

JÉSSICA FARIA COSTA

PARÂMETROS BIOLÓGICOS E POTENCIAL DE PREDACÃO DE *STETHORUS SP.*
GORDON (COL: COCCINELLIDAE) SOBRE *TETRANYCHUS BASTOSI* TUTTLE,
BAKER & SALES, 1977 (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM PINHÃO-MANSO

Serra Talhada-PE

2016

JÉSSICA FARIA COSTA

PARÂMETROS BIOLÓGICOS E POTENCIAL DE PREDACÃO DE *STETHORUS SP.*
GORDON (COL: COCCINELLIDAE) SOBRE *TETRANYCHUS BASTOSI* TUTTLE,
BAKER & SALES, 1977 (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM PINHÃO-MANSO

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: Prof. Dr. Claudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira

Serra Talhada-PE

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

JÉSSICA FARIA COSTA

PARÂMETROS BIOLÓGICOS E POTENCIAL DE PREDACÃO DE *STETHORUS SP.*
GORDON (COL: COCCINELLIDAE) SOBRE *TETRANYCHUS BASTOSI* TUTTLE,
BAKER & SALES, 1977 (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM PINHÃO-MANSO

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.

APROVADO em ____/____/____.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Claudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira – UAST/UFRPE
Orientadora

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

Prof. Dr. Thieres George Freire da Silva – UAST/UFRPE
Examinador Interno

Prof. Dr. Cesar Auguste Badji – UAG/UFRPE
Examinador Externo

Aos meus pais Rosângela e José Edson e
ao meu marido Rodrigo com todo amor,
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre ter iluminado os meus caminhos e guiado os meus passos, sendo a minha força, auxílio e amparo.

Aos meus pais que acreditaram em mim. Por terem abdicado de tantos sonhos seus para realizarem os meus, sem medirem esforços nem desanimarem diante dos obstáculos. Amo vocês!

À meu querido marido Rodrigo, pelo amor, compreensão, carinho e incentivo. Te amo meu bem!

Aos meus orientadores Claudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira e Carlos Romero Ferreira de Oliveira pelos ensinamentos. Serei sempre grata!

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFRPE pelos conhecimentos transmitidos. Especialmente ao Prof. Dr. Thieres George Freire da Silva pelo auxílio na estatística.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Professor Dr. Adriano pela atenção prestada;

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

Aos amigos da turma do mestrado 2014.2 e demais contemporâneos;

Aos colegas do Laboratório de Entomologia da UFRPE/UAST pela colaboração e companheirismo;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal pela realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida e pelo suporte para a realização deste trabalho.

Algo só é impossível até que alguém duvide e acabe provando o contrário.

(Albert Einstein)

RESUMO GERAL

Os coccinelídeos predadores se destacam como um dos mais importantes grupos de inimigos naturais empregados no controle biológico de artrópodes pragas. A joaninha predadora *Stethorus sp.* (Col: Coccinellidae) foi recentemente constatada no semiárido de Pernambuco associada a plantas de pinhão-manso *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) infestadas com o ácaro-vermelho *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae). Os predadores deste grupo são especializados em ácaros, principalmente tetraniquídeos, e são utilizados com sucesso em programas de controle biológico em diversas culturas ao redor do mundo. Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial do predador *Stethorus sp.* no controle de *T. bastosi*. Os testes foram desenvolvidos no Núcleo de ecologia de Artrópodes (NEA) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE), sob condições controladas ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase). Na etapa 1 foi avaliado o desenvolvimento e parâmetros de tabela de vida de fertilidade de *Stethorus sp.* alimentado com *T. bastosi*. Para a avaliação da biologia e tabela de vida 30 ovos foram individualizados em discos (5 cm Ø) de folhas de pinhão-manso, sendo observada, a cada 24h, a duração dos seus estágios de desenvolvimento (ovo a adulto) alimentados com *T. bastosi*. Ao atingirem a fase adulta, nas arenas com fêmeas foi adicionado um macho adulto, para acasalar. A partir daí foi registrado a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, fecundidade e fertilidade das fêmeas, sobrevivência e longevidade de fêmeas e machos e razão sexual da progênie. Os dados obtidos foram utilizados para o cálculo dos parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *Stethorus sp.*. Os experimentos foram montados no delineamento inteiramente casualizado com 30 repetições e os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O ciclo médio de vida das fêmeas de *Stethorus sp.* foi de 12,2 dias e o dos machos, de 12,6 dias. A razão sexual foi 0,57 e a longevidade média das fêmeas de 57,9 dias, com produção média de 101,1 ovos por fêmea. Os parâmetros de tabela de vida de *Stethorus sp.* obtidos foram: taxa líquida de reprodução (R0), 53,05 indivíduos; duração média das gerações (T), 17,09 dias; taxa intrínseca de crescimento (rm), 0,23 fêmea por fêmea por dia; razão finita de aumento (λ), 1,26 indivíduos por fêmea; e tempo para duplicação da população (Td), 2,98 dias. Na etapa 2 foi avaliada a resposta funcional e numérica (predação/oviposição em função de diferentes densidades de presas) de *Stethorus sp.* sobre as fases (ovos, larva, ninfa e adultos) de *T. bastosi*. Os experimentos foram realizados em laboratório com fêmeas adultas de *Stethorus sp.*,

individualizadas em arenas de folha de pinhão manso (5 cm Ø). Foram oferecidas, separadamente, as fases de *T. bastosi* como presa nas seguintes densidades: 05, 25, 50, 75 (5 repetições) 100 e 200 (3 repetições), com reposição das presas mortas a cada avaliação. A cada seis horas, por um período de 24 horas, avaliou-se o número de presas mortas e, a cada 24 horas durante cinco dias a fecundidade de *Stethorus sp.* quando ofertados ovos ou adultos de *T. bastosi*. Os dados do consumo diário de presas foram submetidos à análise de regressão e os do número de ovos/fêmea foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se que o predador *Stethorus sp.* apresenta resposta funcional do tipo III predando ovos e larvas de *T. bastosi*, e tipo II para ninfas e adultos de *T. bastosi*, com maior consumo de ovos e larvas de *T. bastosi* nas densidades mais elevadas. Ao analisar o tempo de manipulação (T_h) e taxa de ataque (α) de *Stethorus sp.*, observou-se que a maior taxa de ataque ocorreu em ovos e larvas deste fitófago. Além disso, o tempo de manipulação da presa apresentou-se inversamente proporcional a taxa de ataque, onde, *Stethorus sp.* gastou maior tempo manipulando adultos e ninfas. A resposta numérica de fêmeas de *Stethorus sp.* apresentou maior sucesso reprodutivo quando exposta à densidade de adultos de *T. bastosi* mais elevada (100), colocando em média $23 \pm 1,00$ ovos. Porém quando alimentados com ovos, não houve oviposição em nenhuma das densidades da praga ofertada. Desta forma, a resposta funcional, somada ao potencial reprodutivo do predador em função da oferta de presas, mostra que *Stethorus sp.* tem potencial para controle de *T. bastosi*, com preferência por estágios imaturos (ovos e larvas) da praga. No entanto, é importante a continuidade dos estudos comportamentais de *Stethorus sp.* e de seu potencial como agente de controle biológico, de maneira a otimizar sua utilização em programas de manejo de pragas.

Palavras-chave: *Jatropha curcas*, Ácaro vermelho, Controle biológico, Biologia, Resposta funcional.

GENERAL ABSTRACT

The coccinellids predators stand out as one of the most important groups of natural enemies used in biological control of arthropod pests. The ladybird predator *Stethorus* sp. (Col: Coccinellidae) was recently found in the semiarid region of Pernambuco associated with *Jatropha* plant *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) infested with the red spider mite *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae). Predators of this group specialize in mites, especially spider mites, and are successfully used in biological control programs in various cultures around the world. Therefore, this study aimed to evaluate the potential predator *Stethorus* sp. in control of *T. bastosi*. The tests were developed in Arthropod Ecology (NEA) of the Academic Unit of Serra Talhada (UAST / UFRPE) under controlled conditions (27 ± 2 ° C, $70 \pm 10\%$ RH and 12 hours photoperiod). In step 1 was evaluated the development and parameters of fertility life table *Stethorus* sp. fed *T. bastosi*. For the assessment of biology and life table 20 predator females were kept in *jatropha* leaves to lay eggs for a period of 24 hours, in order to obtain eggs with standardized age. Then were individualized 30 eggs discs (5 cm Ø) of *jatropha* leaves, being observed every 24 hours, the duration of their developmental stages (egg to adult) fed *T. bastosi*. When they reach adulthood, the arenas with female adult male was added to mate. From there it was recorded the duration of periods of pre-oviposition, oviposition, post-oviposition, fecundity and fertility of females, survival and longevity of females and males and sex ratio of offspring. The data were used to calculate the parameters of *Stethorus* sp. fertility life table. The experiments were performed in a completely randomized design with 30 repetitions and data submitted to analysis of variance and the means compared by Tukey test at 5% probability. The average life cycle of *Stethorus* sp. females was 12.2 days and the males, 12.6 days. The sex ratio was 0.57 and the average longevity of females of 57.9 days, with average production of 101.1 eggs per female. The life table parameters of *Stethorus* sp. obtained were: net reproductive rate (R0), 53.05 individuals; average duration of generations (T), 17.09 days; intrinsic growth rate (rm), female 0.23 per female per day; finite rate of increase (λ), 1.26 individuals per female; and in population doubling time (Td), 2.98 days. In step 2 we evaluated the functional and numerical response (predation / oviposition due to different prey densities) *Stethorus* sp. on stages (egg, larva, nymph and adult) *T. bastosi*. The experiments were performed in the laboratory with adult females of *Stethorus* sp., individualized in *Jatropha* leaf arenas (5 cm Ø). They were offered separately the phases of *T. bastosi* as prey in the following densities: 05, 25, 50, 75 (5

repetitions) 100 and 200 (3 repetitions), with replacement of the prey killed each evaluation. Every six hours, for a period of 24 hours, the number of dead fangs and evaluated every 24 hours for five days fertility *Stethorus sp.* when offered eggs or adult *T. bastosi*. Data from the daily consumption of prey were submitted to regression analysis and the number of eggs / female were subjected to analysis of variance and the means compared by Tukey test at 5% probability. It was observed that the predator *Stethorus sp.* shows functional response type II, with higher consumption of eggs and larvae of *T. bastosi* when they are at high densities (158.33 147.00 eggs and larvae density of 75 and 200 respectively). The numerical response *Stethorus sp.* showed higher reproductive success in the density of 100 adult *T. bastosi* (23,00 eggs). But when fed eggs, hear oviposition in any of the densities offered plague. Thus, the functional response, coupled with the reproductive potential of the predatory depending on the supply of prey shows that *Stethorus sp.* has a potential to control bastosi at high densities and preferably by immature stages (eggs and larvae) of the pest. However, the continuity of behavioral studies of *Stethorus sp.* and its potential as a biological control agent is important in order to optimize their use in pest management programs.

