentes tipos de alimentos sobre a longevidade dos predadores foi feita uma análise de sobrevivência com distribuição do tipo Weibull. Os contrastes entre os níveis dos tratamentos foram acessados por amalgamamento. Todas as análises foram feitas com o software RGui 2.11.

RESULTADOS

Taxa de oviposição

Não foi verificado efeito das diferentes espécies de pólen na oviposição para o predador *I. zuluagai* ($X^2=0,3434$, $P=0,842$, g.l.=2) (Tabela 1). A oviposição de *E. concordis* também não diferiu significativamente quando alimentado com as diferentes espécies de pólen ($X^2=0,458$, $P=0,795$, g.l.=4) (Tabela 2).

Tabela 1: Taxa de oviposição média diária (\pm erro padrão) de *E. concordis* de acordo os tratamentos, (n=número de indivíduos vivos).

Dia	Pólen de abóbora	Pólen de milho	Pólen de <i>Peltaea</i>
1	0,26 \pm 0,21 n=26	0,25 \pm 0,16 n=8	0,11 \pm 0,11 n=9
2	0 \pm 0 n=1	0,50 \pm 0,29 n=4	0,50 \pm 0,22 n=6
3	- n=0	0,50 \pm 0,50 n=2	0,50 \pm 0,50 n=2
4	- n=0	0 \pm 0 n=2	0 \pm 0 n=2
5	- n=0	0 \pm 0 n=1	- n=0

Tabela 2: Taxa de oviposição média diária (\pm erro padrão) de *I. zuluagai* de acordo os tratamentos, (n= número de indivíduos vivos).

Dia	Pólen de abóbora	Pólen de milho	Pólen de <i>Peltaea</i>
1	0,33 \pm 0,15 n=21	0,38 \pm 0,14 n=13	0,25 \pm 0,16 n=8
2	0 \pm 0 n=2	0,30 \pm 0,15 n=10	0,50 \pm 0,50 n=6
3	- n=0	0,38 \pm 0,18 n=8	0 \pm 0 n=3
4	- n=0	0,38 \pm 0,18 n=8	1,00 \pm 0 n=1
5	- n=0	0,40 \pm 0,24 n=5	- n=0

Taxa de Sobrevivência

Foi observado efeito do tipo de pólen na sobrevivência de *I. zuluagai* pelo modelo de distribuição de Weibull ($X^2= 30,49$, $p < 0,001$, g.l.=2). A sobrevivência de *I. zuluagai* diferiu significativamente entre os tratamentos pólen de milho e *Peltae* sp. (Dev= 10,784, $p= 0,001$, g.l.= 57). Quando alimentado com pólen de abóbora a sobrevivência foi inferior em relação aos demais tratamentos (Dev= 4,642, $p= 0,03$, g.l.= 57) (Figura 3).

