

TACIANA KEILA DOS ANJOS RAMALHO

POTENCIAL DE ÁCAROS PREDADORES PARA O CONTROLE DE *Tetranychus ludeni*  
ZACHER EM ALGODOEIRO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

ORIENTADOR: Profa. Dra. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira

Serra Talhada-PE

2015

### Ficha catalográfica

R165p Ramalho, Taciana Keila dos Anjos

Potencial de ácaros predadores para o controle de *Tetranychus ludeni zacher* em algodoeiro / Taciana Keila dos Anjos Ramalho. – Serra Talhada : O autor, 2015.

52 f.: il.

Orientador: Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira.

Coorientador: Carlos Romero Ferreira de Oliveira.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2015.

Inclui Referências.

1. Controle Biológico. 2. Algodoeiro. 3. Ácaro de Plantas. 4. *Phytoseiidae* I. Oliveira, Cláudia Helena Cysneiros Matos de , orientador. II. Oliveira, Carlos Romero Ferreira de, coorientador. III. Título.

CDD 631

TACIANA KEILA DOS ANJOS RAMALHO

POTENCIAL DE ÁCAROS PREDADORES PARA O CONTROLE DE *Tetranychus ludeni*  
ZACHER EM ALGODOEIRO

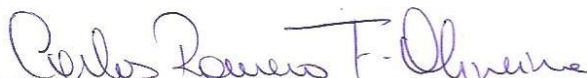
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADA: 10 de março de 2015

Banca Examinadora



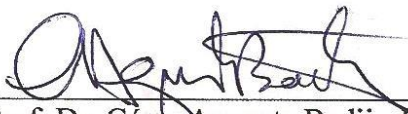
Prof. Dra. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira - UAST/UFRPE  
Orientadora



Prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira - UAST/UFRPE  
Co-orientador, Examinador Interno



Prof. Dr. André Laurênio de Melo - UAST/UFRPE  
Examinador Externo



Prof. Dr. César Auguste Badji - UAG/UFRPE  
Examinador Externo

Aos meus pais Lúcia e Paulo e ao meu avô  
Bernardo com todo amor,

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), pela infraestrutura concedida para realização da pesquisa.

Ao programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFRPE/UAST, pela oportunidade de realização do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de estudo.

À Embrapa Algodão (Campina Grande - PB), pelo fornecimento das sementes de algodoeiro, imprescindíveis para realização da pesquisa.

À Professora Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira, pela orientação, incentivo, amizade, por todos os anos de convívio e ensinamentos, não apenas na vida acadêmica, por todas as críticas construtivas que ajudaram no meu crescimento e formação científica. Sendo o exemplo de profissional, o qual terei sempre como referência.

Ao Professor e Co-orientador Carlos Romero Ferreira de Oliveira, pela disponibilidade e apoio para realização deste e de tantos outros trabalhos, por todos os ensinamentos a mim dedicados.

Aos Professores André Luiz Matioli, José Vargas de Oliveira e Manoel Guedes Corrêa Gondim Júnior pelo auxílio na identificação dos ácaros.

Aos professores Thieres George Freire da Silva e Rodrigo Silva por todo o suporte estatístico com os dados desta dissertação.

A todos os professores da Pós-Graduação em Produção Vegetal por nos repassarem seus conhecimentos com todo desprendimento e dedicação, visando a nossa melhor formação.

Aos colegas e amigos que fiz durante estes dois anos, aos alunos da turma 2012 e 2013. Um futuro brilhante espera por vocês!

À minha família, meus pais, Paulo Roberto Ramalho de Lima e Lúcia Maria dos Anjos Ramalho, por sempre se preocuparem com o meu bem-estar, pelo amor e dedicação. Irmãs: Luciana Paula dos Anjos Ramalho e Juliana Karla dos Anjos Ramalho, por todo carinho, ajuda em todos os momentos, sempre atenciosas. Tudo sempre será para vocês e por vocês!

Ao meu companheiro, Sérgio Luiz da Silva Muniz, por todo amor, carinho, apoio, incentivo e compreensão nos momentos difíceis dessa jornada.

À Karina Mendes Pinheiro, pela amizade e convivência prazerosa durante estes últimos anos que se passaram. Assim como, as meninas Sueli Ferraz, Erislaine Barbosa (Morena) e Amanda Cavalcante que me abrigaram durante longos e agradáveis seis meses.

Aos colegas do Laboratório de Entomologia/Ecologia da UAST, por todos os momentos alegres partilhados ao longo de tantos anos. Em especial, à Yasmin Bezerra, Ibsen Lima Neto, Glaucyllândia Sampaio, Maria das Graças Rosa de Sá, pela amizade e pelas incontáveis horas de experimentos partilhados. A mais nova integrante do grupo de Acarologia, Jéssica Faria pela amizade e confiança mesmo em um curto tempo. Aos amigos egressos do laboratório e em breve doutores, Célia Ferraz e Felipe Siqueira, pelo incentivo de seguir em frente e conversas prazerosas mesmo com a distância. Enfim, ninguém consegue bons frutos plantando sozinho!

Aos funcionários da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, sempre prestativos e atenciosos aos nossos pedidos.

E a todos que de alguma forma participaram desta árdua caminhada, de muitos contratemplos, ao mesmo tempo instigante e satisfatória, meus sinceros agradecimentos!

## RESUMO GERAL

Diversas espécies de artrópodes podem ocasionar redução significativa na colheita do algodoeiro, além de afetar outros atributos, como a qualidade da fibra e a viabilidade das sementes. Dentre elas está o ácaro-vermelho *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae), que ocorre em plantios de algodoeiro da região semiárida de Pernambuco, com maior frequência do que outras espécies consideradas pragas secundárias para a cultura. O principal método de controle de artrópodes que acometem o algodoeiro é a utilização de produtos sintéticos, cuja utilização tem gerado consequências indesejáveis, como o desenvolvimento de resistência de algumas espécies aos produtos utilizados e morte dos inimigos naturais. Levando em consideração esta problemática, pesquisas vêm sendo desenvolvidas visando o manejo integrado de pragas, com ações conjuntas para o controle dos herbívoros, de maneira a manter a população da praga abaixo do nível do dano econômico. Nesse sentido, o presente estudo teve objetivo de avaliar o potencial de ácaros predadores no controle de ácaro-praga *Tetranychus ludeni* na cultura algodoeira da região semiárida do Brasil. No Capítulo 1 foi avaliada a preferência do ácaro fitófago *T. ludeni* sobre variedades de algodoeiro com diferentes densidades de tricomas. O ácaro apresentou preferência por estadia e oviposição nas variedades BRS 201 e BRS Safira, as quais possuem as maiores densidade de tricomas, dentre as variedades testadas. Portanto, as maiores densidades de tricomas foram preferidas *T. ludeni*, demonstrando que a pubescência foliar não ocasionou efeito neste herbívoro. Possíveis causas são discutidas em resposta à relação planta-herbívoro encontrada. Com base na preferência de *T. ludeni* entre as variedades de algodoeiro, no capítulo 2 foi avaliada a resposta funcional e numérica dos ácaros predadores *Euseius concordis* e *Neoseiulus idaeus* sobre duas fases (ovos e adultos) de *T. ludeni* na variedade de algodoeiro BRS 201. Os experimentos foram realizados em laboratório com fêmeas adultas de cada predador, individualizadas em arenas de folha de algodoeiro com 10 cm ( $\emptyset$ ). Foram oferecidas, separadamente, duas fases de *T. ludeni* como presa (ovos ou adultos) nas seguintes densidades: 05, 15, 25 (5 repetições) 50,75 e 100 (3 repetições), com reposição das presas mortas a cada avaliação. A cada 24 horas avaliou-se o número de presas mortas e de ovos postos pelos predadores, durante sete dias. Observou-se que para ambos os predadores a resposta funcional foi do tipo II, com maior consumo de ovos de *T. ludeni* do que de adultos. Ao analisar o tempo de manipulação ( $T_h$ ) e taxa de ataque ( $a$ ) de ovos e adultos de *T. ludeni* pelos dois predadores testados, observou-se que a maior taxa de ataque ocorreu em ovos deste fitófago. Além disso, o tempo de manipulação da presa apresentou-se inversamente

proporcional a taxa de ataque e ambos os predadores gastaram maior tempo manipulando a presa adulta. A resposta numérica de *E. concordis* apresentou maior sucesso reprodutivo nas densidades de cinco a 50 adultos de *T. ludeni*, enquanto para *N. idaeus* ocorreu na densidade de 25 adultos. As respostas funcional e numérica se encontram associadas, uma vez que ambas são influenciadas pela disponibilidade de presas e se complementam no que se refere à avaliação do potencial de um agente de controle biológico de pragas. Assim, os resultados obtidos no presente estudo demonstram que os predadores *E. concordis* e *N. idaeus* têm potencial para o controle de *T. ludeni* em diferentes densidades no algodoeiro. Vale salientar, entretanto, que é importante a continuidade dos estudos no sentido de avaliar a interação desses organismos com outros métodos de controle utilizados na cultura, de maneira a otimizar sua utilização em programas de manejo de pragas.

**Palavras-chave:** Tetranychidae, preferência alimentar, algodoeiro, resposta funcional e numérica, Phytoseiidae.



## GENERAL ABSTRACT

Diverse species of arthropods can cause significant reduction in cotton harvest, and also affect other attributes such as fibre quality and seed feasibility. Among them is the red-spider-mite *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae), which has been occurring in cotton plantations of the semiarid region of Pernambuco, more frequently than other secondary pests for the culture. The main method of mite control and other organisms that attack cotton plants is the use of synthetic acaricides, which has generated undesirable consequences such as the development of resistance of some species to the products, death of natural enemies, among others. Taking this problem into consideration, research is being developed aimed at integrated pest management with joint actions for the control of herbivores, in order to keep the pest population below the economic damage level. In this sense, this study evaluated the potential of predatory mites in the control of mite-pest *Tetranychus ludeni* in cotton crop in the semiarid region of Brazil. Chapter 1 evaluated the preference of phytophagous mite *T. ludeni* on cotton crop varieties with different trichomes densities. The mite presented preference for stay and oviposition in the varieties BRS 201 and BRS Safira, which have the highest densities of trichomes, among the varieties tested. Therefore, the highest densities of trichomes were preferred by *T. ludeni*, demonstrating that the leaf pubescence did not have any effect on the herbivore. Possible causes are being discussed in response to the relationship found between plants and herbivore. Based on *T. ludeni*'s preference among the cotton plant varieties, chapter 2 evaluated the functional and numerical responses of the predatory mites *Euseius concordis* and *Neoseiulus idaeus* on two phases (eggs and adults) of *T. ludeni* in the variety of cotton plant BRS 201. The experiments were conducted in a laboratory with adult females of each predator, individualized in arenas of cotton leaf of 10 cm (Ø). Two phases of *T. ludeni* as prey (eggs and adults) were offered, separately, on the following densities: 05, 15, 25 (5 repetitions) 50, 75 and 100 (3 repetitions), with replacement of dead preys at each evaluation. Every 24 hours, the number of dead prey and eggs laid by the predators was evaluated during seven days. It was observed that for both predators, the functional response was type II, with greater consumption of *T. ludeni* eggs than adults. When analysing the manipulation time ( $T_h$ ) and attack rate ( $a$ ) of *T. ludeni* eggs and adults by the two predators, the highest attack rate occurred in eggs of this phytophagous. Furthermore, the manipulation time of the prey was inversely proportional to the attack rate and both predators spent more time manipulating adult individuals. The numerical response of *E. concordis* presented higher reproductive success at densities of five to 50 *T. ludeni* adults, while for *N. idaeus*, occurred at

density of 25 adults. The functional and numerical responses are associated, since both are influenced by the availability of prey and contemplate with regard to the potential evaluation of a biological pest control agent. Thus, the results found indicate that the predators *E. concordis* and *N. idaeus* have potential to control *T. ludeni* in different densities of cotton plant. However, it is worth pointing out that further studies are important to assess the interaction of these organisms with other control methods used in the culture, in order to optimize its use in pest management programs.