Keywords: *Jatropha curcas*, Red Mite, Biological control, biology, functional response.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1. Estágios de desenvolvimento de *Stethorus sp.*, A: ovo, B: larva, C: pupa, D: adultos. Alimentados com *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)..... 31

Figura 2. Probabilidade de sobrevivência (lx), expresso em porcentagem e fertilidade específica (mx), expresso em nº médio de ovos/dia de fêmeas adultas de *Stethorus sp.* alimentadas com *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)..... 35

CAPITULO II

Figura 1. Resposta funcional de fêmeas adultas de *Stethorus sp.* (Col: Coccinelidae) quando oferecidos todos os estágios de *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae), sob folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em laboratório ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase). Os pontos no gráfico mostram o número médio de indivíduos consumidos em cada densidade inicial de presas disponíveis. 50

Figura 2. Proporção de presas consumidas por fêmeas adultas de *Stethorus sp.* em seis densidades de *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)..... 49

Figura 3. Relação entre a ECI (eficiência da conversão de alimento ingerido) de fêmeas de *Stethorus sp.* em diferentes densidades de adultos de *T. bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)..... 53

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

Tabela 1. Duração (média \pm erro padrão) dos estágios biológicos *Stethorus sp.* alimentados com *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*)..... 31

Tabela 2. Duração, em dias dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e número de ovos colocados pelas fêmeas de *Stethorus sp.* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase), quando alimentadas com *T. bastosi* em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) 32

Tabela 3. Tabela de vida de fertilidade de *Stethorus sp.* se alimentando de *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*). 33

Tabela 4. Parâmetros biológicos de *Stethorus sp.* alimentados com *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). 36

CAPITULO II

Tabela 1. Médias (\pm erro-padrão) de consumo de fêmeas de *Stethorus sp.* alimentadas por 24h em diferentes densidades da presa *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). 48

Tabela 2. Média (\pm erro-padrão) da taxa de ataque (α) e tempo de manipulação (T_h) de *Stethorus sp.* se alimentando de *Tetranychus bastosi* (ovo, larva, ninfa e adulto) durante 24h de exposição (T) e número estimado de presas consumidas nesse período (T/T_h) em laboratório ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase) sob folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). 51

Tabela 3. Oviposição diária e total (\pm erro-padrão) de fêmeas adultas de *Stethorus sp.* se alimentando de adultos de *T. bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). 52

SUMÁRIO

1 - APRESENTAÇÃO	15
2 – REFERÊNCIAS	19

CAPÍTULO 1 – BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE <i>Stethorus sp.</i> GORDON SOBRE (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) <i>Tetranychus bastosi</i> TUTTLE, BAKER & SALES (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM PINHÃO-MANSO	22
---	----

RESUMO	22
1 - INTRODUÇÃO	24
2 - MATERIAL E MÉTODOS	25
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4 - REFERÊNCIAS	38

CAPÍTULO 2 – RESPOSTA FUNCIONAL E NÚMERICA DE <i>Stethorus sp.</i> GORDON (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) SOBRE <i>Tetranychus bastosi</i> TUTTLE, BAKER & SALES (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM PINHÃO-MANSO	43
---	----

RESUMO	43
1 - INTRODUÇÃO	45
2 - MATERIAL E MÉTODOS	47
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4 - REFERÊNCIAS	55

1 - APRESENTAÇÃO

O controle biológico é um dos principais componentes do manejo integrado de pragas e consiste na utilização de inimigos naturais como parasitóides, predadores e entomopatógenos para manter o equilíbrio populacional de pragas nos agroecossistemas. Esse método pode ser classificado como controle biológico natural, clássico ou aplicado de acordo com o procedimento básico adotado na sua implementação que correspondem, respectivamente, à conservação, introdução ou multiplicação de inimigos naturais (ANN, 2004).

Dentre os inimigos naturais, os predadores são considerados a primeira linha de defesa das plantas contra insetos fitófagos (WHITCOMB, 1981). Nesse grupo destaca-se a família Coccinellidae, que compreende os insetos popularmente conhecidos como joaninhas, cuja grande maioria apresenta hábito predador e são amplamente empregadas no controle biológico de pragas como pulgões, moscas-brancas, psílídeos, tripses, ácaros e cochonilhas (HODEK; HONEK 2009; OBRYCKI et al., 2009).

Os coccinelídeos especializados em predação de ácaros (principalmente Tetranychidae) são aqueles pertencentes à tribo Stethorini (GONZÁLEZ, 2006). De acordo com Biddinger et al., (2009) a tribo Stethorini tem cerca de 90 espécies em dois gêneros: *Stethorus* e *Parastethorus*. Dentro da tribo foram relatadas que 40% das espécies atacam ácaros de importância econômica (CHAZEAU, 1985).

Os representantes da tribo Stethorini são pequenos (1-1,5 mm) e pilosos, uma adaptação para ajudar o forrageamento dentro da teia de alguns Tetraniquídeos. Os ovos são alongados e de cor variada, colocados longitudinalmente na parte inferior das folhas. As larvas apresentam quatro estádios larvais, e as pupas são uniformemente marrons, recoberta por cerdas (CHAZEAU, 1985; BIDDINGER, 2009).

Muitas dessas espécies são consideradas como ótimos agentes de controle biológico principalmente devido à sua voracidade. Seu grau de adaptação e eficiência em controlar populações de ácaros varia conforme a espécie e as condições ambientais (RAGKOU et al., 2004). Outras razões pelas quais esses insetos são considerados bons agentes de controle são o longo tempo de vida dos adultos, a habilidade dos adultos de rapidamente migrarem para as culturas e a habilidade de alimentarem-se de outras fontes de alimento até que as populações de ácaros sejam relativamente altas nas plantações (BIDDINGER et al., 2009).

O melhor caso documentado e de maior sucesso de controle biológico envolvendo Stethorini é o de *Stethorus punctum* (LeConte) para controlar ácaros em pomares de maçãs e pêssegos nos EUA durante a década de 70. O programa reduziu a utilização de acaricidas permitindo a economia de cerca de US\$20 milhões durante 25 anos (CHAZEAU, 1985; BIDDINGER et al., 2009). A espécie *Stethorus nigripes* Kapur foi introduzida na Califórnia, EUA, na década de 70 para controlar ácaros de plantações de amêndoas (HOY; SMITH, 1982). McMurtry e Johnson (1966) observaram *Stethorus picipes* controlando populações do ácaro do abacate *Oligonychus punicae* antes que os danos à produção se tornassem severos.

Os métodos utilizados pelos adultos de Stethorini para encontrar as populações de ácaros ainda são pouco compreendidos, porém algumas evidências apontam para a combinação da utilização dos órgãos visuais e olfativos. Já as larvas detectam suas presas geralmente através do tato (MCMURTRY et al., 1970). Apesar de serem considerados predadores especialistas, muitas espécies dessa tribo atuam como generalistas e são capazes de dispersar diversas plantas e se alimentar de múltiplas espécies de ácaros.

Dentro da Tribo Stethorini, várias espécies têm sido relatadas com agentes de controle biológico eficazes de tetraniquídeos, uma vez que vêm sendo amplamente estudado, principalmente em pesquisas voltadas ao controle de ácaros tetraniquídeos em diversas culturas ao redor do mundo (BISWAS et al., 2007; ARBABI, 2009; BAKR et al., 2009; REYES et al., 2010). Tanto as larvas quanto os adultos possuem uma grande voracidade e atividade de busca por alimento e ocupam todos os ambientes de suas presas (HODEK, 1973).

Ácaros Tetranychidae, englobam cerca de 60% das espécies de ácaros fitófagos de importância mundial (Aguiar-Menezes, 2007). No Brasil, os tetraniquídeos são considerados um dos principais ácaros praga, por atacar diversas espécies de plantas cultivadas de valor econômico e os danos a elas causados. Como em cultivos extensivos de algodão pelo ácaro-rajado *Tetranychus urticae*, e pelo ácaro vermelho *Tetranychus ludeni*, *T. mexicanus* e *T. bastosi*. No café pelo ácaro vermelho *Oligonychus illici*, onde níveis altos de infestação causam desfolha e redução da produção. Agravados com a aplicação de piretroides para controle, que podem levar ao aumento populacional desse ácaro devido ao efeito deletério desses produtos sobre os inimigos naturais (Oliveira, 1984) livro. Assim como no Feijão, mandioca, milho e soja por *Tetranychus urticae*. (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Em Frutíferas (Mamão e Uva) e Hortaliças (Melancia, Melão e Morango) também são considerados pragas e causam sérios danos as culturas (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

No Nordeste, ácaros tetraníquideos, com estaque para *Tetranychus bastosi* foram encontrados infestando *Carica papaya* L. (mamão), *Jatropha curcas* L. (pinhão manso), *J. gossypifolia* (pinhão roxo), *J. mollissima* (Pohl) Baill (pinhão bravo), *Manihot esculenta* Crantz (mandioca) e *Phaseolus vulgaris* L. (feijão comum), comprometendo a produtividade das culturas. (MORAES; FLECHTMANN, 1981; VERONA, 2010).