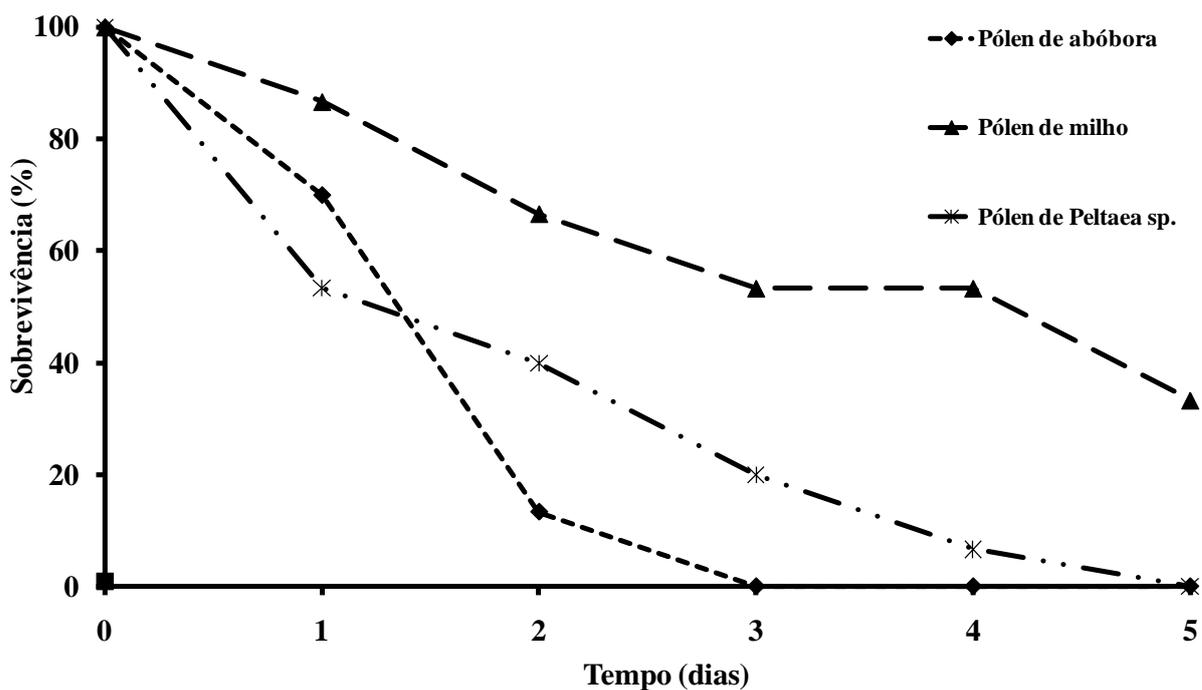


Figura 3: Taxa de sobrevivência (%) do predador *I. zuluagai* em cinco dias alimentado com diferentes tipos de pólen.

Foi observado efeito do tipo de pólen na sobrevivência de *E. concordis* pelo modelo com distribuição de Weibull ($X^2=6,5$, $p=0.039$, $g.l.=2$). Para este predador, a maior sobrevivência foi observada nos tratamentos pólen de milho e *Peltaea* sp., não sendo observada diferença significativa entre elas ($Dev= 0,0013$, $p= 0.997$, $g.l.=56$). A menor sobrevivência foi encontrada no tratamento conteúdo pólen de abóbora, que diferiu significativamente dos demais tratamentos ($Dev= 4,553$, $P= 0,032$, $g.l.=56$) (Figura 4).

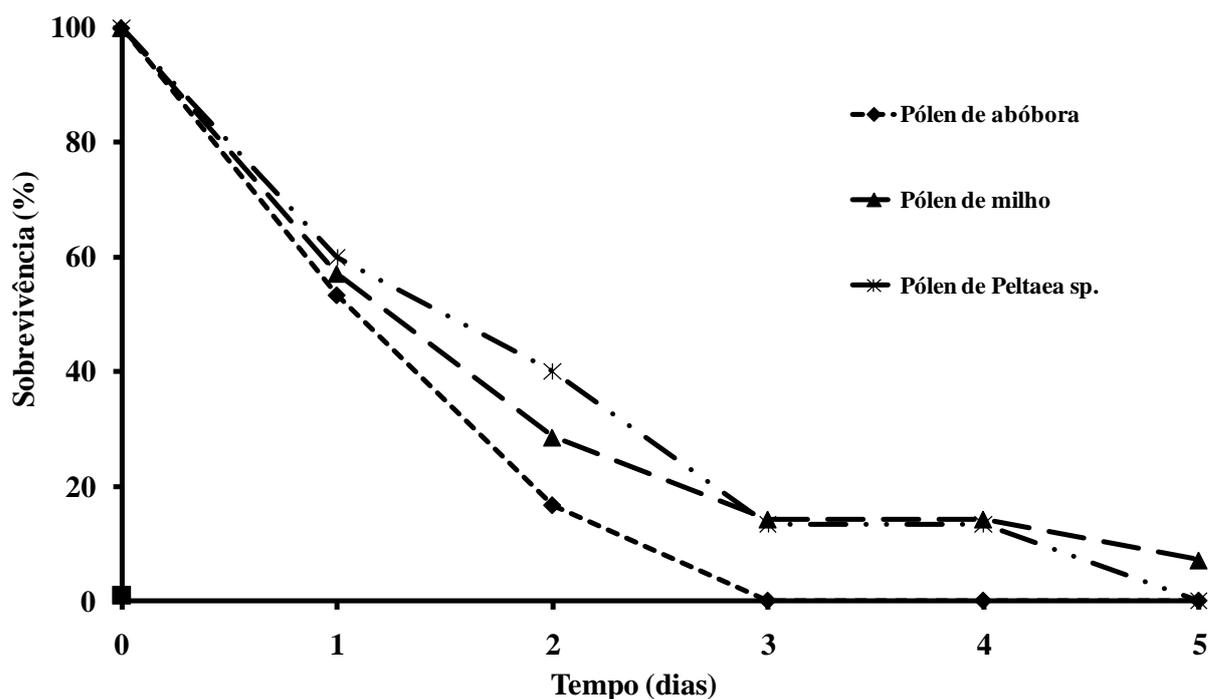


Figura 4: Taxa de sobrevivência (%) do predador *E. concordis* em cinco dias alimentado com diferentes os três tipos de pólen abóbora, milho, *Peltaea sp.*

DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados indicam que os predadores possuem melhor adaptação ao pólen de milho e *Peltaea sp.*, com os quais apresentaram maior sobrevivência. Dos dois predadores testados, *I. zuluagai* respondeu melhor ao pólen de milho do que *E. concordis*, apresentando maior taxa de sobrevivência. O pólen de abóbora não se mostrou um alimento adequado para os predadores, resultando na morte de 100% dos indivíduos em três dias tanto para *I. zuluagai* quanto para *E. concordis*. A sobrevivência em *Peltaea sp.* foi intermediária para *I. zuluagai*, sendo sempre maior que a sobrevivência em pólen de abóbora para os dois predadores. O pólen de *Peltaea sp.* mesmo não conferindo uma maior sobrevivência do que milho, manteve indivíduos vivos durante 4 dias de experimento para os dois predadores.

O pólen de um modo geral é um importante recurso para *I. zuluagai* e *E. concordis*, pois ambos são considerados predadores generalistas ou onívoros (McMurtry & Croft, 1997). A presença desse recurso é responsável para manutenção de suas populações em campo e pode favorecer o controle biológico de pragas (McMurtry, 1992; van Maanen, 2010).

Em plantios em casa de vegetação, a inserção de pólen para predadores onívoros resultou no aumento das populações e na redução dos herbívoros, (van Rijn et al., 2002). Em pomares de abacate a presença de pólen pode beneficiar os predadores no controle de ácaros praga (González-Fernández et al., 2009). Predadores fitoseídeos podem também ser favorecidos por alimento alternativo no controle de *Bemisia tabaci* (Nomikou et al., 2010). Esse alimento alternativo pode ser oferecido, através do consórcio com plantas provedoras de alimento ou pela adição direta na cultura (Altieri, 1999; van Maanen et al., 2010).

Segundo Overmeerr (1985), o termo alimento alternativo é em geral aplicado quando o predador é capaz de sobreviver e reproduzir nessa dieta. Caso isso não ocorra, tal fonte de alimento é considerada apenas uma fonte suplementar. Pois o alimento alternativo deve também ser capaz de manter o predador na ausência do alimento essencial. Os pólenes de milho e *Peltaea* sp. são os mais promissores como fonte de alimento suplementar, no entanto como alimento alternativo não se mostram capazes de manter *I. zuluagai* e *E. concordis* por longos períodos.

O desempenho encontrado para os predadores em pólen de milho indica que o uso desse recurso é viável como fonte suplementar ao alimento essencial. Os dados de oviposição aqui obtidos são inferiores aos encontrados na literatura para *I. zuluagai* quando alimentado com pólen de mamona (Reis et al., 1998). Esse predador teve taxa de oviposição com uma média de 0,74 ovos/ fêmea /dia (Reis et al., 1998). O pólen de mamona é considerado um alimento importante para criação de ácaros predadores, conferindo alta taxa de oviposição e sobrevivência superior a 40 dias (Reis et al., 1998; Reis e Haddad, 1997). Adicionalmente, quando juntamente ao pólen de mamona foi oferecida solução de mel a 10%, a média de ovos depositados por dia foi duas vezes maior (Yamamoto e Gravena, 1996) do que a encontrada por Reis et al. (1998). Isso sugere que o néctar pode ser mais um suplemento à dieta desse predador.

Quanto à sobrevivência, todas as espécies de pólen testadas foram responsáveis por um declínio acentuado na sobrevivência dos predadores *I. zuluagai* e *E. concordis*. Todavia o pólen de milho na alimentação de *I. zuluagai* resulta em melhor sobrevivência em relação aos demais pólenes testados, é a espécie de pólen mais promissora para compor a dieta desse predador. Na literatura, a sobrevivência do mesmo predador em pólen de mamona não apresenta uma queda acentuada na sobrevivência durante os cinco dias de experimento. O tempo necessário para haver mortalidade de 100% dos indivíduos de *I. zuluagai* é alcançado em cerca de 47 dias quando alimentado em pólen de mamona (Reis e Haddad, 1997; Reis et

al., 1998). Dessa forma, não é aconselhável o uso de pólen de milho como único recurso para manutenção de criações massais, mas esse recurso pode ser explorado para elaboração de dietas com outros tipos de alimento.