**Key-words:** Tetranychidae; food preference; cotton plant; functional and numerical responses; Phytoseiidae.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1- Preferência para oviposição do ácaro *Tetranychus ludeni* sobre variedades de algodoeiro *Gossypium hirsutum* com diferentes densidades de tricomas, em experimento com chance de escolha conduzido em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase) por um período de 48 horas. Baseado na análise de variância com medidas repetidas verificou-se que houve efeito significativo da interação tempo\*oviposição\*variedade (Wilks' Lambda = 0,72438748; F = 2,11; dfnumerador = 9;dfdenominador = 134,01; P < 0,0328)..... 26
- Figura 2- Sobrevivência de fêmeas adultas de *Tetranychus ludeni* em variedades de algodoeiro *Gossypium hirsutum* com diferentes densidades de tricomas, em experimento sem chance de escolha conduzido em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase) por um período de 48 horas..... 27
- Figura 3- Oviposição de *Tetranychus ludeni* em variedades de algodoeiro *Gossypium hirsutum* com diferentes densidades de tricomas, em teste sem chance de escolha conduzido em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase) por um período de 48 horas. Baseado na análise de variância com medidas repetidas verificou-se que houve efeito significativo da interação tempo\*oviposição\*variedade (Wilks' Lambda = 0,09788565; F = 6,08; dfnumerador = 9;dfdenominador = 34,223; P < 0,0001)..... 27

## CAPÍTULO 2

- Figura 1- Resposta funcional de fêmeas adultas de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) quando oferecidos ovos ou adultos de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae), em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase). Os pontos no gráfico mostram o número médio de indivíduos consumidos em cada densidade inicial de presas disponíveis..... 40
- Figura 2 - Resposta funcional de fêmeas adultas de *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) quando oferecidos ovos ou adultos de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae), em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase). Os pontos no gráfico mostram o número médio de indivíduos consumidos em cada densidade inicial de presas disponíveis..... 41
- Figura 3 - Proporção média de fêmeas adultas de *Tetranychus ludeni* consumidas por *Euseius concordis* ( $F=11.5233$ ;  $P=0.0391$ ) e a taxa de redução de presas consumidas em função da densidade inicial, em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase)..... 43
- Figura 4 - Proporção média de ovos de *Tetranychus ludeni* consumidos por *Euseius concordis* ( $F=25,2033$ ;  $P=0,0074$ ) e a taxa de redução de presas consumidas em função da densidade inicial, em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase)..... 43
- Figura 5 - Proporção média de adultos de *Tetranychus ludeni* consumidos por *Neoseiulus idaeus* ( $F=8,8536$ ;  $P=0,0551$ ) e a taxa de redução de presas consumidas em função da densidade inicial..... 44
- Figura 6 - Proporção média de ovos de *Tetranychus ludeni* consumidos por *Neoseiulus idaeus* ( $F= 1147,1032$ ;  $P= 0,0009$ ) e a taxa de redução de presas consumidas em função da densidade inicial, em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase)..... 45

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

- Tabela 1- Número médio de fêmeas de *Tetranychus ludeni* em variedades de algodoeiro *Gossypium hirsutum* com diferentes densidades de tricomas, em experimento com chance de escolha conduzido em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase) por um período de 48 horas..... 25

### CAPÍTULO 2

- Tabela 1- Média ( $\pm$  erro-padrão) dos valores da taxa de ataque e tempo de manipulação de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) se alimentando dos estágios de ovo ou adulto de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae) em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase)..... 41
- Tabela 2- Média ( $\pm$  erro-padrão) dos valores da taxa de ataque e tempo de manipulação de *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) se alimentando dos estágios de ovo ou adulto de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae) em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase)..... 42
- Tabela 3- Resposta numérica de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) alimentado com diferentes densidades de ovos e adultos de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae), em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase)..... 43
- Tabela 4- Resposta numérica de *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) alimentado com diferentes densidades de ovos e adultos de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae), em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase)..... 43

## SUMÁRIO

1- APRESENTAÇÃO.....	16
2- REFERÊNCIAS.....	18

<b>CAPÍTULO 1- A DENSIDADE DE TRICOMAS INFLUENCIA A PREFERÊNCIA DE <i>Tetranychus ludeni</i> (ZACHER) ENTRE DIFERENTES VARIEDADES DE ALGODOEIRO?.....</b>	<b>21</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>21</b>
<b>1- INTRODUÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>2- MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
<b>3- RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4- DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>5- REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

<b>CAPÍTULO 2- RESPOSTA FUNCIONAL E NUMÉRICA DE <i>Neosieulus idaeus</i> (CHANT) E <i>Euseius concordis</i> DENMARK &amp; MUMA (ACARI: PHYTOSEIIDAE) SOBRE <i>Tetranychus ludeni</i> ZACHER (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM ALGODOEIRO.....</b>	<b>34</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>34</b>
<b>1- INTRODUÇÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>2- MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>37</b>
<b>3- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>4- REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1- APRESENTAÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma dicotiledônea pertencente à família Malvaceae e uma das culturas que apresentam grande importância na economia do Brasil e do mundo, devido à versatilidade da sua produção, sendo a principal matéria-prima para a indústria têxtil, através das suas características e utilidades da sua fibra, produção de óleo e subprodutos (BELTRÃO et al., 2010).

O cultivo do algodão herbáceo é uma importante prática no semiárido do Nordeste do Brasil, representa um dos sustentáculos da economia local, sendo muito importante para determinar a ocupação no meio rural e para a distribuição de renda. No entanto, há alguns anos ocorreu nessa região forte declínio na área plantada, devido a diversos fatores de ordem político-administrativa, com consequências na produção da cultura (BELTRÃO et al., 2010).

Atualmente, este cenário vem sendo aos poucos revertido, através de forças conjuntas, entre estas, elaboração de planos de manejo eficientes, surgimentos de novas cultivares precoces, mais produtivas, lançamento de cultivares coloridas e surgimento de novos mercados consumidores (BELTRÃO et al., 2010).

Porém, ainda um dos entraves para o crescimento desta cultura continua sendo o ataque por pragas (insetos e ácaros), que podem atacar diversas partes da planta como raízes, caules, folhas, botões florais, maçãs e capulhos, constituindo-se como fator limitante para a produção (PEREIRA et al., 2006). Isso tem ocasionado baixa na qualidade das fibras e sementes, prejudicando sobremaneira a comercialização.

O ataque de pragas ao algodoeiro é marcado pela ocorrência de diversos artrópodes de importância econômica, dentre os quais estão, o ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Koch), o ácaro vermelho *Tetranychus ludeni* (Zacher) (Acari: Tetranychidae) e o ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), que provocam perfurações na face abaxial das folhas e diminuem a taxa fotossintética da planta (MORAES & FLECHTMANN, 2008; SANTOS, 2007).

O controle destes ácaros é realizado principalmente com o uso de agrotóxicos que, na maioria das vezes, é feito de maneira indiscriminada e abusiva, provocando, em alguns casos, a ressurgência de organismos (MARTINEZ-VILLAR et al. 2005, SATO et al. 2007), rápido desenvolvimento de resistência dos ácaros-praga (NICASTRO et al., 2010) e elevada mortalidade de inimigos naturais, principalmente de ácaros da família Phytoseiidae (SILVA et al., 2006; VERONEZ et al., 2012).

Atualmente, os principais ingredientes ativos utilizados para o controle de ácaros na cultura algodoeira são abamectina, bifentrina, clorfenapir, diafentiuron, enxofre, espiromesifeno, etoxazol, fenpropatrina, milbemectina e propargito (SUEKANE et al., 2011; AGROFIT, 2013). Entretanto, muitos destes princípios ativos não são seletivos, podendo afetar indistintamente artrópodes-alvo e seus inimigos naturais, sendo este fato comprovado por diversos estudos (FONSECA et al., 2008; SUEKANE et al., 2011; VERONEZ et al., 2012).

Embora o objetivo da utilização de produtos químicos seja uma forma de aumentar a produção, causando a morte rápida da praga, este tipo de método pode acarretar, além da morte de inimigos naturais, uma maior dispersão das espécies-pragas, podendo provocar alterações fisiológicas e nutricionais nas plantas. E ainda, exercer efeito repelente sobre os predadores, tornando-se, em longo prazo, uma estratégia muitas vezes inviável (SANTOS; BOIÇA-JÚNIOR, 2001; GALLO et al., 2002; MORAES; FLECHTMANN, 2008; ANDRADE, 2010).

Levando em consideração esses aspectos, atualmente pesquisas vêm sendo desenvolvidas visando o manejo integrado de pragas (MIP), ou seja, a utilização conjunta de práticas distintas de controle, de maneira a manter a população da praga abaixo do nível de dano econômico (CROCOMO, 1990). Nesse contexto, o controle químico se insere como uma das ferramentas do MIP, utilizado de forma associada a outros métodos, como a utilização de cultivares resistentes e o controle biológico (GALLO et al., 2002; MATOS et al., 2009; MAANEN et al., 2010; SCHMIDT, 2014).

O controle biológico compreende, segundo DeBach (1968) a atuação de predadores, parasitóides e patógenos na manutenção das densidades de outro organismo em um nível inferior ao que normalmente atingiria, sem a presença desses agentes de controle. Atualmente, o controle biológico assume importância cada vez maior em programas de manejo integrado de pragas (MIP), principalmente pelo fato de se estar vivenciando um momento em que se discute muito a produção integrada rumo a uma agricultura sustentável (PARRA et al., 2002).

Dentre os artrópodes predadores os ácaros da família Phytoseiidae se destacam com seus indivíduos, mundialmente conhecidos e utilizados em programas de controle biológico de ácaros fitófagos (MORAES, 2002; MORAES; FLECHTMANN, 2008). Esses organismos geralmente são encontrados associados a características foliares das plantas, como domácias e elevada pubescência (MATOS et al. 2006; MATOS et al. 2009; RAMALHO et al. 2014). No algodoeiro, entre os ácaros predadores encontrados no semiárido pernambucano estão *Euseius*



*citrifolius* Denmark & Muma, *Euseius concordis* (Chant), *Typhlodromalus aff. peregrinus* (Muma) e *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) (FERRAZ, 2013), os quais apresentam diferentes preferências alimentares, dentre elas ácaros fitófagos, sendo no entanto, pouco estudados para a região.

Assim, considerando a importância dos artrópodes predadores no controle de pragas agrícolas, é explícita a necessidade de estudos que busquem conhecer e avaliar o potencial dos inimigos naturais na regulação populacional de pragas que ocorrem na cultura algodoeira da região semiárida, para que possam ser traçados programas de manejo direcionados e eficientes em cada localidade, evitando maiores custos na inserção de novas espécies nos ecossistemas regionais, e trazendo alternativas viáveis aos agricultores.

Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial de ácaros predadores no controle de ácaro-praga *Tetranychus ludeni* na cultura algodoeira da região semiárida do Brasil. No Capítulo 1 foi avaliada a preferência do ácaro fitófago *T. ludeni* sobre variedades de algodoeiro com diferentes densidades de tricomas. Enquanto capítulo 2 foi averiguado a resposta funcional e numérica dos ácaros predadores *Euseius concordis* e *Neoseiulus idaeus* sobre duas fases (ovos e adultos) de *T. ludeni* na variedade de algodoeiro BRS 201.

## 2- REFERÊNCIAS

AGROFIT, **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2013. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 22 abr. 2013.

ANDRADE, L. H. **Efeitos de formulações de inseticidas botânicos e óleos essenciais sobre a biologia e comportamento de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodão**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 72p. 2010. (Tese Doutorado)

BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F.; SILVA, F. V. F.; ARAÚJO, W. P. 2010. O cultivo do algodão orgânico no semi-árido Brasileiro. **Revista Verde**, v.5, n.5, p.008-013.

CROCOMO, W. B. (Org.) **Manejo Integrado de Pragas**. Ed. UNESP / CETESB, São Paulo. 1990. 358 p.

FERRAZ, C. S. **Parâmetros biológicos e potencial de predação de *Euseius citrifolius* sobre *Tetranychus ludeni* em variedades de algodoeiro**. Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 78p. 2013. (Dissertação).

FONSECA, P. R. B. *et al.* Seletividade de inseticidas aos inimigos naturais ocorrentes sobre o solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 304-309, 2008.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S. & OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. FEALQ, Piracicaba, 920p. 2002.

MAANEN R. van; VILA, E.; SABELIS, M. W.; JANSSEN, A. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. **Experimental Applied Acarology**. v.52, p.29–34. 2010.

MARTINEZ-VILLAR, E.; F. J. SÁENZ-DE-CABESÓN, F. MORENO-GRIJALBA, V. MARCO; I. PÉREZMORENO. Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental Applied Acarology**. v.35, p.215-222. 2005.

MATOS, C. H. C.; PALLINI, A.; CHAVES, F. F.; SCHOEREDER, J. H.; JANSSEN, A. Do domatia mediate mutualistic interactions between coffee plants and predatory mites? **Entomology Experimental Applied**, v.118, p.185–192, 2006.

MATOS, C. H. C.; PALLINI, A.; VENZON, M.; FREITAS, R. C. P. de; REZENDE, D. D. M.; SCHOEREDER, J. H. Os tricomas de *Capsicum* spp. interferem nos aspectos biológicos do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae)? **Neotropical Entomology**. n.38, v.5, p.589-594, 2009.

MORAES, G. J. & FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos. 9: 107-110; 10: 209-221, 2008.

NICASTRO, R. L.; SATO, M. E.; SILVA, M. Z. da. Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. **Experimental and Applied Acarology**, v.50, p.231-241, 2010.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: MANOLE, 2002. 609p.

PERVEZ, A.; OMKAR. Functional responses of coccinellid predators: An illustration of a logistic approach. **Journal of Insect Science**, v.5, n.5, p.01-06. 2005.

PEREIRA, M. J. B.; ALBUQUERQUE, F. A.; BASTOS, C. S. Pragas do algodoeiro: identificação, biologia e sintomas de ataque. **Rev. bras. ol. fibros**. v.10, n.3, p.1073-1117, 2006.

RAMALHO, T. K. A.; MATOS, C. H. C.; MELO, A. L.; OLIVEIRA, C. R. F. MENEZES, T. G. C.; SILVA, J. K. L. Leaf domatia in montane forest and Caatinga in the semiarid of Pernambuco State: Morphology and ecological implications. **Acta Scientiarum Biological Science**, v.36, n.3, p.327-332. 2014.

SANTOS, T. M.; A. L. BOIÇA-JÚNIOR. Resistência de Genótipos de Algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) a *Alabama argillacea* (Hübner) Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**. v.30, n.2, p.297-303, 2001.

SANTOS, W. J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. 403-478, 2007.

SATO, M. E.; M. Z. SILVA, K. G. CANGANI; A. RAGA. Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. **Bragantia**. v.66, p.89-95. 2007.

SCHMIDT, R. A. Leaf structures affect predatory mites (Acari: Phytoseiidae) and biological control: a review. **Experimental and Applied Acarology**. v.62, p.1-17, 2014.

SILVA, F. R. da; VASCONCELOS, G. J. N. de; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; OLIVEIRA, J. V. de. Toxicidade de acaricidas para ovos e fêmeas adultas de *Euseius alatus* Deleon (Acari: Phytoseiidae). **Caatinga**, v.19, p.294-303, 2006.