Tetranychus bastosi foi também encontrado na região Centro-Oeste, no Distrito Federal, infestando *I. batatas* e *M. rubra* (MENDONÇA, 2009). Na região Norte, ele foi constatado no estado de Tocantins sobre *J. curcas* e *Sida urens* L. (RODRIGUES, 2010; CRUZ et al., 2012). Na região Sudeste existem registros de sua presença em Minas Gerais sobre *C. papaya*, *Curcubita* sp. (abobora) e *Gossypium barbadense* L. (algodão bravo) (MENDONÇA, 2009) e em São Paulo há registros de sua ocorrência, também, infestando *J. curcas* (VERONA, 2010).

T. bastosi ocorrem preferencialmente na superfície abaxial da folha, quando em alta infestação, podem ser encontrados nas duas superfícies da folha (VASCONCELOS, 2011), tecendo teias em uma quantidade apreciável e alimentando-se do conteúdo celular, causando o amarelecimento e, ocasionalmente, morte prematura das folhas. Esta espécie ataca toda a planta, se alimentando do conteúdo celular extravasado das células perfuradas pelas quelíceras em forma de estiletos, causando pontuações necróticas no limbo foliar, evoluindo para necrose generalizada até a queda da folha (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

A teia do ácaro-vermelho é um importante parâmetro a ser considerado em estudos de seleção de agentes de controle biológico. Além de prejudicar a arquitetura da planta hospedeira, ela reduz a taxa fotossintética, facilita a dispersão dos ácaros fitófagos para novas plantas e compromete a ação dos inimigos naturais (VENZON et al., 2009).

Dentre as culturas atacadas por *T. bastosi*, destaca-se o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) Euphorbiaceae que vem sendo apontada como uma das culturas mais promissoras para a produção de biodiesel na região Nordeste do Brasil (CASTRO, 2011). Em Pernambuco, há registros de *T. bastosi* infestando plantas dessa espécie (BARROS, 2013; MARQUES, 2014). Sendo considerado uma praga potencial para a cultura devido às injúrias causadas como redução e encarquilhamento do limbo foliar e suas densas populações (SANTOS et al., 2006; SANTOS; SILVA-MANN; BOARI, 2010).

No entanto, muito pouco é conhecido desta planta, em relação à sua fisiologia, aspectos agrônômicos e sua fauna associada. Somente nos últimos 30 anos, é que estudos

agronômicos foram iniciados, já que se trata de uma planta ainda não domesticada (SATURNINO et al., 2005).

Tradicionalmente, ácaros tetraniquídeos são controlados com acaricidas, que, em muitas vezes são aplicados inadequadamente, provocando em alguns casos, o desenvolvimento de resistência dos ácaros-praga e elevada mortalidade de inimigos naturais (MORAES; FLECHTMANN, 2008; NICASTRO et al., 2010; VERONEZ et al., 2012).

Levando em consideração esses aspectos, atualmente o controle biológico assume importância cada vez maior em programas de manejo integrado de pragas (MIP), principalmente em um momento em que se discute muito a produção integrada rumo a uma agricultura sustentável. Nesse contexto, o controle biológico, utilizado de forma associada a outros métodos, como o cultural, o físico, o de resistência de plantas a insetos e os comportamentais (feromônios), que podem até ser harmoniosamente integrados com métodos químicos pouco agressivos, constituem um dos pilares de sustentação de qualquer programa de MIP (GALLO et al., 2002; PARRA et al., 2002).

Neste contexto, coccinelídeos da tribo Stethorini são inimigos naturais que podem ser promissores para controlar *T. bastosi*, uma vez que são utilizados com sucesso em programas de controle biológico de ácaros-praga em diversas culturas ao redor do mundo e sua presença foi registrada através da joaninha predadora *Stethorus sp.*, no semiárido pernambucano associada a plantas de pinhão-manso infestadas com *T. bastosi* (COSTA et al., 2015 dados não publicados).

No entanto pouco se sabe sobre os aspectos biológicos de *Stethorus sp.* e seu potencial como agente de controle biológico de *T. bastosi* no Brasil e estudos voltados a essas áreas são inexistentes até o momento na cultura do pinhão-manso. Assim, considerando a importância de artrópodes predadores no controle de pragas agrícolas, faz-se necessário estudos que busquem conhecer e avaliar o potencial de inimigos naturais na regulação populacional de pragas que ocorrem na cultura do pinhão-manso, para que possam ser traçados programas de manejo eficientes para a cultura.

Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial do coccinelídeo predador *Stethorus sp.* no controle do ácaro-praga *Tetranychus bastosi* na cultura do pinhão manso da região semiárida do Brasil. No capítulo 1 avaliou-se os parâmetros biológicos e da tabela de vida de *Stethorus sp.* se alimentando de *T. bastosi* em pinhão manso. Já no capítulo 2 foi avaliado a resposta funcional e numérica de *Stethorus sp.* sobre todas as fases (ovos, larva, ninfa e adultos) de *T. bastosi* na referida cultura.

2 – REFERÊNCIAS

ARBABI, M. Biology of *Stethorus punctillum*, a Potential Predator of *Tetranychus ludeni*. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 3, p. 95-100, 2008.

AGROFIT, **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2013. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>. Acesso em: 22 maio. 2016.

AGUIAR-MENEZES, E. L.; AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F. M.; BARSANULFO, E. Ácaros: Taxonomia, Bioecologia e sua Importância Agrícola. **Embrapa Agrobiologia**, 24 p., 2007.

ANN, H. 2004. **Natural enemies: an introduction to biological control**. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 378p.

BAKR, R. F. A.; GESRAHA, M. A.; GENIDY NOHA A. M.; FARAG, N. A.; ELBEHERY, H. A. Food consumption of the coccinellid predator, *Stethorus punctillum* reared on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* under different constant temperatures. **Egypt. Acad. J. biolog. Sci.** v. 2, p. 17-22, 2009.

BARROS, A. M. F. **Aspectos bioecológicos e populacionais de *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae) em pinhão-mansão no Semiárido Pernambucano**. 2013, 46 f. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Garanhuns, PE.

BIDDINGER, D.J., HULL, L.A. Survey of Pennsylvania apple orchards for a mite predator to give effective and sustainable control of spider mites. **Penn Fruit News**, v. 85, p. 23-28, 2005.

BIDDINGER, D.J.; WEBER, D.C.; HULL, L.A. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in biological control. **Biological Control**, p. 268-283, 2009.

BISWAS, G. C.; ISLAM, W.; HAQUE, M. M. Biology and predation of *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Tetranychus urticae* Koch. **J. bio-sci.**, v. 15, p. 1-5, 2007.

CHAZEAU, J. Predaceous insects. In: W. HELLE; M.W. SABELIS (eds.). **Spider mites, their biology, natural enemies and control**. Elsevier, Amsterdam, 1985. p. 211-246.

CRUZ, W. P.; SARMENTO, R. A.; TEODORO, A. V.; ERASMO, E. A. L; MARÇAL NETO P.; IGNACIO, M.; FONTENELE JUNIOR, D. F. Acarofauna em cultivo de pinhão-mansão e plantas espontâneas associadas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.47. n. 3, 2012.

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

GONZÁLEZ, G. 2006. **Los Coccinellidae de Chile** [online]. Disponível em: <<http://www.coccinellidae.cl>>. Acesso em nov. 2014.

HODEK, I. 1973. **Biology of Coccinellidae**. Academia, Prague & Dr W. Junk, The Hague. 260p.

HODEK, I.; A. HONEK. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. **Biological Control**, v. 51, p. 232-243, 2009.

HOY, M.A.; SMITH, K.B. Evaluation of *Stethorus nigripes* (Col.: Coccinellidae) for biological control of spider mites in California almond orchards. **Entomophaga**, v. 27, p. 301-310, 1982.

MARQUES, C. C. 2014, 50 f. **Acarofauna em pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.): levantamento e estudos para controle biológico de *Tetranychus bastosi* Tutler, Baker & Sales**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

MCMURTRY, J.A.; HUFFAKER, C.B.; VAN DE VRIE, M. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review: I. Tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices. **Hilgardia**, v. 40, p.331-390, 1970.

MCMURTRY, J.A.; JOHNSON, H.G. Studies on natural control of the avocado brown mite. **California Avocado Society Yearbook**, v. 50, p. 112-117, 1966.

MENDONÇA, R. S. **Estudos Taxonômicos de Ácaros Tetranychideos no Brasil e Filogenia e Estrutura Genética do Ácaro Rajado *Tetranychus urticae* Koch, Inferidas a partir de Sequências do DNA Ribossômico e Mitocondrial**. 2009, 255 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) Universidade de Brasília.

MORAES G.J.; FLECHTMANN H.W. (2008) **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. 1 ed. Ribeirão Preto: Holos. 2008.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. Ácaros fitófagos do Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 16, p. 177-186, 1981.

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.

OBRYCKI, J.J.; T.J. KRING. Predaceous Coccinellidae in biological control. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 43, p. 295-321, 1998.

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.

RAGKOU, V.S.; ATHANASSEIOU, C.G.; KAVALLIERATOR, N.G. & TOMANOVIC, Z. Daily consumption and predation rate of different *Stethorus punctillum* instars feeding on *Tetranychus urticae*. *Phytoparasitica*, v. 32, p. 154-159, 2004.

REYES, J. C.; GONZÁLEZ, G. F.; KONDO, T. First record of the spider mite predator, *Stethorus sp. gordon* (Coleoptera: Coccinellidae) preying upon the red avocado mite, *Oligonychus yothersi* Mcgregor (Acari: Tetranychidae). **Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle**, v. 11, p. 15-19, 2010.