O pólen de milho pode ser considerado um importante alimento suplementar para o desenvolvimento de *I. zuluagai*. Ainda que esse predador tenha apresentado taxa de oviposição em pólen de milho inferior do que quando alimentado com as presas *T. bastosi* e *P. latus* (Sarmiento et al., 2010) cerca de um ovo por dia (Sarmiento et al., 2010), esse alimento pode juntamente com as presas favorecer um aumento na reprodução desse predador.

Para *E. concordis*, a média de ovos por dia encontrada em pólen de milho também foi inferior à taxa de oviposição quando alimentado com *T. bastosi* e *P. latus* (Sarmiento et al., 2010). Também foi inferior quando alimentado com pólen de *Typha angustifolia* L. com que apresentou cerca de um ovo/fêmea/dia (Ferla e De Moraes, 2005). Ainda assim, o pólen de milho é capaz de manter *E. concordis* ovipositando durante 3 dias mesmo na ausência de uma presa ideal. Tal fato é importante, pois a ausência de alimento é prejudicial para fêmeas de ácaros predadores, resultando em prejuízos para variáveis biológicas como sobrevivência e fecundidade (Oliveira et al., 2007). No caso de *Phytoseiulus macropilis* Banks (Acari: Phytoseiidae) apenas três dias de privação de alimento foram suficientes para reduzir drasticamente a sobrevivência das fêmeas (Oliveira et al., 2007).

A condição de umidade em que os experimentos foram realizados pode ter prejudicado a qualidade do pólen. Os polens foram encontrados em campo na estação seca onde a umidade relativa é geralmente inferior ou igual a 20%, nos experimentos o pólen foi oferecido para os predadores com umidade de 70%.

As taxas de oviposição de *E. concordis* e *I. zuluagai* alimentados com pólen de *Peltaea* sp. são inferiores quando comparadas ao pólen de mamona na literatura. Ainda assim, esse alimento proporcionou uma sobrevivência bem próxima ao pólen de milho para os dois predadores. Além disso, a sobrevivência em pólen de *Peltaea* sp. foi maior do que em pólen de abóbora para os dois predadores testados. Mesmo que o pólen dessa espécie não seja ideal para desenvolvimento desses predadores, *Peltaea* sp. pode contribuir para a manutenção dos predadores em campo por alguns dias em situação de escassez de dieta mais adequada.

Adicionalmente, a presença de vegetação forrageira intercalada em cultivos é importante para prover ambientes de refúgio e com alimento para organismos benéficos, tais como predadores, em agroecossistemas (Altieri, 1999, Duso et al., 2004). *Peltaea* sp. é uma planta pertencente a família Malvaceae, possui ampla distribuição no Brasil Meridional

(Barth, 1975). Esta planta pode se enquadrar nesse sistema como um planta espontânea, que em associação com o pinhão-manso, é capaz de prover recurso alimentar para manutenção dos predadores *I. zuluagai* e *E. concordis*. Além disso, é possível que desempenhe um papel na dispersão dos ácaros predadores. Já que estes além de se dispersarem com o vento e com a relação forética com outras espécies (Helle e Sabelis, 1985), também podem se dispersar por dinâmica de meta-populações (Zemek e Nachman, 1998). Desse modo, plantas de geração espontânea como *Peltaea* sp. podem ter um papel importante provendo alimento alternativo e facilitando a dispersão. Entretanto, estudos adicionais são necessários para avaliar a resposta dos predadores em campo com intuito de determinar como os predadores podem acessar o alimento e elucidar mecanismos de como ocorre a dispersão dessas espécies.

Quando alimentados com pólen de abóbora, a oviposição e sobrevivência dos predadores *E. concordis* e *I. zuluagai* foram baixas em comparação com as outras espécies de pólen. Uma possível explicação pode está relacionada ao tamanho do grão de pólen. Em laboratório foi observado que o pólen de abóbora é consideravelmente maior do que os de milho e *Peltaea* sp., o que pode dificultar o manuseio e ingestão pelos predadores. Os grãos de pólen de *Peltaea* sp. também são considerados grandes em relação ao pólen de outros gêneros da família Malvaceae e possuem espinhos longos na superfície externa (Barth, 1975), o que pode também dificultar alimentação dos predadores. Além disso, grãos de pólen geralmente possuem uma parede externa resistente (exina) que tem função de proteção (Overmeer, 1985). Isso pode prejudicar a alimentação tanto pela barreira física quanto pela presença de compostos químicos (Overmeer, 1985).