SUEKANE, R.; DEGRANDE, P. E.; LIMA JÚNIOR, I. S.; KODAMA, C.; KODAMA, E. Seletividade de acaricidas aos predadores *Scymnus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae) e Araneae (Arachnida) em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob condições de campo. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, v.21, p.25-38. 2011.

VERONEZ, B.; SATO, M. E.; NICASTRO, R. L. Toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*. **Pesquisa agropecuária brasileira** v.47, n.4, p.511-518. 2012.

# CAPÍTULO 1 – A DENSIDADE DE TRICOMAS INFLUENCIA A PREFERÊNCIA DE *Tetranychus ludeni* (ZACHER) ENTRE DIFERENTES VARIEDADES DE ALGODOEIRO?

## RESUMO

As características morfológicas das plantas podem atuar de forma negativa sobre os herbívoros, limitando sua mobilidade, alimentação e desenvolvimento. Os tricomas totores exercem este papel, a depender de sua densidade e distribuição. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a preferência para estadia e oviposição do ácaro-praga *Tetranychus ludeni* Zacher em variedades de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. - Malvaceae) com diferentes densidades de tricomas. Os experimentos foram realizados nas variedades BRS Aroeira, BRS Verde, BRS Safira e BRS 201 que variam, em sentido crescente, no que se refere à densidade de tricomas totores em suas folhas. Quatro discos de folha (3,5 cm Ø), sendo um de cada variedade, foram dispostos em placas Gerbox contendo ágar a 1%, de maneira equidistante, interligados por um disco central de plástico. No centro da arena foram liberadas 20 fêmeas adultas de *T. ludeni* de maneira que pudessem escolher entre as variedades disponíveis. Observou-se que este ácaro apresentou preferência para estadia e oviposição nas variedades BRS 201 e BRS Safira, as quais possuem as maiores densidades de tricomas, demonstrando que essas estruturas não apresentam efeito deletério sobre este herbívoro. As possíveis causas dessa preferência são discutidas em resposta à relação planta-herbívoro encontrada.

**Palavras-chave:** preferência alimentar; *Gossypium hirsutum*; pubescência foliar; ácaro-vermelho-do-algodeiro.

## ABSTRACT

The morphological characteristics of plants can act negatively on herbivores, limiting their mobility, feeding and development. The trichomes play this role, depending on its density and distribution. In this sense, the objective of this study was to evaluate the preference of stay and oviposition of the mite-pest *Tetranychus ludeni* Zacher in varieties of cotton plant (*Gossypium hirsutum* L. - Malvaceae) with different densities of trichomes. The experiments were conducted in the varieties BRS Aroeira, BRS Verde, BRS Safira and BRS 201, which increasingly vary as regards to the density of the tector trichomes on their leaves. Four leaf discs (3.5 cm Ø), being one from each array, were prepared on Gerbox plates containing 1% agar, equispacedly, interconnected by a central plastic disk. In the center of the arena, 20 adult females of *T. ludeni* were released so that they could choose between the available varieties. It was observed that the mite presented preference for stay and oviposition in the varieties BRS 201 and BRS Safira, which have the highest densities of trichomes, demonstrating that these structures do not have a deleterious effect on this herbivore. The possible causes of this preference are discussed in response to the relationship found between plants and herbivore.

**Key-words:** food preference; *Gossypium hirsutum*; leaf pubescence; red-spider-mite.

## INTRODUÇÃO

As plantas se protegem dos herbívoros através de mecanismos de defesa constitutiva e induzida. A defesa constitutiva é aquela presente naturalmente nas plantas, representada por barreiras físicas ou químicas, independente da ação desses organismos, enquanto a defesa induzida só se torna ativa após a ação dos herbívoros sobre as mesmas (PRICE et al., 1980).

Dentre os mecanismos de defesa constitutiva, características morfológicas como tricomas, presença de depósitos cuticulares, disponibilidade de refúgios, maior espessura da epiderme, presença de domácias foliares, tipo de brácteas e folhas (CALHOUN et al., 1994; HARRIS et al., 1994; UNDERWOOD; RAUSHER, 2000) podem atuar de forma negativa sobre os herbívoros (READ e STOKES, 2006; PEIFFER et al., 2009; MATOS et al., 2009) e favorecer a estadia de inimigos naturais (AGRAWAL, 2000; WEBER et al. 2012; SCHMIDT, 2014). Essas estruturas variam de forma intra e interespecífica nas plantas, sendo capazes de determinar a ocorrência, abundância e diversidade de organismos que as habitam (PETTERS, 2002).

Os tricomas são apêndices epidérmicos presentes em diversas partes das plantas (METCALFE; CHALK, 1950; FAHN, 1990) e podem variar na sua dimensão, disposição e estrutura (simples ou ramificados), de acordo com a função que exercem na planta (MELO; SILVA FILHO, 2002; PETTERS, 2002; MATOS et al., 2009).

Os diferentes tipos estruturais das plantas afetam diretamente a preferência alimentar, a escolha por sítios de oviposição e a vulnerabilidade tanto dos herbívoros, quanto nos inimigos naturais (FORDYCE; AGRAWAL 2001; MISHALSKA, 2003). Os tricomas podem exercer este efeito, dificultando a mobilidade de herbívoros sobre a superfície foliar, de acordo com sua forma, tamanho e densidade (tricomas tectores) (MELO; SILVA FILHO, 2002; PETTERS, 2002; LILL et al., 2006; MATOS et al., 2011), ou ainda, podem disponibilizar refúgios aos inimigos naturais favorecendo a oviposição e estadia da prole, ou não interferir na ação desses organismos (MISHALSKA, 2003; STYRSKY et al. 2005; KRIMMEL; PEARSE, 2014).

No caso específico do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. Malvaceae) os tricomas são apêndices unicelulares, sem glândulas (tricomas tectores), simples ou estrelados (BONDADA; OOSTERHUIS, 2000). Segundo Metcalfe e Chalk (1950) tricomas estrelados são comuns de Malvaceae e podem variar em diversos aspectos, como a densidade, inclusive entre espécies de um mesmo gênero (METCALFE; CHALK 1979) ou até mesmo entre variedades (LEE, 1985; WRIGHT et al., 1999) e atuam como defesa física.

Nesse contexto, sabendo da influência que essas estruturas podem exercer sobre herbívoros e seus inimigos naturais, no presente estudo foi avaliada a preferência do ácaro *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) – artrópode de ocorrência significativa em plantios de algodoeiro na região do semiárido pernambucano (Ferraz 2011) – entre variedades de algodoeiro *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) com diferentes densidades de tricomas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Plantio das variedades de algodoeiro**

Quatro variedades de algodoeiro com diferentes densidades de tricomas (FERRAZ, 2013): BRS Aroeira (19,32 tricomas foliares/cm<sup>2</sup>), BRS Verde (43,83 tricomas foliares/cm<sup>2</sup>), BRS Safira (108,35 tricomas foliares/cm<sup>2</sup>) e BRS 201 (99,78 tricomas foliares/cm<sup>2</sup>) foram avaliadas quanto à preferência alimentar do ácaro fitófago *Tetranychus ludeni* Zacher.

Estas foram semeadas em vasos de 5L na proporção 3:1:1 (solo, substrato comercial e esterco bovino), dispostos em gaiolas (1m<sup>2</sup>) revestidas de organza, visando a obtenção de plantas limpas para realização dos bioensaios. As sementes utilizadas foram provenientes da Embrapa Algodão, Campina Grande – PB.

### **Criação de *Tetranychus ludeni***

Indivíduos de *T. ludeni* coletados em plantas de algodoeiro foram mantidos em laboratório para os bioensaios. O método de criação consistiu de placas Gerbox® (11,0 x 11,0 x 3,0 cm) contendo espuma (3,0 cm de espessura), constantemente umedecida em água destilada, recobertas com papel filtro. Sobre o papel foi colocada uma folha de feijão-deporco *Canavalia ensiformes* (L.) DC. (Fabaceae), com a face abaxial voltada para cima, cujas bordas da folha foram recobertas com algodão hidrófilo umedecido para manter a turgidez foliar e impedir a fuga dos ácaros da arena (REIS; ALVES, 1997). As folhas além de servirem de arena, serviram como substrato alimentar para *T. ludeni*. As criações foram mantidas em câmaras do tipo B.O.D (25 ± 2°C, 70 ± 10% UR e 12 horas de fotofase), e todos os bioensaios foram realizados sob essas condições.

### **Teste de atratividade e preferência para oviposição de *Tetranychus ludeni* por diferentes**

### **variedades de algodoeiro**

O experimento foi montado em placas do tipo Gerbox contendo substrato Àgar a 1%. Em cada placa foram colocados quatro discos de folhas (3,5 cm Ø) de algodoeiro (sendo um disco de cada variedade), dispostos na forma de um quadrado. No centro da arena foi adicionado um disco plástico central, interligando os quatro discos de algodoeiro, no qual foram liberadas 20 fêmeas de *T. ludeni*, de modo que pudessem escolher entre as variedades dispostas nas arenas (Baseado em ESTEVES FILHO et al., 2010).

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4x4, com 20 repetições. Foram realizadas avaliações periódicas a cada 12 horas, totalizando 48 horas de experimento, procedendo-se a contagem de ácaros vivos e ovos /variedade de algodoeiro. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 5\%$ ).

Para avaliar a taxa de oviposição dos ácaros nas variedades, os dados foram submetidos à análise multivariada com medida repetida no tempo, com o auxílio de software SAS 9.2.

### **Sobrevivência e oviposição de *Tetranychus ludeni* em diferentes variedades de algodoeiro, em teste sem chance de escolha**

Foi realizado nas mesmas variedades de algodoeiro utilizadas no teste de preferência, no entanto, consistiu em observar a taxa de oviposição dos ácaros em cada variedade separadamente.

Foram montadas arenas individuais de cada variedade, em placas de Petri (5,0 cm Ø), com substrato Àgar a 1% e cada placa recebeu um disco de folha de uma das variedades de algodoeiro (3,5 cm Ø), cujas bordas foram envoltas com algodão hidrófilo umedecido para manter a turgescência da folha. Em cada arena foram liberadas 20 fêmeas de *T. ludeni*.

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4x4, com cinco repetições de cada variedade (totalizando 80 arenas). As avaliações foram realizadas a cada 12 horas, por um período de 48 horas, observando-se o número de ácaros vivos e ovos de *T. ludeni* em cada arena. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e suas médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 5\%$ ). Os resultados da taxa de oviposição foram submetidos à análise multivariada com medida repetida no tempo, com o auxílio de software SAS 9.2.

## RESULTADOS

### Teste de atratividade e preferência para oviposição de *Tetranychus ludeni* por diferentes variedades de algodoeiro

A análise de preferência de estadia dos ácaros adultos de *Tetranychus ludeni* apresentou efeito apenas entre as variedades ( $F=17,85$ ;  $P\leq 0,01$ ), não houve efeito do tempo ( $F=1,12$ ;  $P\geq 0,05$ ) nem da interação tratamento x tempo ( $F=1,76$ ;  $P\geq 0,05$ ).

Dentre as quatro variedades disponíveis (BRS 201, BRS Verde, BRS Aroeira, BRS Safira), os adultos de *T. ludeni* apresentaram preferência de estadia na variedade BRS 201 ( $F=10,91$ ;  $P < 0,001$ ) (Tabela 1). No que se refere à oviposição, observou-se que a interação variedade x oviposição x tempo foi significativa (Figura 1), indicando variação na oviposição ao longo do período avaliado. Em todas as variedades de algodoeiro a oviposição de *T. ludeni* aumentou em função do tempo, no entanto, a densidade de ovos na variedade BRS 201 se sobressaiu entre as demais, na maioria dos intervalos avaliados (Figura 1).

Tabela 1 – Número médio de fêmeas de *Tetranychus ludeni* em variedades de algodoeiro *Gossypium hirsutum* com diferentes densidades de tricomas, em experimento com chance de escolha conduzido em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase) por um período de 48 horas.

<b>Variedades de Algodoeiro</b>	<b><i>Tetranychus ludeni</i> Adultos (n=80)</b>
BRS 201	$5,15 \pm 0,39$ a
BRS Verde	$2,74 \pm 0,45$ b
BRS Aroeira	$2,65 \pm 0,32$ b
BRS Safira	$1,0 \pm 0,17$ b

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



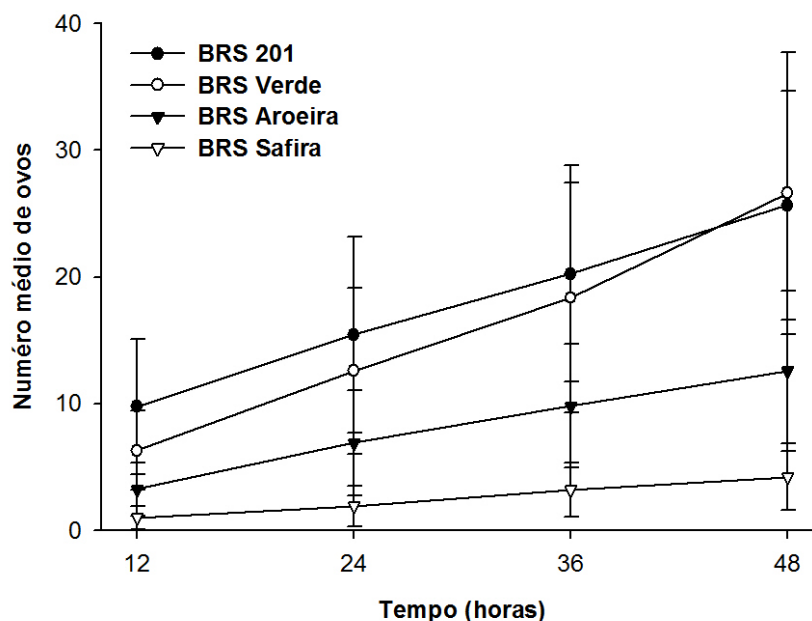


Figura 1 - Preferência para oviposição do ácaro *Tetranychus ludeni* sobre variedades de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) com diferentes densidades de tricomas, em experimento com chance de escolha conduzido em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase) por um período de 48 horas. Baseado na análise de variância com medidas repetidas verificou-se que houve efeito significativo da interação tempo\*oviposição\*variedade (Wilks' Lambda = 0,72438748; F = 2,11; GLnumerador = 9;GLdenominador = 134,01; P < 0,0328).