RODRIGUES, D. M. **Acarofauna e Potencial de Ácaros Predadores no Controle de ácaros-praga em pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) no Estado do Tocantins**. 2010. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Tocantins. Campus Universitário de Gurupi.

SANTOS, H. O.; SILVA-MANN, R.; BOARI, A. J. *Tetranychus bastosi* TUTTLE, BAKER & SALES (Prostigmata: Tetranychidae) mites on *Jatropha curcas* (Linnaeus) in Sergipe State, Brazil. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 153-155, 2010.

SANTOS, H. O.; SILVA-MANN, R.; PODEROSO, J. C. M.; OLIVEIRA, A. S.; CARVALHO, S. V. A.; BOARI, A. J.; RIBEIRO, G. T.; NAVIA, D. **O ácaro *Tetranychus bastosi* TUTTLE, BAKER & SALES (Prostigmata: Tetranychidae) Infestando ermoplasma Nativo de *Jatropha* sp. no Estado do Sergipe, Brasil**. In: 2º Congresso Brasileiro de Mamona, Sergipe. 2006.

VASCONCELOS, G. J. N. **Diversidade de ácaros em agrossistemas e testes para controle alternativo do ácaro branco, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae), na região de Manaus, Amazonas**. 2011. 59 f. Tese (Doutorado em Ciências) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VENZON, M.; LEMOS, F.; SARMENTO, R. DE A.; ROSADO, M. C.; PALLINI, A. Predação por coccinélídeos e crisopídeos influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, p. 1086-1091, 2009.

VERONA, R. L. C. **Ácaros Associados à *Jatropha* spp. (Euphorbiaceae) no Brasil**. 2010, 71 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, SP.

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

WHITCOMB, W.H. The use of predators in insect control. In: Pimentel, D. (ed.), **CRC Handbook of pest management in agriculture**. vol. 1, Boca Raton, 1981, 597p.

CAPÍTULO 1 – BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE *Stethorus sp.* GORDON SOBRE (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) *Tetranychus bastosi* TUTTLE, BAKER & SALES (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM PINHÃO-MANSO

RESUMO

O estudo dos parâmetros biológicos é de grande valia para a compreensão da dinâmica populacional de uma espécie, uma vez que permite uma visão integrada das características biológicas de uma população, sob condições ambientais determinadas. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento e parâmetros de tabela de vida de fertilidade de *Stethorus sp.* alimentado com *T. bastosi*. Para a avaliação da biologia e tabela de vida 20 fêmeas do predador foram mantidas em folhas de pinhão-manso para ovipositar, por um período de 24h, de maneira a se obter ovos com idade padronizada. Em seguida, foram individualizados 30 ovos em discos (5 cm Ø) de folhas de pinhão-manso, sendo observada, a cada 24h, a duração dos seus estágios de desenvolvimento (ovo a adulto) alimentados com *T. bastosi*. Ao atingirem a fase adulta, nas arenas com fêmeas foi adicionado um macho adulto, para acasalar. A partir daí foi registrado a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, fecundidade e fertilidade das fêmeas, sobrevivência e longevidade de fêmeas e machos e razão sexual da progênie. Os dados obtidos foram utilizados para o cálculo dos parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *Stethorus sp.*. Os experimentos foram montados no delineamento inteiramente casualizado com 30 repetições e os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O ciclo médio de vida das fêmeas de *Stethorus sp.* foi de 12,2 dias e o dos machos, de 12,6 dias. A razão sexual foi 0,57 e a longevidade média das fêmeas de 57,9 dias, com produção média de 101,1 ovos por fêmea. Os parâmetros de tabela de vida de *Stethorus sp.* obtidos foram: taxa líquida de reprodução (R0), 53,05 indivíduos; duração média das gerações (T), 17,09 dias; taxa intrínseca de crescimento (rm), 0,23 fêmea por fêmea por dia; razão finita de aumento (λ), 1,26 indivíduos por fêmea; e tempo para duplicação da população (Td), 2,98 dias. Dessa forma, *Stethorus sp.* apresenta um crescimento satisfatório quando criado com *T. bastosi*. Sendo essas informações de suma importância, pois contribuem para o conhecimento e avaliação de um possível agente de controle biológico para *T. bastosi* na cultura do pinhão-manso.

Palavras-chave: Parâmetros biológicos, *Jatropha curcas*, Stethorini, Ácaro-vermelho, Tetranychidae.

ABSTRACT

The study of biological parameters is of great value for understanding the population dynamics of a species, since it allows an integrated view of the biological characteristics of a population, under certain environmental conditions. In this sense, the objective of this study was to evaluate the development and parameters of fertility life table *Stethorus sp.* fed *Tetranychus bastosi*. For the assessment of biology and life table 20 predator females were kept in jatropha leaves to lay eggs for a period of 24 hours, in order to obtain eggs with standardized age. Then were individualized 30 eggs discs (5 cm Ø) of jatropha leaves, being observed every 24 hours, the duration of their developmental stages (egg to adult) fed *T. bastosi*. When they reach adulthood, the arenas with female adult male was added to mate. From there it was recorded the duration of periods of pre-oviposition, oviposition, post-oviposition, fecundity and fertility of females, survival and longevity of females and males and sex ratio of offspring. The data were used to calculate the parameters of *Stethorus sp.* fertility life table. The experiments were performed in a completely randomized design with 30 repetitions and data submitted to analysis of variance and the means compared by Tukey test at 5% probability. The average life cycle of *Stethorus sp.* females was 12.2 days and the males, 12.6 days. The sex ratio was 0.57 and the average longevity of females of 57.9 days, with average production of 101.1 eggs per female. The life table parameters of *Stethorus sp.* obtained were: net reproductive rate (R_0), 53.05 individuals; average duration of generations (T), 17.09 days; intrinsic growth rate (rm), female 0.23 per female per day; finite rate of increase (λ), 1.26 individuals per female; and in population doubling time (Td), 2.98 days. Thus, *Stethorus sp.* has a satisfactory growth when created with *T. bastosi*. As this information is extremely important because they contribute to the knowledge and evaluation of possible biological control agent for *T. bastosi* in jatropha cultivation.

1 - INTRODUÇÃO

Dentre as espécies de ácaros fitófagos destacam-se o ácaro *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales, 1977, conhecido como ácaro vermelho. Esses ácaros são importantes pragas e vêm causando grandes prejuízos a cultivos de pinhão-manso em diversas regiões do Brasil (SANTOS et al., 2006; SARMENTO et al., 2010), constituindo o ácaro praga mais importantes da cultura (CRUZ et al., 2012; BARROS, 2013; PEDRO-NETO et al., 2013).

Esta espécie ataca toda a planta, se alimentando do conteúdo celular extravasado das células perfuradas pelas quelíceras em forma de estiletos, causando pontuações necróticas no limbo foliar, evoluindo para necrose generalizada até a queda da folha (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Tradicionalmente, ácaros tetraniquídeos são controlados com acaricidas, deixando problemas resultantes da resistência a agrotóxicos, resíduos nos produtos e poluição ambiental (WATANABE et al., 1994; ESCUDERO; FERRAGUT, 2005). No entanto há uma demanda crescente por métodos de controle sustentáveis, com tecnologias de menor impacto ao meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2007).

Assim, pesquisas relacionadas ao controle biológico torna-se uma ferramenta ecológica e sustentável de manejo de pragas, respeitando as interações ecológicas existentes entre as espécies envolvidas (RODRIGUES, 2010).

Neste contexto, os coccinelídeos da tribo Stethorini, especializados em predação de ácaros (principalmente Tetranychidae) (GONZÁLEZ, 2006) são considerados ótimos agentes de controle biológico principalmente devido à sua voracidade, longo tempo de vida dos adultos, a habilidade de migrarem para as culturas e de alimentarem-se de outras fontes de alimento até que as populações de ácaros sejam altas nas plantações (BIDDINGER et al., 2009).

Representantes da tribo Stethorini podem ser promissores para *T. bastosi*, uma vez que vêm sendo amplamente estudado, principalmente em pesquisas voltadas ao controle de ácaros tetraniquídeos em diversas culturas ao redor do mundo (BISWAS et al., 2007; ARBABI, 2009; BAKR et al., 2009;; REYES et al., 2010). E sua presença foi registrada através da

joaninha predadora *Stethorus sp.*, no semiárido pernambucano associada a plantas de pinhão-manso infestadas com *T. bastosi* (COSTA, 2015 dados não publicados).

Por outro lado, a escolha do inimigo natural a ser introduzido e ou liberado para o controle biológico deve basear-se em estudos ecológicos que comprovem a real aceitação da praga que se deseja controlar, como alimento pelo predador. Este conhecimento é de fundamental importância para se desenvolver um controle eficiente, dentro dos conceitos do manejo integrado de pragas (PARRA et al., 2002).

O estudo da tabela de vida de fertilidade é de grande valia para a compreensão da dinâmica populacional de uma espécie, uma vez que permite uma visão integrada das características biológicas de uma população, sob condições ambientais determinadas (COPPEL & MERTINS, 1977). Segundo SILVEIRA NETO et al. (1976) cada indivíduo na tabela de vida apresenta sua própria velocidade de desenvolvimento, longevidade e fecundidade, sendo tais fatores expressos em termos médios da população. A taxa de natalidade e de mortalidade em uma população de insetos é determinada por várias condições: qualidade do alimento, temperatura, umidade relativa e fotoperíodo. Tais fatores governam as características biológicas em condições controladas ou não.

Para estimar a variância dos parâmetros associados às tabelas de vida de fertilidade, Meyer et al. (1986) propuseram o uso da técnica computacional conhecida como “jackknife”, comumente utilizada pelos ecologistas para estimar a variância. Atualmente, é possível estimar e comparar diferentes parâmetros populacionais associados à tabela de vida de fertilidade, através do software “Lifetable.sas” (MAIA et al., 2000).