Por fim, conclui-se que o pólen de milho é uma importante fonte de alimento suplementar para a dieta dos predadores *I. zuluagai* e *E. concordis*. O milho pode ser uma opção viável para o cultivo em consórcio com o pinhão-manso, por possuir resultados positivos na sobrevivência de *I. zuluagai*, além de ser uma cultura difundida entre pequenos produtores e assentados. *Peltaea* sp. é importante para manutenção dos predadores durante quatro dias, podendo ser promissora como planta forrageira em cultivos de pinhão-manso.

No estado do Tocantins, o pinhão-manso vem sendo cultivado juntamente com abóbora, milho, além da presença de plantas espontâneas como a *Peltaea* sp, dentro da agricultura familiar. Nesse sistema diversificado, perspectivas positivas para o controle natural dos ácaros praga estão presentes. Outras espécies de plantas também devem ser testadas futuramente, a fim de acessar o pontencial para prover pólen como alimento alternativo para os predadores em pinhão-manso e ser inserida no sistema de cultivo.

Também, deve ser elucidado o potencial das plantas consorciadas para melhorar estratégias de controle biológico e a capacidade de dispersão dos predadores.

LITERATURA CITADA

Altieri, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.74, p.19–31, 1999.

Andow, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, v.36, p.561-586, 1991.

Barth, O.M. Catálogo Sistemático dos polens de plantas arbóreas do Brasil Meridional - XVIII - Malvaceae. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. v.73, n.1 e 2, 1975.

Bellini, M.R.; Moraes, G.J.; Feres, J.F. Plantas de ocorrência espontânea como substratos alternativos para fitoseídeos (Acari, Phytoseiidae) em cultivos de seringueira *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.22, n.1, p.35-42, 2005.

Demite, P.R.; Feres, R.J.F. Influência de vegetação vizinha na distribuição de ácaros em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. *Neotropical Entomology*, v.34, p.829-836, 2005.

Duso, C., Malagnini, V., Paganelli, A., Aldegheri, L., Bottini, M., Otto, S. Pollen availability and abundance of predatory phytoseiid mites on natural and secondary hedgerows. *BioControl*, v.49, p.397-415, 2004.

Ferla, N.J.; Moraes, G.J. 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*, v.20, n.1, p.153-155, 2003.

Gerson, U. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental and Applied Acarology*, v.13, p.163-178, 1992.

González-Fernandez, J.J.; Peña, F.; Hormaza, J.I.; Boyero, J.R.; Vela, J.M.; Wong, E.; Trigo, M.M.; Montserrat, M. Alternative food improves the combined effect of an omnivore and predator on biological pest control. A case study in avocado orchards. *Bulletin of Entomological Research*, v.99, p. 433-444, 2009.

Helle, W.; Sabelis, M.W. Spider mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1985. 405p.

Kishimoto, H. A new technique for efficient rearing of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae). *Applied Entomology and Zoology*, v.40, n.1, p.77–81, 2005.

Landis, D.A.; Wratten, S.D.; Gurr, G.M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, v.45, p.175-201, 2000.

Lopes, E.N. Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*). 2009. 80p. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

McMurtry, J. A.; Croft, B. A. Life styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, v.42, p.291-321, 1997.

McMurtry, J.A. Dynamics and potential impact of ‘generalist’ phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species. *Experimental and Applied Acarology*, v.14, n. 3-4, p.371-382, 1992.

McMurtry, J.A.; Scriven, G.T. Insectary production of phytoseiid mites. *Journal of Economic Entomology*, v.58, p.282-284, 1965.

Moraes, G.J; Flechtmann, H.W. Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 128p.

Moraes, G.J.; Alencar, J.A.; Lima, J.L.S.; Yaninek, J.S.; Delalibera JR, I. Alternative plant habitats for common phytoseiid predators of the cassava green mite (Acari: Phytoseiidae, Tetranychicae) in northeast of Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, v. 17, p.77-90. 1993.

Nomikou, M.; Janssen, A.; Shraag, R.; Sabelis, M.W. Phytoseiid predators as pontencial biological control agentes for *Bemisia tabaci*. *Experimental and Applied Acarology*, v.25, p.271-291, 2001.

Nomikou, M.; Janssen, A.; Shraag, R.; Sabelis, M.W. Phytoseiid predators supress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Experimental and Applied Acarology*, v.27, p.57-68, 2002.