### **Sobrevivência e oviposição de *Tetranychus ludeni* em diferentes variedades de algodoeiro, em teste sem chance de escolha**

Houve efeito das variedades de algodoeiro na sobrevivência dos adultos de *T. ludeni* (F=6,51; P< 0,001). A menor sobrevivência foi observada na variedade BRS Aroeira que diferiu significativamente da BRS 201 e BRS Verde, mas não diferiu da Safira (Figura 2).

Em relação à oviposição observou-se efeito da interação tempo *versus* variedade. A taxa de oviposição aumentou em função do tempo, havendo destaque para variedade BRS Safira, com maior taxa de oviposição de *T. ludeni* em todos os tempos avaliados (Figura 3).

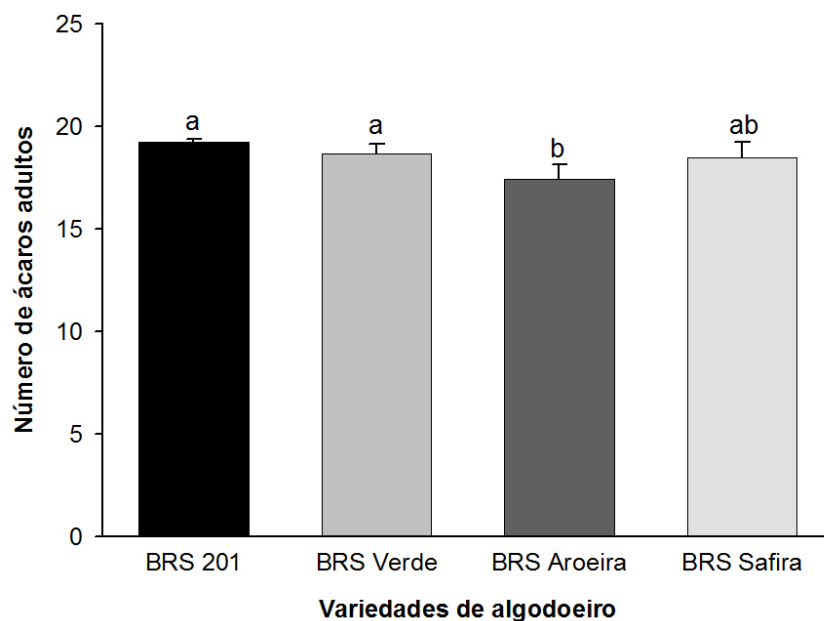


Figura 2 - Sobrevivência de fêmeas adultas de *Tetranychus ludeni* em variedades de algodoeiro *Gossypium hirsutum* com diferentes densidades de tricomas, em experimento sem chance de escolha conduzido em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase) por um período de 48 horas.

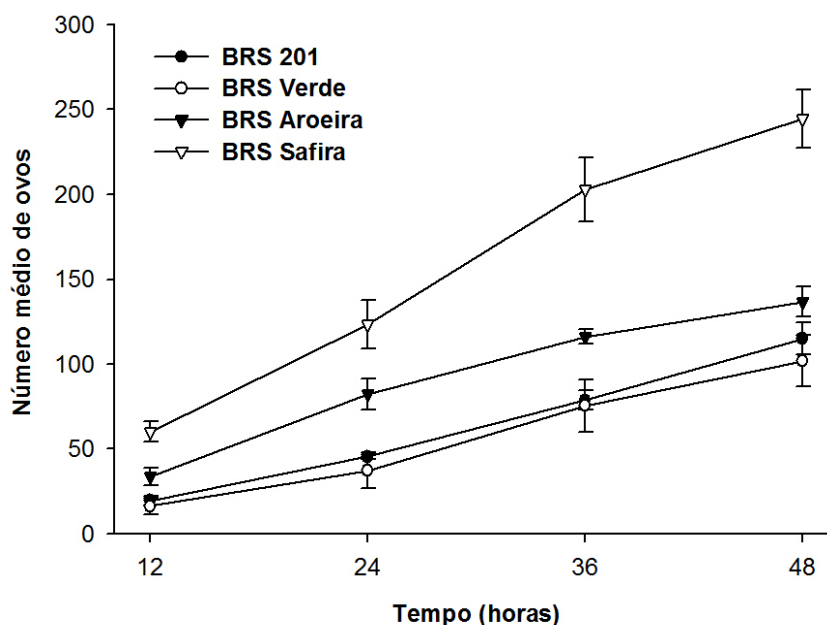


Figura 3 - Oviposição de *Tetranychus ludeni* em variedades de algodoeiro *Gossypium hirsutum* com diferentes densidades de tricomas, em teste sem chance de escolha conduzido em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase) por um período de 48 horas. A análise de variância com medidas repetidas mostrou efeito significativo da interação

tempo\*oviposição\*variedade (Wilks' Lambda = 0,09788565; F = 6,08; GLnumerador = 9; GLdenominador = 34,223; P < 0,0001).

## DISCUSSÃO

A preferência de *Tetranychus ludeni*, para estadia e oviposição, pelas variedades BRS 201 e BRS Safira observada no presente estudo, não demonstra efeito negativo dos tricomas sobre este ácaro, uma vez que as duas variedades preferidas apresentam as maiores densidades de tricomas, quando comparadas às outras avaliadas. Isso também foi observado por Ferraz (2011) que, ao avaliar a biologia e tabela de vida de *T. ludeni* em algodoeiro, observou menor duração do ciclo de ovo-adulto nessas duas variedades. Assim, o efeito deletério atribuído aos tricomas tectores para diferentes herbívoros (LEVIN, 1973; AGRAWAL, 2000; ARAGÃO et al., 2002; PARON; LARA, 2005; MATOS et al., 2009; ONYAMBUS et al., 2011), não foi observado para este ácaro nas variedades de algodoeiro testadas.

A pubescência foliar no algodoeiro está amplamente distribuída no limbo foliar, não apresenta focos em pontos da folha, como na região das nervuras, ou mesmo entre as junções das nervuras formando domácias foliares, o que de acordo com Agrawal (2000) pode facilitar o controle de herbívoros e alocação de maiores densidades de inimigos naturais. Em experimento realizado por Agrawal et al. (2000), quando domácias artificiais foram adicionadas a plantas de algodoeiro houve uma diminuição de três espécies de herbívoros (ácaros, pulgões e mosca-branca) e o aumento de várias espécies de predadores, havendo uma melhoria na produção de algodão.

Matos et al. (2009) avaliou o desenvolvimento do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em cinco espécies de pimenta *Capsicum* com diferentes densidades de tricomas, observando uma relação negativa no crescimento populacional deste ácaro em função do aumento das densidades de tricomas nas folhas, mostrando que este caráter morfológico foi limitante ao desenvolvimento da praga.

Onyambus et al. (2011) obteve em seu estudo, uma possível resistência de variedades de tomateiro sobre o ácaro-praga *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae), inferindo que esteja parcialmente associado aos tipos e densidades de tricomas, uma vez que nas variedades com maior pilosidade os ácaros não completaram seu desenvolvimento. Entretanto, o autor relata que a maior fecundidade ocorreu nas folhas das variedades com elevadas densidade de

tricomas, no entanto, o desenvolvimento ácaro não passou da fase larval. Este fato corrobora, em parte, ao encontrado neste estudo, em que a taxa de oviposição correlaciona-se positivamente com o aumento da pubescência nas variedades de algodoeiro avaliadas, mas a viabilidade dos ovos não foi avaliada, o que deve ser considerado em trabalhos subsequentes.

Na verdade, o que se tem observado em relação aos ácaros-praga é que o efeito deletério dos tricomas ocorre mais comumente nas plantas em que estes são do tipo glandular (MALUF et al., 2001; 2007; SAEIDI; MALLIK, 2012). Para insetos-praga, estudos demonstram que, na maioria dos casos, há efeito deletério dos tricomas sobre esses organismos (LILL et al., 2006; DALIN et al., 2008; KAPLAN et al., 2009).

Mas, alguns autores revelam padrões semelhantes ao obtido no presente estudo com insetos herbívoros. Leite et al. (2003) observou que a densidade tricomas não influenciou as populações dos artrópodes *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em acesso de maxixe-do-reino *Cyclanthera pedata* (L.) Schrad. Contudo, o autor ressalta este fato pode ser devido a uma maior concentração de tricomas na face adaxial, e a presença dos insetos se dá frequentemente na face abaxial da folha.

Leite et al. (2008) apresentou em seu estudo a não influência dos tricomas tectores de cinco acessos de ginseng-brasileiro (*Pfaffia glomerata*) sobre a incidência de um complexo de artrópodes avaliados. O autor destaca que uma provável explicação para este fato pode se dever aos tricomas desta espécie de planta serem tectores, ressaltando uma maior eficiência de defesa para os tricomas do tipo glandulares. Porém, a defesa física realizada através dos tricomas tectores é comprovadamente eficiente em diversos complexos planta-herbívoro, como os já mencionados anteriormente.

No presente estudo, fatores relacionados à questão nutricional das plantas podem ter contribuído para o observado nas variedades de algodoeiro avaliadas, uma vez que a qualidade da planta hospedeira afeta diretamente o desenvolvimento, sobrevivência e permanência do herbívoro (PRICE et al., 1980).

Alguns autores relataram que um maior conteúdo de nitrogênio na planta pode levar a um rápido desenvolvimento, densidade populacional e fecundidade de *Panonychus* (*Metatetranychus*) *ulmi* (Koch) (BREUKEL; POST 1959; CROOKER, 1985; ENGLISH-LOEB, 1989) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (WILSON et al., 1994) na cultura algodoeira. Com base nessas considerações, a preferência do ácaro *T. ludeni* para BRS

201, talvez seja um indicativo de que a mesma apresenta maior conteúdo de nitrogênio do que as demais testadas.

Além disso, o clima semiárido pode influenciar a presença de tricomas em algumas plantas, pois, entre outras atribuições, a pubescência aumenta a condutividade térmica da superfície da foliar, elevando a perda de calor por convecção, tendo importância mais evidente para plantas em ambientes quentes, como é o caso do feijoeiro, que apresenta maior número de tricomas em ambientes secos (DAHLIN et al., 1992) e segundo Lara (1991) formações epidérmicas de plantas, como os tricomas por exemplo, são susceptíveis a variações ambientais.

Diante do exposto, observa-se que mesmo presentes em densidades maiores, os tricomas nas variedades de algodoeiro testadas não se apresentam como fator limitante à ocorrência de *T. ludeni*. Isso pode ser decorrente do fato dessas estruturas se encontrarem distribuídas de forma esparsa no limbo foliar, ou mesmo porque as densidades máximas de tricomas encontradas nas referidas variedades estejam aquém do necessário para esta característica atuar efetivamente na defesa contra *T. ludeni*.

## REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, A. A. Mechanisms, ecological consequences and agricultural implications of tri-trophic interactions. **Current Opinion in Plant Biology**, v.3, p.329-335. 2000.
- AGRAWAL, A.; KARBAN, R.; COLFER, R. How leaf domatia and induced resistance affect herbivores, natural enemies and plant performance. **Oikos**, v.89, p.70-80. 2000.
- BONDADA, B. R.; OOSTERHIUS, D. M. Comparative epidermal ultrastructure of cotton (*Gossypium hirsutum*) leaf, bract and capsule wall. **Annals of Botany**, v.86, p.1146-1152. 2000.
- BREUKEL, L. M.; POST, A. The influence of manurial treatment of orchards on the population density of *Metatetranychus ulmi* (Koch) (Acari, Tetranychidae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.2, p.38-47. 1959.
- CALHOUN, D. S.; JONES, J. E.; CALDWELL, W. D.; BURRIS, E.; LEONARD, B. R.; MOORE, S. H.; AGUILLARD, W. Registration of La. 850082 FN and La. 850075 FHG, two cotton germplasm lines resistant to multiple insect pest. **Crop Science**, v.34, p.316-317. 1994.
- CROOKER, A. Embryonic and juvenile development. In: HELLE, W.; SABELIS, M. W. (ed) **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. v.1A pp 149–163. 1985.
- DAHLIN, R. M.; BRICK, M. A.; OGG, J. B. Characterization and density of trichomes on three common bean cultivars. **Economic Botany**, v.46, p.299-304. 1992.

ENGLISH-LOEB, G. M. Nonlinear responses of spider mites to drought-stressed host plants. **Ecological Entomology**, v.14, p.45-55. 1989.

ESTEVEZ FILHO, A. B.; OLIVEIRA, J. V.; TORRES, J. B.; GONDIM JR, M. G. C. Biologia comparada e comportamento de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em algodoeiro Bollgard™ e isolinha não-transgênica. **Neotropical Entomology**, v.39, p.338-344. 2010.

FAHN, A. **Plant Anatomy**: 1-588. New York: Pergamon Press. 1990.

Ferraz, C. S. **Parâmetros biológicos e potencial de predação de *Euseius citrifolius* sobre *Tetranychus ludeni* em variedades de algodoeiro**. Dissertação, Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 78p. 2013.