Assim, é de suma importância o conhecimento sobre os fatores biológicos e o potencial de crescimento de *Stethorus sp.* em plantas de pinhão-manso, uma vez que poderão ser utilizados como ferramenta para o controle biológico de ácaros fitófagos, como *T. bastosi*, principal praga da cultura.

Neste contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e os parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *Stethorus sp.* predando o ácaro praga *Tetranychus bastosi* em pinhão-manso no semiárido Nordeste.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Núcleo de Ecologia de Artrópodes (NEA) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE).

Criação de *Tetranychus bastosi*

Indivíduos de *T. bastosi* utilizados nos bioensaios foram provenientes de plantas de pinhão manso 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, com as bordas circundadas com algodão hidrófilo umedecido para manter a turgidez foliar e impedir a fuga dos ácaros (REIS; ALVES, 1997). As folhas serviram de arena e também de alimento para *T. bastosi*. As criações foram mantidas em câmaras do tipo B.O.D ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase).

Criação de *Stethorus sp.*

Indivíduos de *Stethorus sp.* provenientes de plantios experimentais de pinhão manso pertencentes ao Banco de Germoplasma Ativo da Estação Lauro Bezerra do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA- Serra Talhada - PE) foram mantidos em laboratório para utilização nos bioensaios. O método de criação consistiu de caixas plásticas (11,0 x 11,0 x 3,0 cm) contendo uma folha de feijão-de-porco *Canavalia ensiformes* (L.) DC. (Fabaceae) infestada com *T. bastosi*, a qual foi presa pela bainha em um recipiente de vidro contendo água. A folha foi trocada a cada dois dias para manter altas densidades de *T. bastosi* como alimento. A extremidade superior da caixa plástica foi vedada com tecido do tipo “organza” para evitar a fuga dos insetos. As criações foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. à temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase.

Plantio de pinhão manso

Os bioensaios com *Stethorus sp.* foram realizados sob folhas de pinhão manso provenientes de plantações em vasos na área experimental da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE). Para obtenção das plantas, sementes de pinhão manso provenientes do Banco de Germoplasma Ativo da Estação Lauro Bezerra do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA- Serra Talhada - PE) foram semeadas em vasos de 5L na proporção 3:1:1

(solo, substrato comercial e esterco bovino), dispostos em gaiolas de 1m² revestidas com organza, visando à obtenção de plantas limpas para realização dos experimentos.

Biologia de *Stethorus sp.* sobre *Tetranychus bastosi* em pinhão manso

Para obtenção dos ovos utilizados na avaliação do período de incubação, foram utilizadas fêmeas de *Stethorus sp.*, em idade de oviposição, provenientes das arenas de criação. Foram feitas arenas semelhantes às descritas para as criações estoque em laboratório, onde foram colocadas 15 fêmeas adultas de *Stethorus sp.* para oviposição. Após um período de 12 horas, estas foram retiradas e os ovos contabilizados. Em seguida, foram individualizados 30 ovos de *Stethorus sp.* em arenas montadas segundo os critérios utilizados para a obtenção dos ovos.

As observações foram realizadas em intervalos de 24 horas, determinando-se a duração e sobrevivência de cada uma das fases de desenvolvimento de *Stethorus sp.*. Ao atingirem a fase adulta, nas arenas que originaram fêmeas, foi adicionado um macho adulto para o acasalamento, proveniente das arenas de criação, e estes quando mortos, foram substituídos por outros, até a morte da fêmea. Na fase adulta foram registrados: duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, razão sexual, fecundidade e fertilidade das fêmeas, e longevidade de fêmeas e machos. A geração subsequente de cada fêmea foi criada separadamente até a fase adulta para determinação da razão sexual da progênie. Todos os testes foram conduzidos em câmara do tipo B.O.D. a temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12h de fotofase. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com 30 repetições.

Para a análise estatística foram feitas as médias aritméticas e o erro padrão. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade pelo programa Sisvar 5.6.

Tabela de vida de fertilidade de *Stethorus sp.* sobre *Tetranychus bastosi* em pinhão manso.

Tabelas de vida de fertilidade foram elaboradas para *Stethorus sp.* a partir de dados obtido no estudo da biologia. Foram determinados o intervalo de idade (x), fertilidade específica (mx) e probabilidade de sobrevivência (lx). Os parâmetros biológicos e estimativas

para suas variâncias foram calculados através do programa computacional "LifeTable. SAS" (SAS Institute 1999 2001), adaptado por Maia et al. (2000), que utiliza o método "Jackknife".

O método "Jackknife" segundo Meyer et al. (1986) procede por remover uma observação (no caso, dados de uma fêmea) por vez dos dados originais e recalculando os parâmetros biológicos para cada agrupamento. Os parâmetros biológicos como taxa líquida de reprodução (R_0), tempo médio de duração de uma geração (T), capacidade inata de aumento em número (r_m) e razão finita de crescimento (λ) foram calculados e estimativas para suas variâncias foram geradas, para permitir comparações pelo teste t de Student a 5% de significância.

Esses parâmetros foram utilizados para compor a tabela de vida de fertilidade. Sendo que:

$$r_m = \ln R_0 / T$$

$$R_0 = \sum m_x \cdot l_x$$

$$\lambda = \text{anti log} (r_m \cdot 0,4343)$$

$$T = (\sum m_x \cdot l_x \cdot x) / (\sum m_x \cdot l_x)$$

$$Td = (\ln(2) / r_m)$$

Onde r_m é a taxa intrínseca de crescimento populacional; R_0 taxa líquida de reprodução; λ taxa finita de aumento da população; T tempo médio de uma geração; Td tempo necessário para dobrar a população inicial; m_x é o número de descendentes produzidos por fêmeas no estágio x (fertilidade específica); l_x proporção de fêmeas vivas (taxa de sobrevivência) a partir do nascimento até a idade x ; x intervalo de idade em unidade de tempo.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Biologia de *Stethorus sp.* se alimentando de *Tetranychus bastosi*

Os estágios de desenvolvimento de *Stethorus sp.* observado como ovo, quatro fases larvais, pupa e adulto são apresentados na Tabela 1.

Ovos recém colocados de *Stethorus sp.* são brilhantes, branco leitoso e alongados. Alterações de cor graduais podem ocorrer a partir do laranja durante o período de incubação. Os ovos foram depositados individualmente em nervuras e aderem firmemente à superfície da

folha (Fig. 1.A). Os ovos tornaram-se acinzentados um dia antes da eclosão e o embrião em desenvolvimento pode ser visto claramente através do córion do ovo.

O período médio de desenvolvimento embrionário para os ovos de *Stethorus sp.* (3,5 dias para fêmeas e 3,6 dias para machos) foram semelhantes e ficaram próximos ao período médio de 5.92 dias obtido por Perumalsamy et al., (2010), a 25°C para *Stethorus gilvifrons*.

A viabilidade encontrada para os ovos foi de 92,86 %. Fiaboe et al., (2007) registraram para ovos de *Stethorus tridens*. alimentados com *Tetranychus evansi*, um período médio de incubação de 3.9 dias e viabilidade de 96.2 % a 27°C, resultado próximo ao encontrado nesta pesquisa.

Biswas, Islam e Haque (2007) encontraram um período médio de incubação para os ovos de *Stethorus punctillum* de 4.28 dias para a temperatura de 27°C, e 2.72 dias a 31°C. Resultados semelhantes também foram achados por Imani, Shishehbor e Sohrabi (2009) em *S. gilvifrons* (3,0 dias) e Roy, Brodeur e Cloutier (2002) em *S. punctillum* (3,6 dias), ambos se alimentando de tetraniquídeos.

Foram observados quatro ínstares larvais, concordando com as observações de Hodek (1973) para a maioria das espécies de coccinelídeos. As larvas apresentavam coloração enegrecida e numerosas cerdas marrom escuro ao longo do dorso (Fig. 1.B). Ambos os estádios são semelhantes entre si, utilizando o tamanho da cápsula da cabeça e a presença do exoesqueleto para diferenciar entre os estágios.

As fêmeas apresentaram uma média de desenvolvimento dos estágios larvais (1° ínstar, 2° ínstar, 3° ínstar e 4° ínstar) de 1,3, 1,2, 1,1 e 2,2 dias, respectivamente, totalizando um período de 12,2 dias de ovo a adulto. Os machos apresentaram uma média de desenvolvimento dos estágios larvais (1° ínstar, 2° ínstar, 3° ínstar e 4° ínstar) de 1,3, 1,4, 1,0 e 2,3 dias, respectivamente, totalizando 12,6 dias de ovo a adulto.

As larvas de *Stethorus sp.* são do tipo campodeiforme e, de uma maneira geral, demonstraram grande capacidade de fixação na superfície através da extremidade do abdome principalmente durante a muda. Nessa ocasião, fixavam-se de cabeça para baixo e assim permaneciam até completar o processo.

Os períodos de 1°, 2° e 3° ínstares larvais eram curtos e ativos na busca por alimento, com preferência para os estágios de ovos e larvas de *T. bastosi*. Observou-se uma maior duração no tempo de desenvolvimento no 4° ínstar. Segundo Machado (1982), esse período mais longo ocorre para que os indivíduos possam suprir as necessidades de substâncias nutritivas exigidas para a transformação em pupa e posterior emergência dos adultos.

Como o amadurecimento da larva de 4º ínstar, para realizar a pupação, estas diminuía a alimentação e movimentavam-se pouco, tornando-se vermelhas e fixando-se ao substrato da folha por meio de um fluido viscoso. A fase quiescente de pré-pupa, no final do quarto ínstar, duram várias horas, durante o qual a larva evolui para o estágio de pupa.