Nomikou, M.; Sabelis, M.W.; Janssen, A. Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *BioControl*, v.27, p.253-260, 2010.

Oliveira, H.; Duarte, V.; Rezende, D.; Fadini, M.A.M.; Pallini, A. Períodos de ausência de presas e estabilidade do controle biológico do ácaro-rajado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.8, p.1207-1209, 2007.

Overmeer, W.P.J. Alternative prey and other food resources. In: Helle, W.; Sabelis, M.W. (Ed.). Spider mites: their biology, natural enemies and control. Elsevier: Amsterdam, 1985, p.131–137.

Reis, P.R.; Alves, E.B. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, v.26, n.3, p.565-568, 1997.

Reis, P.R.; Chiavegato, L.G.; Alves, E.B. Biologia de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, v.27, n.2, p.185-191, 1998.

Reis, P.R.; Haddad, M.L. Distribuição de Weibull como modelo de sobrevivência de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiida). *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, v.26, n.3, p.441-444, 1997.

Rodrigues, D.M. Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no estado do Tocantins GURUPI. 2010. 58p. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Tocantins, Gurupi.

Sabelis, M. W.; Bakker, F. M. How predatory mites cope with the web of their tetranychid prey: a functional view on dorsal chaetotaxy in the phytoseiidae. *Experimental and Applied Acarology*, v. 16, p.203-225, 1992.

Sarmento, R. A.; Rodrigues, D.M.; Faraji, F.; Erasmo, E.A.L.; Lemos, F.; Teodoro, A.V.; Kikuchi, W.T.; Santos, G.R.; Pallini, A. Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, p. 1-12. 2010.

Van Maanen, R.; Vila, E.; Sabelis, M.W.; Janssen, A. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. *Experimental and Applied Acarology*, v.52, p.29-34, 2010.

Van Rijn, P. C. J.; Van Houten, Y. M.; Sabelis, M. W. How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology*, v.83, p.2664-2679, 2002.

Venzon, M.; Lemos, F.; Sarmento, R.A.; Rosado, M.C. Predação por coccinelídeos e crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.9, p.1086-1091, 2009.

Vieira, M.; Chiavegato, L.G. Biologia de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) em algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, p.1437-1442, 1998.

Walde, S.J.; Nyrop, J.P.; Hardman, J.M. Dynamics of *Panonychus ulmi* and *Typhlodromus pyri* factors contributing to persistence. *Experimental and Applied Acarology*, v.14, n.3-4, p.261-291, 1992.

Yamamoto, P.T.; Gravena, S. Influência de temperatura e fontes de alimento no desenvolvimento e oviposicao de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma (Acari: Phytoseiidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.25, p.109-115, 1996.

Zannou, I.D.; Hanna, R.; Moraes, G.J.; Kreitter, S.; Phiri, G.; Jone, A. Mites of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) habitats in southern Africa. *International Journal of Acarology*, v.37, n.2, p.149-164, 2005.

Zemek, R.; Nachman, G. Interactions in a tritrophic acarine predator–prey metapopulation system: effects of *Tetranychus urticae* on the dispersal rates of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, v. 22, p. 259-278, 1998.

CONCLUSÕES GERAIS

- A dieta mista com as duas espécies não resultou em incrementos na oviposição dos predadores *I. zuluagai* e *E. concordis*, mas sugere que a combinação de presas diferentes tem um potencial para o aumento da reprodução.
- Ambos predadores apresentam maior adaptação a alimentação em *P. latus*. Quando adultos de *T. bastosi* estão presentes na dieta dos predadores *I. zuluagai* e *E. concordis* a predação e oviposição é comprometida pela presença de teia.
- A combinação de estádios de uma presa na dieta dos predadores não resulta em incrementos para reprodução. Fato observado em *E. concordis* quando alimentado com a mistura dos estádios de *T. bastosi*.
- A dieta mista contendo a combinação de duas presas é simples, mas pode ser reforçada por outros itens, como pólen e desse modo os efeitos esperados como incrementos na reprodução podem ser acentuados pela maior diversidade de itens constituintes na dieta.
- O pólen de milho é uma fonte de alimento suplementar para a dieta dos predadores *I. zuluagai* e *E. concordis*. O consórcio de milho com o pinhão-manso pode ser uma opção viável para o controle biológico, já que o pólen confere resultados positivos na sobrevivência de *I. zuluagai*,