FORDYCE, J. A.; AGRAWAL, A. A. The role of plant trichomes and caterpillar group size on growth and defense of the pipevine swallowtail *Battus philenor*. **Journal of Animal Ecology**, v.70, p.997-1005. 2001.

HARRIS, F. A.; CALHOUN, D.S.; FURR, R. Cotton varietal resistance to cotton aphid. In: **Beltwide Cotton Conference**, San Diego. Proceedings. p.1007-1008. 1994.

KAPLAN, I.; GALEN, P. D.; DENNO, R.T. The costs of anti-herbivore defense traits in agricultural crop plants: a case study involving leafhoppers and trichomes. v.19, n.8, p.864-872. 2009.

KRIMMEL, B. A.; PEARSE, I. Generalist and sticky plant specialist predators suppress herbivores on a sticky plant. **Plant-Arthropod Interactions**, v.8, n.5, p.403-410. 2014.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 336p. 1991.

LEE, J. A. Revision of the genetics of the hairiness-smoothness system of *Gossypium*. **The Journal of Heredity**, v.76, p.123-126. 1985.

LEITE, G. L. D.; ROCHA, S. L.; AMORIM, C. A. D.; COSTA, C. A.; VELOSO, R. V. S. Efeito de tricomas foliares sobre a população de artrópodes em maxixe-do-reino (*Cyclanthera pedata*). **Revista de Ciência da Vida**, v.23, p.137-141. 2003.

LEITE, G. L. D.; PIMENTA, M.; FERNANDES, P. L.; VELOSO, R. V. S.; MARTINS, E. R. Fatores que afetam artrópodes associados a cinco acessos de ginseng-brasileiro (*Pfaffia glomerata*) em Montes Claros, Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, p.7-11. 2008.

LEVIN, D. A. The role of trichomes in plants defense. **The Quarterly Review of Biology**, v.48, p.3-15. 1973.

LILL, J. T.; MARQUIS, R. J.; FORKNER, R. E.; CORFF, J. L. E.; HOLMBERG, N. BARBER, N. A. Leaf Pubescence Affects Distribution and Abundance of Generalist Slug Caterpillars (Lepidoptera: Limacodidae). **Environmental Ecology**, v.35, n.3, p.797-806. 2006.

MALUF, W. R. et al. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.42, n.9, p.1227-1235. 2007.

MATOS, C. H. C.; PALLINI, A.; VENZON, M.; FREITAS, R. C. P.; REZENDE, D. D. M.; SCHOEREDER, J. H. Os tricomas de *Capsicum* spp. interferem nos aspectos biológicos do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae)? **Neotropical Entomology**, v.38, p.589-594. 2009.

MATOS, C. H. C.; PALLINI, A.; VEZON, M.; REZENDE, D. D. M.; FREITAS, R. C. P. Caracterização morfológica e classificação da superfície foliar de pimentas quanto à presença de tricomas e domácias. **Horticultura brasileira**, v.29, p.181-186. 2011.

MELO, M. O.; SILVA-FILHO, M. C. Plant-insect interaction: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v.14, p.71-81. 2002.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with note on economic uses**. London, Oxford University press, v. 2, 1167p. 1950.

MISHALSKA, K. Climbing of leaf trichomes by eriophyid mites impedes their location by predators. **Journal of Insect Behavior**, v.16, p.833-844. 2003.

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos. 308 p. 2008.

ONYAMBUS, G. K.; MARANGA, R. O.; GITONGA, L. M.; KNAPP, M. Host plant resistance among tomato accessions to the spider mite *Tetranychus evansi* in Kenya. **Experimental Applied Acarology**, v.4, p.385–393. 2011.

PEIFFER, M.; TOOKER, J. F.; LUTHE, D. S.; FELTON, G. W. Plants on early alert: glandular trichomes as sensors for insect herbivores. **New Phytologist**. v.184, p.644–656. 2009.

PETTERS, P. J. Correlations between leaf structural traits and the densities of herbivorous insect guilds. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.77, p.43-65, 2002.

PRICE, P. W.; BOUTON, C. E.; GROSS, P.; McPHERON, B. A.; THOMPSON, J. N.; WEIS, A. E. Interactions among three trophic levels: Influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.11, p.41-65. 1980.

PRICE, P. W. Ecological aspects host plant and resistance biological control: interactions among three trophic levels. In: BOETHEL, D. J.; EIKENBARY, R. D. (eds.) **Interactions of plant resistance and parasitoid and predators of insects**. Wiley, New York. pp11-30. 1986.

READ, J.; STOKES, A. Plant biomechanics in an ecological context. **American Journal of Botany**, v.93, p.1546-1565. 2006.

REIS, P. R.; ALVES, E. V. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.565-568. 1997.

SAEIDI, Z.; MALLIK, B. Entrapment of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Prostigmata: Tetranychidae), by type IV glandular trichomes of *Lycopersicon* species. **Journal of Entomological Society of Iran**, v.31, n.2, p.15-27. 2012.

SAS-Statistical Analyses System. **Statistical Analysis System user's guide. Version 9.2**. Cary: Statistical Analyses System Institute, 2008.

SCHMIDT, R. A. Leaf structures affect predatory mites (Acari: Phytoseiidae) and biological control: a review. **Experimental Applied Acarology**, v.62, p.1-17. 2014.

STYRSKY, J.; KAPLAN, I.; EUBANKS, M. P. Plant trichomes indirectly enhance tritrophic interactions involving a generalist predator, the red imported fire ant. **Biological Control**, v.36, p.375-384. 2006.

UNDERWOOD, N.; RAUSHER, M. D. The effects of host plant genotype on herbivore populations dynamics. **Ecology**, v.81, p.1565-1576. 2000.

WEBER, M. G.; CLEMENTS, W. L.; DONOGHUE, M. J.; AGRAWAL, A. A. Phylogenetic and Experimental Tests of Interactions among Mutualistic Plant Defense Traits in *Viburnum* (Adoxaceae). **The American Naturalist**, v.180, p.450-463. 2012.

WILSON, L. J. Plant-quality effect on life-history parameters of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on cotton. **Journal of Economic Entomology**, v.87, p.1665-1673. 1994.

WRIGHT, T. P. M.; EL-ZIK, K. M.; PATERSON, A. H. Molecular of genes affecting pubescence of cotton. **Journal of Heredity**, v.90, p. 215-219. 1999.



## CAPÍTULO 2 – RESPOSTA FUNCIONAL E NUMÉRICA DE *Neoseiulus idaeus* (CHANT) E *Euseius concordis* DENMARK & MUMA (ACARI: PHYTOSEIIDAE) SOBRE *Tetranychus ludeni* ZACHER (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM ALGODOEIRO

### RESUMO

Os principais inimigos naturais de ácaros-praga são os ácaros predadores da família Phytoseiidae, os quais são amplamente estudados. Foi avaliada a resposta funcional e numérica dos ácaros predadores *Euseius concordis* e *Neoseiulus idaeus* sobre as fases de ovo e adultos de *Tetranychus ludeni*. Os bioensaios foram realizados em laboratório com fêmeas adultas de cada predador, individualizadas em arenas de discos foliares (0,5 cm Ø) de algodoeiro *Gossypium hirsutum* var. BRS 201. Foram oferecidos ovos ou adultos de *T. ludeni* como presas, nas seguintes densidades: 05, 15, 25 (cinco repetições) 50,75 e 100 (três repetições). Foi contabilizado o número de presas mortas e de ovos colocados pelos predadores, repondo-se a densidade de presas consumidas a cada intervalo de 24 horas. Os predadores apresentaram resposta funcional foi do tipo II, com maior consumo de ovos de *T. ludeni* do que de adultos. A maior taxa de ataque ( $\alpha$ ) foi observada em ovos deste fitófago. Além disso, o tempo de manipulação da presa ( $T_h$ ) apresentou-se inversamente proporcional a taxa de ataque e ambos os predadores gastaram maior tempo manipulando indivíduos adultos de *T. ludeni*. A resposta numérica de *E. concordis* apresentou maior sucesso reprodutivo nas densidades de cinco a 50 adultos de *T. ludeni* ( $6,33 \pm 1,08$  ovos) enquanto para *N. idaeus* ocorreu na densidade de 25 adultos ( $14,5 \pm 1,26$  ovos). As respostas funcional e numérica se encontram associadas, uma vez que ambas são influenciadas pela disponibilidade de presas. Os resultados obtidos indicam que os predadores *E. concordis* e *N. idaeus* têm potencial para o controle de *T. ludeni* em algodoeiro.

**Palavras-chave:** Phytoseiidae, Predação, *Gossypium hirsutum*, Tetranychidae, Controle biológico.

### ABSTRACT

The main natural enemies of mite-pest are the predatory mites of the family Phytoseiidae, which are widely studied. The functional and numerical responses of the predatory mites *Euseius concordis* and *Neoseiulus idaeus* were evaluated on the egg and adult phases of *Tetranychus ludeni*. The bioassays were conducted in the laboratory with adult females of each predator, individualized in arenas of leaf discs (0.5 cm Ø) of cotton plant *Gossypium hirsutum* var. BRS 201. Eggs or *T. ludeni* adults were offered as preys, on the following densities: 05, 15, 25 (five repetitions) 50, 75 and 100 (three repetitions). The number of dead prey and eggs laid by the predators was recorded, replacing the density of consumed preys every 24 hours. The predators presented functional response type II, with higher consumption of *T. ludeni* eggs than adults. The highest attack rate ( $\alpha$ ) was observed in eggs of this phytophagous. Moreover, the manipulation time of the prey ( $T_h$ ) was inversely proportional to the attack rate and both predators spent more time manipulating adult individuals of *T. ludeni*. The numerical response of *E. concordis* presented higher reproductive success at densities of five to 50 *T. ludeni* adults ( $6.33 \pm 1.08$  eggs) while for *N. idaeus*, occurred at density of 25 adults ( $14.5 \pm 1.26$  eggs). The functional and numerical responses are associated,

since both are influenced by the availability of prey. The results found indicate that the predators *E. concordis* and *N. idaeus* have potential to control *T. ludeni* in cotton plant.

**Key-words:** Phytoseiidae; Predation; *Gossypium hirsutum*; Tetranychidae; Biological control.

## INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. - Malvaceae) é acometido por uma diversidade de pragas e dentre elas estão os ácaros, representados por três principais espécies: *Tetranychus urticae* (Koch), *T. ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) e *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Estes organismos perfuram a face abaxial das folhas, ocasionando diminuição da taxa fotossintética e depreciação da planta, além de acarretarem perdas na produção (MORAES; FLECHTMANN, 2008; SANTOS, 2007).

O ácaro fitófago *Tetranychus ludeni* está amplamente distribuído nas regiões tropicais do globo (JEPPSON et al., 1975) e sua ocorrência foi relatada por Ferraz (2011) em plantios de algodoeiro na região semiárida de Pernambuco. O ataque desta praga inicia-se em folhas da região mediana da planta, com a presença de manchas avermelhadas entre as nervuras, até se estender a toda planta, causando ressecamento e queda das folhas (NAKANO et al., 1981; SILVA, 2002) e, conseqüentemente, perdas na produção de algodão.

No Brasil, o controle de ácaros da família Tetranychidae, ocorre principalmente através do uso de produtos químicos. Entretanto, muitos princípios ativos não possuem seletividade, de modo geral, o que acaba afetando indistintamente os artrópodes-alvo e seus inimigos naturais (FONSECA et al., 2008; SUEKANE et al., 2011; VERONEZ et al., 2012; DIAMANTINO et al., 2014) e acarretando rápida resistência dos ácaros-praga (NICASTRO et al., 2010) e elevada mortalidade de artrópodes benéficos (SILVA et al., 2006; VERONEZ et al., 2012). Devido à existência dos vários fatores adversos ao uso de controle químico em agroecossistemas, métodos alternativos como o controle biológico vêm sendo cada vez mais estudados, de maneira que possam ser considerados em programas de manejo pragas.

Portanto, a escolha de um inimigo natural visando o controle biológico deve ser fundamentada em estudos ecológicos que comprovem a praga-alvo como um alimento aceito pelo predador, assim, torna-se essencial este conhecimento para se desenvolver um controle eficiente, dentro dos conceitos do manejo integrado de pragas (PARRA et al., 2002).

Para tanto, a resposta funcional do predador é um fator extremamente relevante na avaliação da eficiência de um inimigo natural, pois regula a dinâmica das populações nas

interações predador-presa, demonstrando a velocidade de consumo e manipulação da presa pelo predador em diferentes densidades, revelando o efeito da abundância de presas sobre a taxa de consumo do predador (SOLOMON, 1949; MURDOCH; OATEN, 1975; PERVEZ; OMKAR, 2005). De acordo com Holling (1959) há três tipos de resposta funcional que originam curvas de resposta ao consumo do predador em relação às densidades de presas: a taxa de consumo cresce linearmente com a densidade de presas (tipo I); a taxa de consumo aumenta com a densidade de presas, mas desacelera gradualmente até atingir um platô e permanecer constante (tipo II); quando em baixa densidade de presas, inicialmente se tem uma fase de aceleração que corresponde ao incremento temporário na taxa de predação, resultando ao final uma relação sigmóide (tipo III).

A resposta funcional é designada na avaliação de diversos fenômenos associados ao potencial do inimigo natural, como àqueles de natureza comportamental (SOUTWOOD, 1978; COLL; RIDGWAY, 1995), que consideram os parâmetros: tempo gasto na manipulação da presa ( $T_h$ ), o qual abrange encontro, morte e ingestão da presa e; taxa de ataque ( $\alpha$ ) representando a eficiência na procura da presa.