O estágio de pupa é a única fase inativa dos coccinelídeos, apresenta cor laranja avermelhada quando recém transformada, evoluindo para a cor enegrecida, presas pelo abdômen à superfície da folha até emergir o adulto (Fig. 1.C). As características das pupas de *Stethorus sp.* concordam com a descrição feita por Chazeau (1985) que afirma que pupas do gênero *Stethorus* são uniformemente marrom escuro ou preto, coberta com numerosas cerdas, e colocadas em ambos os lados das folhas.

Este período durou em média de 3,0 dias para fêmeas e 2,9 dias para machos. Imani, Shishehbor e Sohrabi (2009) relataram o período de pré-pupa e pupa (3,00 dias para fêmeas e 2.88 dias para machos) de *S. gilvifrons* quando criadas em *T. turkestaninas* em condições de laboratório.

Adultos recém-emergidos apresentavam coloração avermelhada que gradualmente se altera para preto (Fig. 1. D). O período de duração do estágio ovo a adulto durou em média 12,2 dias para fêmeas e 12, 6 dias para machos. Roy, Brodeur e Cloutier (2002) relataram que a duração do desenvolvimento combinado da fêmea e macho de *S. punctillum* quando criadas em *T. mcdanieli* apresentou resultados semelhantes, com duração de 12.7 dias dos estágios imaturos a 28°C. Perumalsamy et al., (2009) também encontraram valores próximos (19,23 dias) em *S. gilvifrons* predando *Oligonychus coffeae*.



Figura 1. Estágios de desenvolvimento de *Stethorus* sp., A: ovo, B: larva, C: pupa, D: adultos. Alimentados com *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

Tabela 1. Duração (média \pm erro padrão) dos estágios biológicos *Stethorus* sp. alimentados com *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*).

Fases biológicas	Tempo de desenvolvimento (dias)	
	Fêmea n = 11	Macho n = 9
Ovo	$3,5 \pm 1,0$ a	$3,6 \pm 1,0$ a
Ínstares		
I	$1,3 \pm 1,1$ a	$1,3 \pm 0,5$ a
II	$1,2 \pm 0,4$ a	$1,4 \pm 0,7$ a
III	$1,1 \pm 0,3$ a	$1,0 \pm 0,0$ a
IV	$2,2 \pm 0,4$ a	$2,3 \pm 1,3$ a
Estágio larval	$5,7 \pm 0,5$ a	$6,1 \pm 0,6$ a
Estágio Pupal	$3,0 \pm 0,4$ a	$2,9 \pm 0,3$ a
Ovo – Adulto	$12,2 \pm 1,2$ a	$12,6 \pm 1,3$ a
Longevidade	$57,9 \pm 19,2$ a	$56,1 \pm 14,4$ a

²Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Dos 30 ovos de *Stethorus sp.*, apenas 20 chegaram a fase adulta, dos quais 11 eram do sexo feminino (55 %) e 9 do sexo masculino (45%). Fêmeas Adultas de *Stethorus sp.* viveram uma média de 57,9 dias, com alguns exemplares chegando a viver 83 dias, já os machos apresentaram longevidade inferior, em média 56,1 dias. Valores semelhantes foram encontrados por Fiaboe et al. (2007) para *S. tridens* predando *T. evansi*, com longevidade de 71.6 dias para fêmeas e 69.5 dias para machos, na temperatura de 27° C.

Verificou-se também, que nas condições ambientais deste estudo, a longevidade dos adultos de *Stethorus sp.* foi inferior que a de outras espécies. Perumalsamy et al., (2010), as fêmeas de *S. gilvifrons* apresentaram longevidade de 117.25 ± 9.48 a 25°C. Concordando com Hodek (1973) que afirma que a longevidade dos coccinelídeos é variável entre as espécies.

A postura de ovos foi iniciada em média $7,9 \pm 1,2$ dias depois de emergido o adulto, quando as fêmeas atingiram a maturidade. A fecundidade diária (Número de ovos/fêmea/dia) e total (Número de ovos/fêmea) de *Stethorus sp.* observada foram X e $101,1 \pm 33,7$ ovos, respectivamente. O padrão de deposição de ovos na superfície foliar foi irregular. Os ovos foram colocados individualmente ou sob a forma de manchas (4 - 5 ovos/local) (Tab. 2).

Os períodos de pré-oviposição, oviposição e a duração dos estágios de desenvolvimento de *Stethorus sp.* foram semelhantes aos de outras espécies, tais como *Stethorus picipes* Casey em *Oligonychus punicae* Hirst (TANIGOSHI; MCMURTRY, 1977), *Stethorus vagans* (Blackburn) sobre *T. urticae* (ULLAH, 2000), e *S. japonicus* em *T. urticae* (MORI et al., 2005).

A fecundidade total, a $27 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2$, de *Stethorus sp.* ($101,1 \pm 33,7$ ovos) foi menos do que em experimentos a 25°C ou temperaturas próximas para *S. japonicus* (501 ovos; MORI et al., 2005), *Stethorus madecassus* (184; CHAZEAU, 1974), *S. picipes* (221; TANIGOSHI; MCMURTRY, 1977) e *S. punctillum* (279; ROY et al., 2003), sugerindo que *Stethorus sp.* tem menor fecundidade total a esta temperatura, em comparação com as espécies acima mencionadas.

Tabela 2. Duração, em dias dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e número de ovos colocados pelas fêmeas de *Stethorus sp.* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, 70 ± 10% de UR e 12 horas de fotofase), quando alimentadas com *T. bastosi* em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)

Períodos	Média ± EP
Pré oviposição	$7,9 \pm 1,2$
Oviposição	$43,9 \pm 12,7$

Pós oviposição	5,2 ± 1,3
Número de ovos/fêmea	101,1 ± 33,7
Número de ovos/fêmea/dia	

3.2 Tabela de vida de fertilidade de *Stethorus sp.* se alimentando de *Tetranychus bastosi*

A partir dos dados de sobrevivência e oviposição de cada fêmea, foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade. Posteriormente, calculou-se a fertilidade específica (mx) em cada data de oviposição (x) considerando o total de fêmeas e o índice de sobrevivência acumulado de fêmeas (lx) durante o período de oviposição (Tab. 3).

Tabela 3. Tabela de vida de fertilidade de *Stethorus sp.* se alimentando de *Tetranychus bastosi* (27± 2°C, 70 ± 10% de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*).

Intervalo de idade (x)	Fertilidade específica (MX)	Probabilidade de sobrevivência (LX)
7	0,00	0,84
8	1,55	0,92
9	1,71	0,92
10	1,30	0,92
11	1,71	0,92
12	1,30	0,92
13	1,71	0,92
14	2,07	0,92
15	2,18	0,92
16	2,49	0,92
17	2,44	0,92
18	1,76	0,92
19	1,71	0,92
20	1,87	0,92
21	1,71	0,92
22	1,76	0,92
23	2,28	0,92
24	2,28	0,92
25	1,30	0,92
26	1,08	0,84
27	0,51	0,84
28	0,74	0,84
29	1,08	0,84
30	1,43	0,84
31	1,58	0,75
32	1,90	0,75
33	0,82	0,75
34	1,52	0,75

35	1,33	0,75
36	1,58	0,75
37	0,89	0,75
38	1,35	0,67
39	1,50	0,67
40	0,71	0,67
41	0,57	0,67
42	0,57	0,67
43	0,86	0,67
44	1,14	0,67
45	1,28	0,67
46	0,71	0,67
47	0,98	0,59
48	0,73	0,59
49	0,49	0,59
50	0,73	0,59
51	0,81	0,59
52	0,90	0,59
53	0,95	0,50
54	1,05	0,50
55	0,76	0,50
56	0,57	0,50
57	0,68	0,42
58	0,57	0,42
59	0,68	0,42
60	0,34	0,42
61	0,68	0,42
62	0,80	0,42
63	0,46	0,42
64	0,68	0,42
65	1,00	0,33
66	0,14	0,33
67	0,29	0,33
68	0,43	0,33
69	0,19	0,25
70	0,00	0,25
71	0,00	0,25
72	0,00	0,25
73	0,38	0,25
74	0,38	0,25
75	0,19	0,25
76	0,19	0,25
77	0,00	0,08
78	0,00	0,08

A fertilidade específica é o número de descendentes produzidos por fêmea no estágio X (intervalo de idade no qual foi tomada a amostra, e seu valor é o ponto médio do mesmo

intervalo), considerado por fêmea e que darão origem a fêmeas (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Onde, a maior fertilidade específica (mx) observada foi nos intervalos de idade entre 14 e 17 dias. Posteriormente, houve uma queda na fertilidade, até o 22° dia, e um posterior aumento no valor de mx até o 24° dia, apresentando a taxa máxima de 2,49 ovos por fêmea por dia, seguido por queda gradual da fertilidade específica. A taxa de sobrevivência (lx = 0,92) permaneceu constante até o 25° dia, com decréscimo acentuado a partir dessa data (lx = 0,85) (Fig. 2).

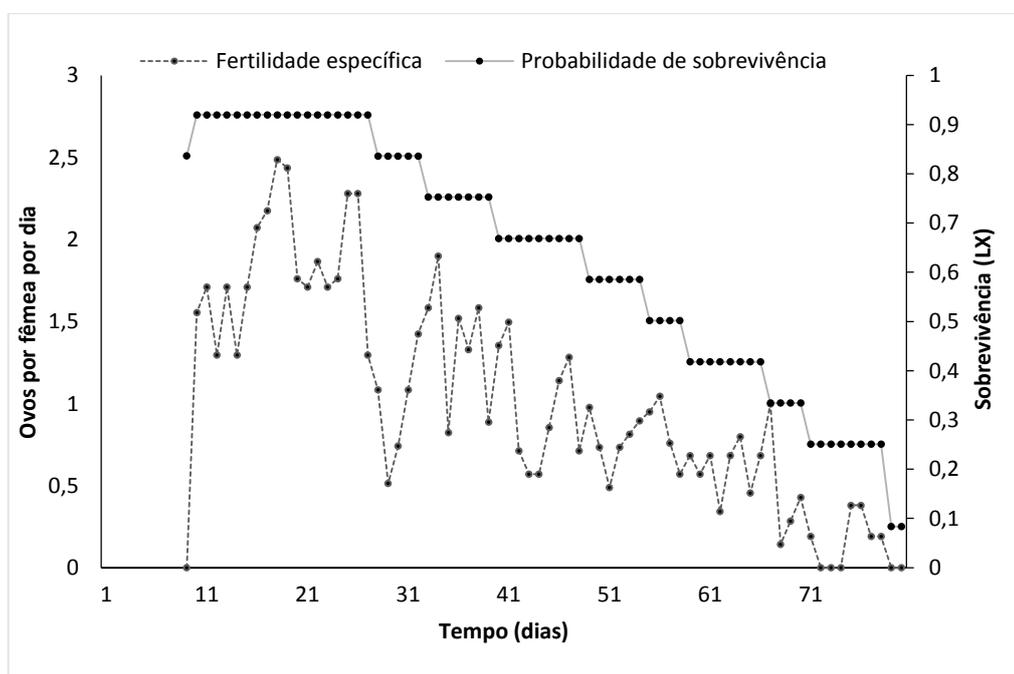


Figura 2. Probabilidade de sobrevivência (lx), expresso em porcentagem e fertilidade específica (mx), expresso em nº médio de ovos/dia de fêmeas adultas de *Stethorus sp.* alimentadas com *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

Os parâmetros biológicos calculados a partir das tabelas de vida de fertilidade e estimativas para suas variâncias obtidos pelo método de estimativa “Jackknife” estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Parâmetros biológicos de *Stethorus sp.* alimentados com *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

Parâmetros	Valores
Taxa intrínseca de crescimento (r_m) (fêmeas/fêmea/dia)	0,232
Razão finita de aumento (λ) (indivíduos/fêmea)	1,261
Taxa líquida de reprodução (R_0) (fêmeas/fêmea)	53,059
Duração média de uma geração (T) (dias)	17,091
Tempo para dobrar a população (Td) (dias)	2,982
Razão sexual	0,57

A taxa líquida de reprodução (R_0) indica o número médio de descendentes fêmeas que é capaz de ser produzido por cada fêmea da população no tempo de sua vida. No presente trabalho, fêmea de *Stethorus sp.* apresentaram R_0 de 53,059 fêmea/fêmea (Tab. 4). De acordo com Horm (1988), se R_0 é maior que 1, está ocorrendo aumento populacional, o que foi verificado neste trabalho.

A taxa intrínseca de crescimento (r_m) é um parâmetro chave demográfica útil para prever o potencial de crescimento da população de um animal em determinadas condições ambientais (RICKLEFS; MILLER, 2000). Na prática, valores de r_m são utilizados para selecionar candidatos de biocontrole promissores com base no seu potencial reprodutivo e para prever o resultado de interações entre o inimigo natural e a praga (JERVIS; COPLAND, 1996; DENT, 1997).

A taxa intrínseca de crescimento (r_m) foi de 0,232 fêmeas por fêmea por dia (Tab. 4), valores superiores ao relatado para outras espécies de *Stethorus* (0,100, ROY et al., 2003; 0,156, MORI et al., 2005; 0,104 FIABOE et al., 2007). A taxa intrínseca de crescimento está fortemente correlacionada com o tempo de desenvolvimento e taxa de oviposição, e como o tempo de desenvolvimento de *Stethorus sp.* é semelhante a estas espécies, a diferença dos valores de r_m pode ser atribuído a diferenças na taxa de oviposição (MORI et al., 2005).

Em teoria, um predador que tem uma taxa de crescimento populacional igual ou maior do que a presa deve eficientemente regular a população de sua presa (SABELIS, 1991; ROY et al., 2003). Este é um parâmetro importante na seleção de agentes de controle biológicos promissores. No entanto, outros parâmetros como a capacidade de predação, a capacidade de detecção precoce de acolhimento e longevidade pode igualmente contribuir para a dinâmica entre o predador e sua presa (ROY et al., 2003).

A razão finita de aumento populacional (λ) segundo Rabinovich (1978) é um fator de multiplicação da população a cada dia e difere de r_m por ser uma taxa finita de aumento populacional e não instantânea, ou seja, é o número de indivíduos que se agrega à população por indivíduo e por unidade de tempo. No presente trabalho se obteve 1,261 indivíduo/fêmea/dia (Tab. 4).

O valor de λ confirma o valor de R_0 (taxa líquida de reprodução) revelando que está ocorrendo um aumento populacional de uma geração para outra. A capacidade de aumento positivo indica que as condições as quais os insetos foram submetidos correspondem a um ambiente favorável ao seu desenvolvimento (LAROCA, 1995).

O intervalo de tempo entre cada geração (T) é o tempo médio, em dias, entre duas gerações sucessivas, ou seja, o intervalo entre uma geração e a seguinte. O valor de T de *Stethorus sp.* foi de 17,09 dias para cada geração, e a população duplicou a cada 2,982 dias (Tab. 4).

A razão sexual encontrada para *Stethorus sp.* foi de 0,57, ou seja, 57% dos adultos emergidos eram fêmeas. Resultados que estavam dentro dos valores reportados para *S. japonicus* e *S. vagans* (ULLAH, 2000; MORI et al., 2005). A distinção entre os sexos foi feita através de características externas, onde observou-se que o abdome das fêmeas é maior e mais largo em relação ao abdome do macho que é menor e mais afilado.

Pedro Neto et al., (2013) estudando a biologia de *T. bastosi* relataram que o tempo necessário para a população duplicar o número de indivíduos (TD) foi de 3,15 dias, enquanto a taxa líquida de reprodução (R_0) foi de 45,41 fêmeas por fêmea, com duração média de uma geração (T) de 17,17 dias. Observaram ainda que a razão finita de aumento (λ) foi de 1,25 indivíduo por fêmea e a taxa intrínseca de crescimento (r_m) de 0,22 fêmeas/fêmea/dia. Barros (2013) também encontrou valores semelhantes analisando os parâmetros populacionais de *T. bastosi* em pinhão manso no semiárido pernambucano.

Com base nesses resultados observa-se que a r_m de *Stethorus sp.* (0,23 fêmeas/fêmeas/dia) apresentou-se maior que a da praga *T. bastosi*, o que é um aspecto positivo, pois demonstra que *Stethorus sp.* tem a capacidade de crescimento populacional superior ao de sua presa, o que contribui para o que o mesmo seja eficiente no controle deste ácaro.

Aliado a isso, estes coccinelídeos são conhecidos por serem predadores vorazes de ácaros tetraniquídeos (MCMURTRY et al., 1970; TANIGOSHI, 1973; RICHARDSON, 1977), um indivíduo de *Stethorus sp.* consome em média 122 ovos, 147 larvas e 32 adultos de

T. bastosi por dia (COSTA et al., 2016). Eles também mostram fortes respostas agregadoras - numéricas e funcionais em resposta à densidade de presas (ver capítulo II).

Os resultados das tabelas de vida de fertilidade, juntamente com os dados biológicos indicam que *Stethorus sp.* é uma espécie que apresenta grande potencialidade como agente de controle biológico de *T. bastosi* no pinhão-mansão.

Tendo em vista sua recente presença no Brasil, sobretudo no semiárido pernambucano e a ausência de pesquisas com esse Stethorini, novos estudos devem ser realizados para o melhor entendimento sobre sua biologia e ecologia, e interação com espécies predadoras, assim como seu papel no controle biológico de ácaros de importância econômica.

4 - REFERÊNCIAS

ARBABI, M. Biology of *Stethorus punctillum*, a Potential Predator of *Tetranychus ludeni*. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 3, p. 95-100, 2008.

BAKR, R. F. A.; GESRAHA, M. A.; GENIDY NOHA A. M.; FARAG, N. A.; ELBEHERY, H. A. Food consumption of the coccinellid predator, *Stethorus punctillum* reared on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* under different constant temperatures. **Egypt. Acad. J. biolog. Sci.** v. 2, p. 17-22, 2009.

BARROS, A. M. F. **Aspectos bioecológicos e populacionais de *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae) em pinhão-mansão no Semiárido Pernambucano.** 2013, 46 f. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Garanhuns, PE.

BIDDINGER, D.J.; WEBER, D.C.; HULL, L.A. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in biological control. **Biological Control**, p. 268-283, 2009.

BISWAS, G. C.; ISLAM, W.; HAQUE, M. M. Biology and predation of *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Tetranychus urticae* Koch. **J. bio-sci.**, v. 15, p. 1-5, 2007.

CHAZEAU, J. **Predaceous insects.** In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (Eds.), Spider Mites; Their Biology, Natural Enemies, and Control. Amsterdam, p. 211-246, 1985.

COPPEL, H.C.; MERTINS, J.W. **Biological insect pest suppression.** New York: Springer-Verlag, 1977. 314p.

COSTA, J. F.; SILVA, M. J. F. B. L.; SILVA, L. J. F. B. L.; MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F. Desempenho de *Stethorus sp.* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) em diferentes

densidades e estágios de *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker e Sales (Acari: Tetranychidae) em pinhão-mansão. In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia, Maceió, 2016.

CRUZ, W. P.; SARMENTO, R. A.; PEDRO NETO, M.; FERREIRA JUNIOR, D. F.; RODRIGUES, D. M. Análise faunística de ácaros fitoseídeo sem pinhão-mansão e plantas espontâneas associadas. **Agroecossistemas**, v. 4, n. 2, p. 17-32, 2012.

ESCUADERO, L. A.; FERRAGUT, F. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, v. 32, p. 378-384, 2005.