Por sua vez, a resposta numérica corresponde ao aumento do número de predadores de acordo com o incremento da densidade de presas, correlacionando, portanto, de forma positiva com a taxa de oviposição (SOLOMON, 1949). De acordo com Sabelis (1985), o predador mais eficiente é aquele consegue converter a suas presas consumidas em progênie. Logo, a relação entre as taxas de consumo (resposta funcional) e a taxa de oviposição (resposta numérica) pode refletir a eficiência no controle de populações de presas.

Em virtude da importância dos predadores para o equilíbrio dos ecossistemas, os ácaros da família Phytoseiidae, os quais representam os mais importantes predadores de ácaros fitófagos (MORAES, 1991), vêm sendo largamente estudados e utilizados para este fim (MORAES, 2002; PARVIN et al., 2010; JUAN-BLASCO et al., 2012; McMURTRY et al., 2013).

Ácaros Phytoseiidae, entre eles, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma têm sido encontrados em algodoeiro, no semiárido pernambucano, associados a *T. ludeni* (FERRAZ, 2011). O ácaro *E. concordis*, segundo McMurry et al. (2013), caracteriza-se como um predador generalista Tipo IV – em que o pólen se constitui numa importante parte da sua dieta, tendo preferência por este tipo de alimento, mas que também se alimenta de ácaros fitófagos, incluindo tetraniquídeos. Já *Neoseiulus idaeus* é um

predador do tipo II mais especializado em ácaros tetraníquídeos que pode também se alimentar de outros grupos de ácaros e pólen.

Com base nos aspectos citados, avaliou-se o potencial de *E. concordis* e *N. idaeus*, quanto à sua capacidade predatória, sobre o ácaro fitófago *T. ludeni*, buscando elucidar os seguintes questionamentos: (i) esses predadores podem reduzir altas densidades de *T. ludeni* à baixos níveis de infestação? (ii) estágios diferentes de *T. ludeni* refletem respostas diferentes dos predadores? e através do estudo da resposta funcional e numérica dos predadores podemos buscar solucionar estes questionamentos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia/Ecologia da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE).

### **Criação de *Tetranychus ludeni***

Indivíduos de *T. ludeni* utilizados nos bioensaios foram provenientes de plantas de algodoeiro e mantidos em laboratório para realização dos testes. O método de criação consistiu de placas Gerbox® (11,0 x 11,0 x 3,0 cm) contendo espuma (3,0 cm de espessura), constantemente umedecida em água destilada, recoberta com papel filtro. Sobre o papel foi colocada uma folha de feijão-de-porco *Canavalia ensiformes* (L.) DC. (Fabaceae), com a face abaxial voltada para cima, cujas bordas foram circundadas com algodão hidrófilo umedecido para manter a turgidez foliar e impedir a fuga dos ácaros da arena (REIS; ALVES, 1997). As folhas serviram de arena e de substrato alimentar para *T. ludeni*. As criações foram mantidas em câmaras do tipo B.O.D ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase).

### **Criação dos predadores Phytoseiidae**

Indivíduos de *E. citrifolius* e *N. idaeus* provenientes de plantas de algodoeiro foram mantidos em laboratório para utilização nos bioensaios. O método de criação consistiu de placas Gerbox® (11,0 x 11,0 x 3,0 cm) contendo uma camada de espuma (3,0 cm de espessura), constantemente umedecida com água destilada, procedimento semelhante ao realizado acima. Ambos os predadores foram alimentados com *T. ludeni*, as folhas além de servirem de arena, serviram de substrato alimentar, uma vez que esses ácaros são exclusivamente fitófagos. As criações foram mantidas em laboratório, em câmaras do tipo

B.O.D ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase), e todos os bioensaios de laboratório foram realizados sob estas condições.

### **Plantio do algodoeiro**

Os bioensaios com os predadores foram realizados na variedade de algodoeiro BRS 201 a qual, baseada em testes prévios com quatro variedades de algodoeiro disponíveis (vide capítulo 01), é preferida pelo ácaro-praga *T. ludeni* para estadia e alimentação. As sementes da variedade BRS 201 foram fornecidas pela Embrapa Algodão (Campina Grande – PB) e semeadas em vasos de 5L na proporção 3:1:1 (solo, substrato comercial e esterco bovino). Os vasos foram dispostos em gaiolas de  $1\text{m}^2$  revestidas com organza, (visando à obtenção de plantas limpas para realização dos experimentos) e mantidos na área experimental da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE).

### **Resposta funcional e numérica de *Euseius concordis* e *Neoseiulus idaeus* sobre *Tetranychus ludeni***

Os bioensaios foram feitos em arenas constituídas de placas de Petri (10 cm Ø), contendo substrato ágar a 1%, onde foi disposta um disco de folha de algodoeiro (5,0 cm Ø) com a face abaxial voltada para cima, envolto com algodão hidrófilo umedecido em água destilada (baseado em SANTANA, 2013).

Foi avaliada, separadamente, a predação de *N. idaeus* e *E. concordis* sobre ovos e adultos de *T. ludeni* (fase sésil e móvel, respectivamente), em seis densidades diferentes (ácaros/arena): 05, 15, 25 (cinco repetições); 50, 75, 100 (três repetições). Em cada arena foi liberada uma fêmea de um dos predadores para cada uma das densidades supracitadas do ácaro-praga. As fêmeas utilizadas foram deixadas sem alimento por um período de 24 horas antes da liberação, para não haver interferência da alimentação prévia no experimento (baseado em REIS et al. 2003).

O número de presas consumidas/tratamento (resposta funcional) e o número de ovos postos pelos predadores (resposta numérica) foram avaliados a cada 24 horas durante sete dias consecutivos. Em cada avaliação foi contabilizado o número de presas consumidas pelo predador e as presas mortas eram repostas por presas vivas, visando sempre manter a densidade inicial (REIS et al., 2003). Os ovos postos pelo predador eram retirados das arenas a cada avaliação.

## **Análise dos Dados**

Buscando avaliar o potencial de predação dos ácaros *E. concordis* e *N. idaeus* sobre *T. ludeni*, os resultados referentes ao consumo diário de presas foram submetidos à análise de regressão logística, para determinar o tipo de resposta funcional (Tipo I; II ou III) de cada predador, sobre as fases de ovo e de adulto deste ácaro.

A regressão logística da proporção de presas consumidas ( $N_e / N_0$ ) como uma função de inicial densidade ( $N_0$ ) foi utilizada para determinar a forma da curva de resposta funcional dos dois predadores testados (*E. concordis* e *N. idaeus*), consumindo fases de (ovo e adulto) de *T. ludeni*, pois alguns estudos relatam dificuldades em discriminar entre os tipos de resposta II e III (HOLLING, 1966, TREXLER et al 1988; JULIANO, 2001). Foi calculada também a taxa de redução de presas consumidas em função da densidade inicial de presas ofertadas, utilizando a derivada das equações.

O tempo de manipulação ( $T_h$ ) e a constante de ataque ou taxa de ataque ( $\alpha$ ) foram estimados utilizando-se disco de Holling, equação modificada por regressão não-linear (Livdahl e Stiven 1983), modificada Ali et al (2011):

$$N_e = \alpha T N_0 / (1 + \alpha T_h N_0)$$

Onde:  $N_e$  = o número de presas consumidas,  $T$  = tempo de exposição (7 dias),  $\alpha$  = taxa de ataque, uma taxa constante de busca bem-sucedida,  $T_h$  = tempo de manipulação e  $N_0$ =densidade inicial.

As equações utilizadas foram ajustadas em virtude da necessidade de cada parâmetro avaliado e as estatísticas realizadas com o uso dos programas computacionais SigmaPlot v. 10.0 e Maple v. 14.0.

Para obtenção da resposta numérica, os dados de oviposição de cada predador (número de ovos/fêmea), o experimento foi disposto em blocos ao acaso e foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A proporção de consumo diário de *T. ludeni* nos estágios de ovo e adulto por fêmeas de *E. concordis* e *N. idaeus* variou significativamente (Figs 1 e 2). Fêmeas de *E. concordis* apresentaram maior consumo de ovos do que de adultos de *T. ludeni*, em todas as densidades testadas (Fig. 1), sendo o valor máximo de consumo de ovos observado na densidade de 75 presas (aproximadamente 32 ovos) e de adultos na densidade de 100 presas (cerca de sete

indivíduos) (Fig. 1). Padrão semelhante foi observado para *N. idaeus* (Fig. 2), entretanto, o consumo máximo para este predador foi cerca de 27 ovos, quando oferecidas 100 presas, e cerca de oito adultos quando oferecidas 50 presas (Fig. 2).

Ao analisar o tempo de manipulação ( $T_h$ ) e taxa de ataque ( $a$ ) de ovos e adultos de *T. ludeni* pelos dois predadores testados, observou-se que a maior taxa de ataque ocorreu em ovos deste fitófago (Tabela 1 e 2). O tempo gasto na manipulação da presa apresentou-se inversamente proporcional a taxa de ataque e ambos gastaram maior tempo manipulando a presa adulta (Tab. 1 e 2).

A maior taxa de ataque de *E. concordis* e *N. idaeus* em ovos de *T. ludeni* e, conseqüentemente maior consumo de ovos, pode ser explicada pela maior facilidade em manusear esse estágio da presa - uma vez que é um estágio sésil - ou pode estar relacionada à preferência destes predadores por esta fase de *T. ludeni*. De acordo com Ricklefs (2010) estes dois fatores ( $T_h$  e  $a$ ) estão interligados e vão determinar o tipo de resposta funcional obtida.

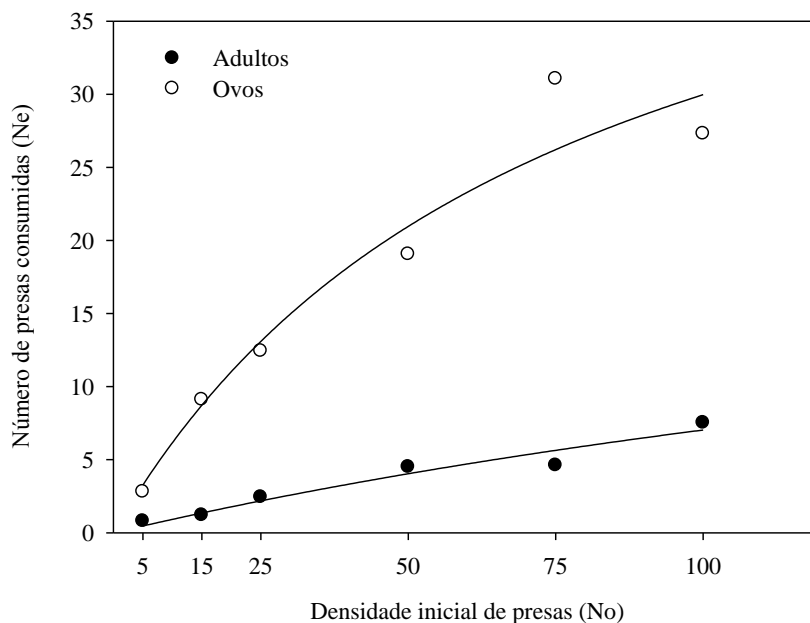


Figura 1 - Resposta funcional de fêmeas adultas de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) quando oferecidos ovos ou adultos de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae), em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase). Os pontos no gráfico mostram o número médio de indivíduos consumidos em cada densidade inicial de presas disponíveis.

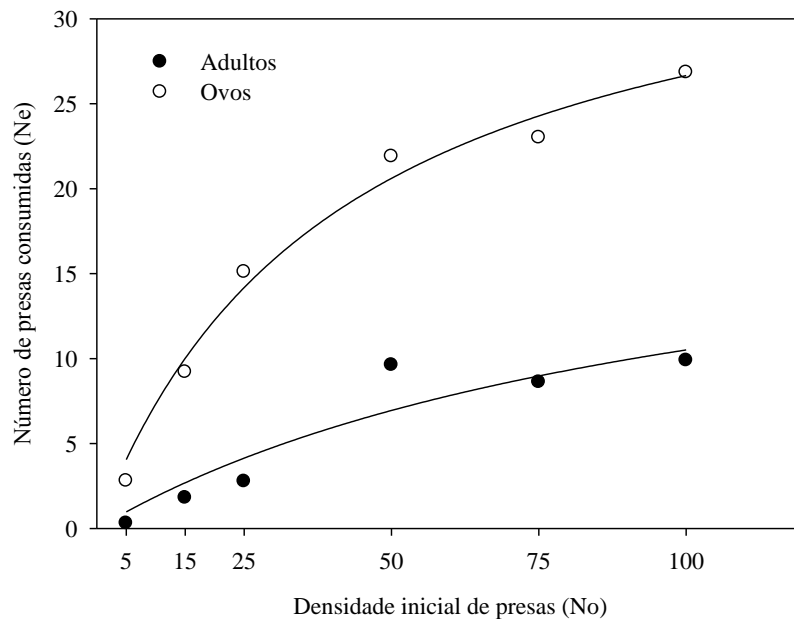


Figura 2 - Resposta funcional de fêmeas adultas de *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) quando oferecidos ovos ou adultos de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae), em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase). Os pontos no gráfico mostram o número médio de indivíduos consumidos em cada densidade inicial de presas disponíveis.

Tabela 1 – Média ( $\pm$  erro-padrão) dos valores da taxa de ataque e tempo de manipulação de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) se alimentando dos estágios de ovo ou adulto de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae) em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase).

Estagio da Presa	Taxa de Ataque ( $\alpha$ )	Tempo de Manipulação (Th)	R <sup>2</sup>	P
Ovo	$0,0996 \pm 0,0268$	$0,1332 \pm 0,0393$	0,9700	0,0013
Adulto	$0,0136 \pm 0,0035$	$0,2586 \pm 0,2371$	0,9730	0,0011



Tabela 2 - Média ( $\pm$  erro-padrão) dos valores da taxa de ataque e tempo de manipulação de *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) se alimentando dos estágios de ovo ou adulto de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae) em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase).

<b>Estágio da Presa</b>	<b>Taxa de Ataque (<math>\alpha</math>)</b>	<b>Tempo de Manipulação (Th)</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>P</b>
Ovo	0,1297 $\pm$ 0,0168	0,1855 $\pm$ 0,0167	0,9924	<0,0001
Adulto	0,0293 $\pm$ 0,0125	0,3243 $\pm$ 0,2008	0,9411	0,0051

A proporção média de fêmeas adultas de *T. ludeni* consumidas ( $N_e/N_0$ ) por *E. concordis* apresentou-se maior na densidade de cinco presas oferecidas, declinando nas densidades subsequentes com tendência a estabilidade (Fig. 3). Paralelamente, o inverso é observado para a taxa de redução de *T. ludeni* por este predador, a qual diminuiu com o aumento das densidades de presas inicialmente oferecidas (Fig. 3).

Para o estágio de ovo, observou-se proporção média consumida decresceu de forma sigmoideal com o aumento das densidades, implicando numa densidade-dependente inversa (Fig. 4), enquanto a taxa de redução de presas diminuiu com o aumento da densidade de presas disponíveis, obedecendo tendência exponencial (Fig. 4).

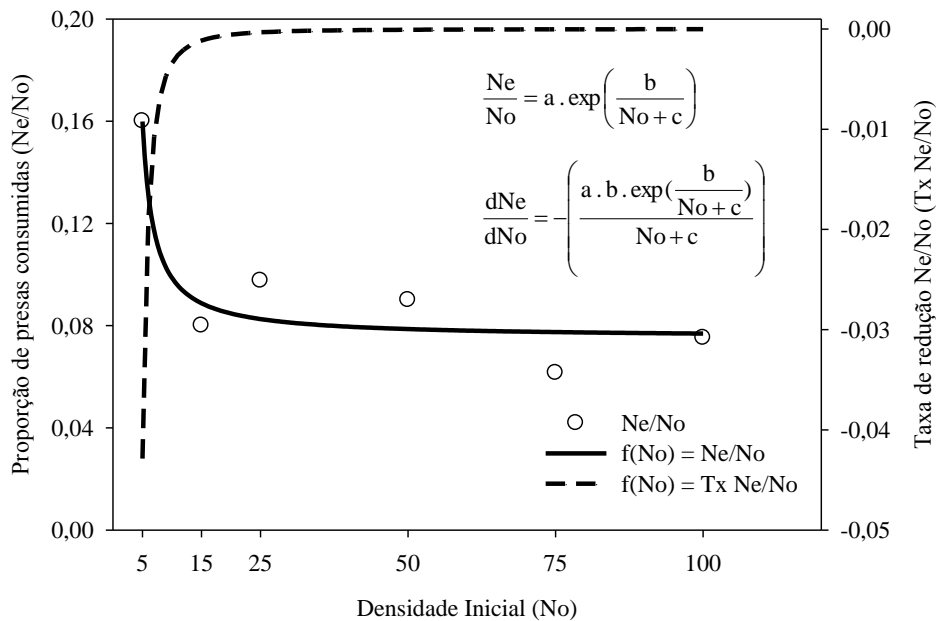


Figura 3 – Proporção média de fêmeas adultas de *Tetranychus ludeni* consumidas por *Euseius concordis* (F=11.5233; P=0.0391) e a taxa de redução de presas consumidas em função da densidade inicial, em laboratório (25 ± 2°C, 70 ± 10% UR e 12 horas de fotofase).

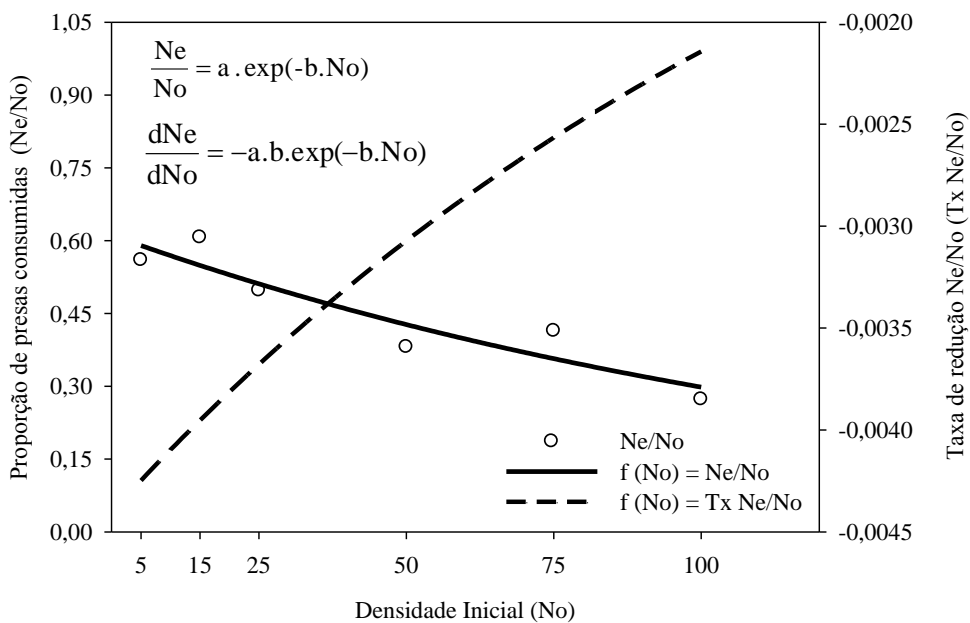


Figura 4 – Proporção média de ovos de *Tetranychus ludeni* consumidos por *Euseius concordis* (F=25,2033; P=0,0074) e a taxa de redução de presas consumidas em função da densidade inicial, em laboratório (25 ± 2°C, 70 ± 10% UR e 12 horas de fotofase).

O predador *N. idaeus*, não seguiu o mesmo padrão apresentado por *E. concordis*, em que a proporção de presas adultas e ovos consumidos, aumentou até a densidade de 50 indivíduos com o aumento da densidade de oferta (Fig. 5 e 6). A taxa de redução do consumo apresentou uma relação inversa à proporção com uma curva sigmóide. As curvas de proporção e taxa de redução mostram que cada predador chega a uma densidade ótima de consumo, não excedendo esta faixa para cada tipo de presa disponível, mesmo havendo alimento disponível.

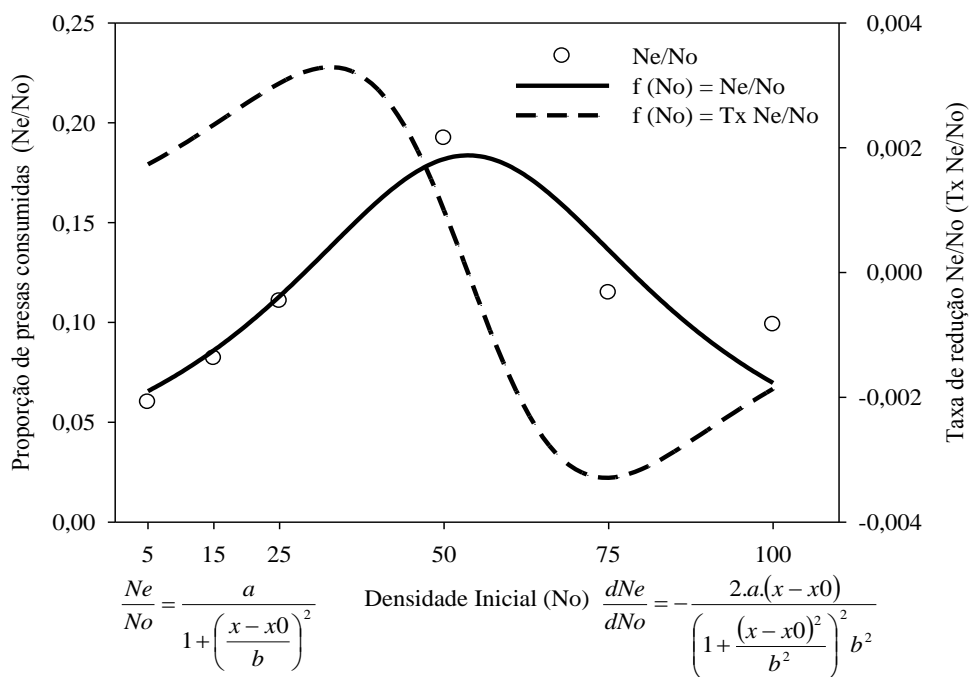


Figura 5 – Proporção média de adultos de *Tetranychus ludeni* consumidos por *Neoseiulus idaeus* (F=8,8536; P=0,0551) e a taxa de redução de presas consumidas em função da densidade inicial.

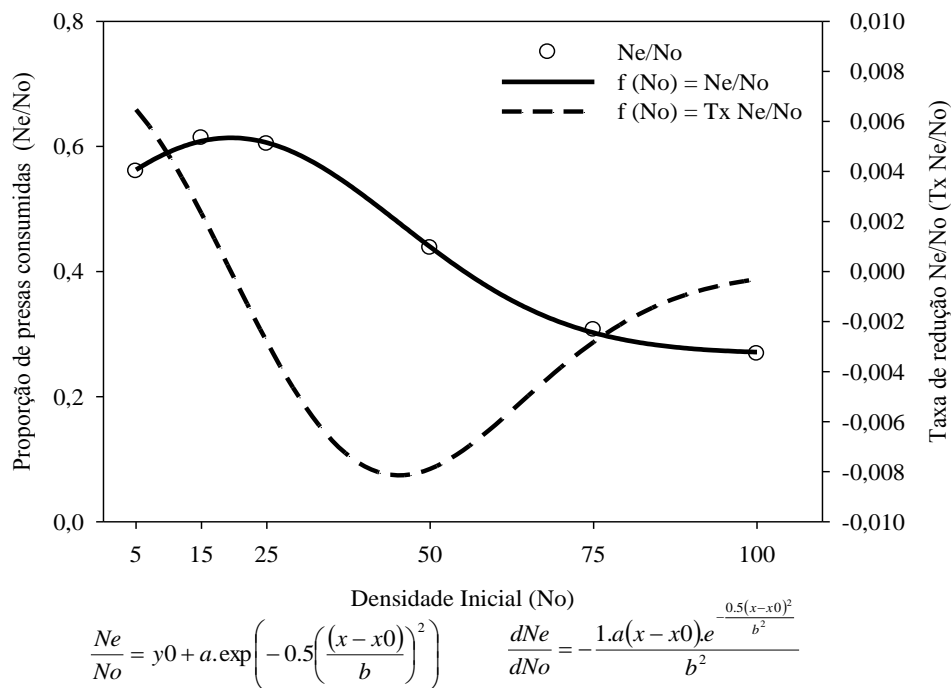


Figura 6 – Proporção média de ovos de *Tetranychus ludeni* consumidos por *Neoseiulus idaeus* (F= 1147,1032; P= 0,0009) e a taxa de redução de presas consumidas em função da densidade inicial, em laboratório (25 ± 2°C, 70 ± 10% UR e 12 horas de fotofase).

Observou-se que as duas espécies de predadores apresentaram resposta funcional do Tipo II (Figura 1 e 2), tanto para consumo de ovos como de adultos de *T. ludeni*, na qual a oferta crescente de alimento leva a uma linha do consumo ascendente (linear) até o atingir um platô, estabilizando-se e transformando-se em uma constante (HOOLLING, 1959). Partindo deste princípio, o consumo de *T. ludeni* por *E. concordis* e *N. idaeus*, em determinado momento atinge um platô, pois os predadores estariam saciados a tal ponto que sua taxa de consumo é limitada, não conseguindo ingerir quantidades além daquelas já consumidas, e ainda, o tempo gasto na manipulação da presa adquirida reduz o tempo disponível para a busca, o que com o passar do tempo acaba por estabilizar a taxa de consumo, tornando-a linear.

Vale salientar ainda que, apesar do tipo resposta funcional dos predadores ter sido o mesmo para os dois estágios avaliados (ovos e adultos), os adultos de *T. ludeni* foram consumidos em menores quantidades (Figura 1 e 2). As características físicas e comportamentais dos diferentes estágios da presa podem influenciar na escolha do estágio a ser consumido pelo predador. Em relação aos ovos, algumas espécies de predadores preferem este tipo de estágio da presa, por ser imóvel e de manuseio mais fácil (FRANCO et al., 2007),

o que pode explicar os resultados obtidos no presente estudo. Entretanto, alguns predadores apresentam dificuldade em romper o seu córion, o que dificulta sua utilização como alimento. Já em relação ao consumo de ácaros adultos, por serem maiores e mais ágeis do que formas jovens, muitas vezes tornam-se mais difíceis de serem manuseados pelo predador (SILVEIRA, 2013).

A resposta funcional do tipo II é citada na literatura como uma resposta frequente em relação a artrópodes predadores (HASSEL, 1978) e já foi registrada para diferentes espécies de Phytoseiidae (SANDNESS; MCMURTRY, 1970; LAING et al., 1974; REIS et al., 2003; ALI et al 2011; XIAO et al., 2013; FERNANDES et al., 2015), sendo o tipo mais comum apresentado por este grupo de predadores. Além disso, predadores com este tipo de resposta apresentam maior potencial como agentes de controle biológico, à medida que a proporção de presas consumidas aumenta com o aumento da sua densidade (SOLOMON, 1949, OATEN; MURDOCH 1975).

No que se refere à resposta numérica observou-se que houve efeito da densidade e estágio da presa na oviposição média de *E. concordis* ( $F=32,73$ ;  $P \leq 0,01$ ) e *N. idaeus* ( $F=19,04$ ;  $P \leq 0,01$ ). A maior média de ovos postos por *E. concordis* foi observada nas densidades de cinco a 50 e de 100 adultos de *T. ludeni*, as quais não diferiram significativamente entre si, demonstrando maior sucesso do predador em converter alimento em prole (Tabela 3). Quando oferecidos ovos de *T. ludeni* a este predador, observou-se que a menor oviposição ocorreu na densidade de cinco indivíduos de *T. ludeni*, ocorrendo o mesmo para a densidade de 100 indivíduos. A menor conversão de alimento em prole por este predador na menor densidade de presas, pode ser explicada pelo fato deste ácaro necessitar consumir um número maior de ácaros neste estágio de desenvolvimento para que se isso se traduza numa conversão maior de prole do que quando consome adultos. Em relação à baixa conversão de presas em prole observada na densidade de 100 indivíduos de *T. ludeni* pode ser explicado pelo fato de nesta densidade o predador ter sido saciado, reduzindo assim o número de presas consumidas e consequentemente sua oviposição. Isso é demonstrado nas curvas de resposta funcional deste predador (Fig. 1), onde o consumo de ovos é maior do que o de adultos em todas as densidades testadas.

À semelhança do observado para *E. concordis*, o predador *N. idaeus* apresentou maior sucesso reprodutivo consumindo como alimento adultos de *T. ludeni* do que ovos, com valor máximo de oviposição na densidade de 25 adultos de *T. ludeni*. Ao se alimentar de ovos de *T. ludeni* este predador não apresentou diferença significativa na conversão do alimento em

prole entre as diferentes densidades de presas oferecidas, exceto em relação à densidade inicial de cinco indivíduos de *T. ludeni*, onde não foi observada oviposição deste predador (Tabela 4).

Os menores valores de oviposição de *E. concordis* e *N. idaeus*, tendo como alimento ovos de *T. ludeni*, pode indicar que o consumo de apenas este estágio da presa, não seja suficiente para uma reprodução satisfatória destes ácaros, mesmo ambos tendo apresentado maior resposta funcional consumindo presas nesta fase do que quando consumiram adultos. Isto também foi observado por Maciel (2014) ao avaliar a resposta funcional de *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) sobre *Tetranychus urticae* Kock (1836), praga de diversas culturas agrícolas, inclusive algodoeiro (MORAES & FLECHTMANN, 2008).

Tabela 3 – Resposta numérica de *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae) alimentado com diferentes densidades de ovos e adultos de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae), em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase).

Densidade da presa ofertada ao predador	Oviposição total (Média $\pm$ Erro-Padrão)	
	Estágio da presa oferecido ao predador	
	Ovos	Adultos
05	0,17 $\pm$ 0,12Bb	9,17 $\pm$ 1,45Aa
15	4,00 $\pm$ 2,13Aba	7,00 $\pm$ 1,05ABb
25	4,67 $\pm$ 2,25Aba	7,50 $\pm$ 1,15Aba
50	6,33 $\pm$ 1,08Aa	6,33 $\pm$ 1,08Aba
75	3,67 $\pm$ 1,04Aba	3,67 $\pm$ 1,04Ba
100	3,33 $\pm$ 0,44Aba	5,50 $\pm$ 0,45Aba

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Tabela 4 – Resposta numérica de *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) alimentado com diferentes densidades de ovos e adultos de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae), em laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase).

Densidade da presa ofertada ao predador	Oviposição total (Média $\pm$ Erro-Padrão)	
	Estágio da presa oferecido ao predador	
	Ovos	Adultos
05	0 $\pm$ 0Bb	4,00 $\pm$ 1,49CDa
15	4,00 $\pm$ 0,68Aba	6,33 $\pm$ 0,77BCDa
25	7,67 $\pm$ 1,93Ab	14,5 $\pm$ 1,26Aa
50	7,00 $\pm$ 1,46Aa	9,00 $\pm$ 0,94Ba
75	4,33 $\pm$ 0,73Aa	3,50 $\pm$ 0,87Da
100	4,83 $\pm$ 0,87Ab	7,67 $\pm$ 0,83BCa

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

As respostas funcional e numérica se encontram associadas, uma vez que ambas são influenciadas pela disponibilidade de presas e se complementam no que se refere à avaliação do potencial de um agente de controle biológico de pragas. Estes dois tipos de resposta são utilizados para caracterizar a eficiência do predador sobre um determinado tipo de presa, pois a proporcionalidade constante entre a resposta numérica indica a eficiência com que o predador converte o alimento consumido em novos predadores (TORRES *et al.* 2004). Desta forma, a resposta funcional, somada ao potencial reprodutivo do predador em função da oferta de presas, contribui com informações importantes sobre os mecanismos relacionados à dinâmica predador-presa (ALJETLAWI *et al.*, 2004, MILONAS *et al.* 2011; FERNANDES *et al.* 2015). Assim, os resultados obtidos no presente estudo demonstram que os predadores *E. concordis* e *N. idaeus* têm potencial para o controle de *T. ludeni* em diferentes densidades, no algodoeiro. Vale salientar, entretanto, que é importante a continuidade dos estudos no sentido de avaliar a interação desses organismos com outros métodos de controle utilizados na cultura, de maneira a otimizar sua utilização em programas de manejo de pragas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, M. P.; NAIF, A. A.; HUANG, D. Prey consumption and functional response of a phytoseiid predator, *Neoseiulus womersleyi*, feeding on spider mite, *Tetranychus macfarlanei*. **Journal of Insect Science**, v.11, n.167, p. 2011.
- COLL, M.; RIDGWAY, R. L. Functional and numerical responses of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthracoridae) to its prey is different vegetable crops. **Annals of the Entomology Society of America**, v.88, n.4, p.732-738. 1995.
- DIAMANTINO, E. P.; CASTELLANI, M. A.; FORTI, L. C.; MOREIRA, A. A.; JOSÉ, A. R. S.; MACEDO, J. A.; OLIVEIRA, F. S.; SILVA, B. S. Seletividade de inseticidas a alguns inimigos naturais na cultura do algodão. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.81, n.2, p.150-158. 2014.
- FRANCO, R. A.; REIS, P. R.; ZACARIAS, M. S.; ALTOÉ, B. F. Potencial de predação de três fitoseídeos *Oligonychus ilicis* (Acari:Tetranychidae) (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae). **Coffee Science**, v.2, n.2, p.175-182. 2007.
- FERNANDES, F. L.; FERNANDES, M. E. SA, LOPES, E. N.; VENZON, M.; DINIZ, J. F. S. D.; SANTOS, L. A. Biological control of phytophagous arthropods in the physic nut tree *Jatropha curcas* L. in Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.37, n.1, p.29-36. 2015.
- FERRAZ, C. S. **Efeito dos tricomas de *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) sobre ácaros fitófagos**. 49 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada – PE. 2011.
- FERRAZ, C. S. **Parâmetros biológicos e potencial de predação de *Euseius citrifolius* sobre *Tetranychus ludeni* em variedades de algodoeiro**. 78f. Dissertação. Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada. 2013.
- FONSECA, P. R. B.; BERTONCELLO, T. F.; RIBEIRO, J. F.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E. Seletividade de inseticidas aos inimigos naturais ocorrentes sobre o solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, p.304-309. 2008.
- HASSEL, M. P. **The dynamics of arthropod predator-prey systems**. Princeton, Princeton University, 131p. 1878.
- HOLLING, C. S. Some characteristics of simple tipos of predation and parasitism. **Canadian Entomologist**, v.91, p.385-3988. 1959.
- JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley: University of California, 614p. 1975.
- JUAN-BLASCO, M.; QURESHI, J. A.; URBANEJA, A.; STANSLY, P. A. Predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae), for biological control of asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Florida Entomology**, v.95, p.543-551. 2012.



- KAPLAN, I.; DIVELY, G. P.; DENNO, R. F. The costs of anti-herbivore defense traits in agricultural crop plants: a case study involving leafhoppers and trichomes. **Ecological Applications**, v.19, n.4, p.864–872. 2009.
- LAINING, J. E.; OSBORN, J. A. L. The effect of prey density on functional and numerical response of three species of predatory mites. **Entomophaga**, v.19 p.267–277. 1974.
- LIVDAHL, T. P.; STIVEN, A. E. Statistical difficulties in the analysis of predator functional response data. **Canadian Entomologist**, v.115, p.1365-1370. 1983.
- McMURTRY, J. A.; MORAES, G. J.; SOURASSOU, N. F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic & Applied Acarology**, v.18, p.297–320. 2013.
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos. 9: 107-110; 10: 209-221. 2008.
- MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (orgs.) **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: MANOLE, p.225-237. 2002.
- MURDOCH, W. W.; OATEN, A. Predation and population stability. **Advances in Ecological Research**, v.9, p.1–131. 1975.
- NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R. A. **Avaliação de danos e identificação prática das pragas do algodoeiro**. Entomologia Econômica. Piracicaba: Esalq, p. 45-86. 1981.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: MANOLE, 609p. 2002.
- PARVIN, M. M.; ASGAR, M. A.; HAQUE, M. M. Voracity of three predators on two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and their developmental stages. **Research Journal of Agriculture and Biological Science**, v.6, p.77-83. 2010.
- PERVEZ, A.; OMKAR. Functional responses of coccinellid predators: An illustration of a logistic approach. **Journal of Insect Science**, v.5, p.01-06. 2005.
- REIS, P. R.; ALVES, E. V. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.565-568. 1997.
- REIS, P. R.; SOUSA, E. O.; TEODORO, A. V.; PEDRO NETO, M. Effect of Prey Density on the Functional and Numerical Responses of Two Species of Predaceous Mites Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, v.32, p.461-467. 2003.

RICKLEFS, R. E. **Economia da Natureza**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. pp.268-287. 2010.

SABELIS, M. W. Predation on Spider Mites, p. 103-129. In: W. HELLE; M. W. SABELIS (orgs.). **Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control**. World Crop Pests Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam p.458. 1985.

SANDNESS, J. N.; J. A. MCMURTRY. Functional response of three species of Phytoseiidae (Acarina) to prey density. **Canadian Entomology**, v.102, p.692-704. 1970.

SANTOS, W. J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. p.403-478. 2007.

SILVA, C. D. Biologia e exigências térmicas do ácaro-vermelho (*Tetranychus ludeni* Zacher) em folhas de algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.573-580. 2002.

SILVA, F. R.; VASCONCELOS, G. J. N.; GONDIM JR, M. G. C.; OLIVEIRA, J. V. Toxicidade de acaricidas para ovos e fêmeas adultas de *Euseius alatus* Deleon (Acari: Phytoseiidae). **Caatinga**, v.19, p.294-303. 2006.

SILVEIRA, E. C. **História de vida de *Euseius concordis* (Chant, 1959) tendo como presa *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1971) (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae)**. Lavras: UFLA. 69p. 2013.

SOLOMON, M.E. The natural control of animal populations. **Journal of Animal Ecology**, v.18, p.1-35. 1949.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods with particular reference to the study of insect populations**. 2 ed. London: Chapman and Hall, p. 542. 1978.

SUEKANE, R.; DEGRANDE, P.E.; LIMA JR, I.S.; KODAMA, C.; KODAMA, E. Seletividade de acaricidas aos predadores *Scymnus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae) e Araneae (Arachnida) em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sob condições de campo. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v.21, p.25-38. 2011.

TORRES, J. B.; SILVA-TORRES, C. S. A.; AND RUBERSON, J. R. Effect of two prey types on life history characteristics and predation rate of *Geocoris floridanus* (Heteroptera: Geocoridae). **Environmental Entomology**, v. 33, p. 964-974, 2004.

TREXLER, J. C.; CHARLES, E. M.; TRAVIS, J. How can the functional response best be determined? **Oecologia**, v.76, p.206-214. 1988.

VERONEZ, B.; SATO, M. E.; NICASTRO, R. L. Toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.4, p.511-518. 2012.

XIAO, Y. F.; OSBORNE, L. S.; CHEN, J. J.; MCKENZIE, C. L. Functional responses and prey-stage preferences of a predatory gall midge and two predacious mites with twospotted spider mites, *Tetranychus urticae*, as host. **Journal of Insect Science**, v.13, n.8, p.01-12. 2013.

## CONCLUSÕES GERAIS

- A preferência de *Tetranychus ludeni* pelas variedades de algodoeiro BRS 201 e BRS Safira, que apresentaram as maiores densidades de tricomas dentre as quatro testadas, indicam que essas estruturas não se caracterizam como uma barreira para o estabelecimento e oviposição deste fitófago no algodoeiro;
- A resposta funcional do tipo II apresentada por *Euseius concordis* e *Neoseiulus idaeus* indica que os mesmos são eficientes na predação de *T. ludeni*, sendo a fase de ovo a mais consumida pelos dois predadores;
- A maior taxa de ataque (a) e menor tempo de manipulação (Th) de ovos de *T. ludeni* por *Euseius concordis* e *Neoseiulus idaeus* são decorrentes, provavelmente, do tamanho e facilidade de manuseio deste estágio de presa por estes predadores;
- A maior conversão alimentar, em sucesso reprodutivo, apresentada por *E. concordis* e *N. idaeus* ao consumir adultos de *T. ludeni* pode ser um indicativo de que o consumo exclusivo de ovos pelos predadores não se traduz numa oviposição satisfatória.
- Os predadores testados podem desempenhar importante papel no controle de *T. ludeni*, devendo ser considerados como uma ferramenta no manejo integrado pragas da cultura algodoeira.