FIABOE, K. K. M.; GONDIM JR, M. G. C.; DE MORAES, G. J.; OGOL, C. K. P. O.; KNAPP, M. Bionomics of the acarophagous ladybird beetle *Stethorus tridens* fed *Tetranychus evansi*. **J. Appl. Entomol**, v. 131(5), p. 355-361, 2007.

GONZÁLEZ, G. 2006. **Los Coccinellidae de Chile** [online]. Disponível em: <<http://www.coccinellidae.cl>>. Acesso em nov. 2014.

HODEK, I. 1973. **Biology of Coccinellidae**. Academia, Prague & Dr W. Junk, The Hague. 260p.

HORM, D. J. 1988. **Ecological approach to pest management**. Guilford Press, New York. 285 p.

IMANI, Z.; SHISHEHBOR, P.; SOHRABI, F. The effect of *Tetranychus turkestanii* and *Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae) on the development and reproduction of *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 12, p. 213-216, 2009.

JERVIS, M. A.; COPLAND M. J. W. (1996) **The life cycle**. In: JERVIS, M.; KIDD, B. (eds) *Insect natural enemies: practical approaches to their study and evaluation*. Chapman and Hall, London, pp 63–161.

LAROCA, S. 1995. **Ecologia: princípios e métodos**. Vozes. Petrópolis. 197 p.

MAIA, H.N.M.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, v.93, n. 2, p. 511-518, 2000.

MARQUES, R. V.; CRUZ, W. P. **Potencial de ácaros predadores como agentes de controle biológico de ácaros-praga em pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.)**. In: I Congresso Brasileiro de Pesquisas de Pinhão-mansão. 2009.

MCMURTRY, J. A.; HUFFAKER, C. B.; VAN DE VRIE, M. Tetranychid enemies: Their biological characters and the impact of spray practices. **Hilgardia**, v. 40, p. 331-390, 1970.

MEYER, J.S.; IGERSELL, C.G.; MACDONALD, L.L. et al. Uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. **Ecology**, n.67, p.1156-1166, 1986.

MORAES G.J.; FLECHTMANN H.W. (2008) **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. 1 ed. Ribeirão Preto: Holos. 2008.

MORI, K.; NOZAWA, M.; ARAI, K.; GOTOH, T. Life history traits of the acarophagous lady beetle, *Stethorus japonicus* at three constant temperatures. **Biocontrol**, v. 50, p. 35-51, 2005.

OLIVEIRA, H.; JANSSEN, A.; PALLINI, A.; VENZON, M.; FADINI, M.; DUARTE, V. A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, v. 42, p. 105-109, 2007.

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.

PEDRO NETO, M.; SARMENTO, R. A.; OLIVEIRA, W. P.; PICANÇO, M. C. ERASMO, E.A.L. Biologia e tabela de vida do ácaro-vermelho *Tetranychus bastosi* em pinhão-mansão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 48, p. 353-357, 2013.

PERUMALSAMY, K.; SELVASUNDARAM, R.; ROOBAKKUMAR, A.; RAHMAN V.J.; MURALEEDHARAN, N. Life table and predatory efficiency of *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae), an important predator of the red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Acari: Tetranychidae), infesting tea. **Exp Appl Acarol**, v. 50, p. 141-150, 2010.

RABINOVICH, J. E. 1978. **Ecología de Poblaciones Animales**. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington. 114 p.

REIS, P. R.; ALVES, E. B. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark and Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **Soc. Entomol. Brasil**, v. 26, p. 565-568, 1997.

REYES, J. C.; GONZÁLEZ, G. F.; KONDO, T. First record of the spider mite predator, *Stethorus tridens* gordon (Coleoptera: Coccinellidae) preying upon the red avocado mite, *Oligonychus yothersi* Mcgregor (Acari: Tetranychidae). **Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle**, v. 11, p. 15-19, 2010.

RICHARDSON, N. L. 1977, 184f. **The biology of *Stethorus loxtoni* Britton & Lee (Coleoptera: Coccinellidae) and its potential as a predator of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) in California**. Ph.D. Thesis. University of California.

RICKLEFS, R. E.; MILLER, G .L. 2000. **Ecology**, 3rd edn. Freeman and Company, New York.

RODRIGUES D. M. **Acarofauna e potencial de ácaros predadores no controle de ácaros-praga em pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) no estado do Tocantins**. 2010. 58f. Dissertação (Produção Vegetal) – Universidade Federal de Tocantins, Gurupi, 2010.

ROY, M.; BRODEUR, J.; CLOUTIER, C. Effect of temperature on intrinsic rates of natural increase (rm) of a coccinellid and its spider mites prey. **Biocontrol**, v. 48, p. 57-72, 2003.

ROY, M.; BRODEUR, J.; CLOUTIER, C. Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). **Environ. Entomol**, v. 31, p. 177-187, 2002.

SABELIS, M. W. (1992) **Predatory arthropods**. In: Crawley, M. J. (ed) Natural enemies. The population biology of predators, parasites and disease. Blackwell, Oxford, pp 225–264.

SANTOS, H. O.; SILVA-MANN, R.; PODEROSO, J. C. M.; OLIVEIRA, A. S.; CARVALHO, S. V. A.; BOARI, A. J.; RIBEIRO, G. T.; NAVIA, D. **O ácaro *Tetranychus bastosi* TUTTLE, BAKER & SALES (Prostigmata: Tetranychidae) Infestando Germoplasma Nativo de *Jatropha* sp. no Estado do Sergipe, Brasil.** In: 2º Congresso Brasileiro de Mamona, Sergipe. 2006.

SARMENTO, R. DE A.; RODRIGUES, D. M.; FARAJI, F.; LEMUS, E. A. E. L.; LEMOS, F.; TEODORO, A. V.; KIKUCHI, W. T.; SANTOS, G. R.; PALLINI, A. Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 53, p. 203-214, 2010.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. et al. **Manual de ecologia dos insetos.** São Paulo: Ceres, 1976. 419p.

TANIGOSHI, L. K. 1973, 276 f. **Studies of the dynamics of predation of *Stethorus picipes* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Typhlodromus floridanus* on the prey *Oligonychus punicae* (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae).** Ph.D. Thesis, University of California.

TANIGOSHI, L. K.; MCMURTRY J. A. The dynamics of predation of *Stethorus picipes* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Typhlodromus floridanus* on the prey *Oligonychus punicae* (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). I. Comparative life history and life table studies. **Hilgardia**, v. 45, p. 237-261, 1977.

ULLAH, I. (2000) **Aspects of the biology of the ladybird beetle *Stethorus vagans* (Blackburn) (Coleoptera: Coccinellidae).** Ph.D. thesis, University of Western Sydney.

WATANABE, M. A.; MORAES, G. J.; GASTALDO Jr, I.; NICOLELLA, G. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. **Revista Scientia Agricola**, v. 51, p. 75-81, 1994.

CAPÍTULO 2 – RESPOSTA FUNCIONAL E NÚMERICA DE *Stethorus sp.* GORDON (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) SOBRE *Tetranychus bastosi* TUTTLE, BAKER & SALES (ACARI: TETRANYCHIDAE) EM PINHÃO-MANSO

RESUMO

Os coccinelídeos da tribo Stethorini são especializados em predação de ácaros, principalmente tetraniquídeos, os quais são amplamente estudados para o controle dessa praga em diversas culturas ao redor do mundo. Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a resposta funcional e numérica (predação/oviposição em função de diferentes densidades de presas) de *Stethorus sp.* sobre as fases (ovos, larva, ninfa e adultos) de *Tetranychus bastosi*. Os experimentos foram realizados em laboratório com fêmeas adultas de *Stethorus sp.*, individualizadas em arenas de folha de pinhão manso (5 cm Ø). Foram oferecidas, separadamente, as fases de *T. bastosi* como presa nas seguintes densidades: 05, 25, 50, 75 (5 repetições) 100 e 200 (3 repetições), com reposição das presas mortas a cada avaliação. A cada seis horas, por um período de 24 horas, avaliou-se o número de presas mortas e, a cada 24 horas durante cinco dias a fecundidade de *Stethorus sp.* quando ofertados ovos ou adultos de *T. bastosi*. Os dados do consumo diário de presas foram submetidos à análise de regressão e os do número de ovos/fêmea foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se que o predador *Stethorus sp.* apresenta resposta funcional do tipo III predando ovos e larvas de *T. bastosi*, e tipo II para ninfas e adultos de *T. bastosi* e fêmeas adultas apresentaram um consumo médio de 158,33 ovos e 147,00 larvas por dia, na densidade de 75 e 200 respectivamente. Ao analisar o tempo de manipulação (T_h) e taxa de ataque (α) de *Stethorus sp.*, observou-se que a maior taxa de ataque ocorreu em ovos e larvas deste fitófago. Além disso, o tempo de manipulação da presa apresentou-se inversamente proporcional a taxa de ataque, onde, *Stethorus sp.* gastou maior tempo manipulando adultos e ninfas. A resposta numérica de fêmeas de *Stethorus sp.* apresentou maior sucesso reprodutivo quando exposta à densidade de adultos de *T. bastosi* mais elevada (100), colocando em média $23 \pm 1,00$ ovos. Porém quando alimentados com ovos, não houve oviposição em nenhuma das densidades da praga ofertada. Desta forma, a resposta funcional, somada ao potencial reprodutivo do predador em função da oferta de presas, mostra que *Stethorus sp.* tem potencial para controle de *T. bastosi*, com preferência por estágios imaturos (ovos e larvas) da praga.

Palavras-chave: Stethorini, Predação, *Jatropha curcas*, Tetranychidae, Controle biológico.

ABSTRACT

The coccinellids of Stethorini tribe specialize in mites, especially spider mites, which are widely studied. Therefore, the present study was to evaluate the functional and numerical response (predation / oviposition due to different prey densities) *Stethorus sp.* on stages (egg, larva, nymph and adult) *Tetranychus bastosi*. The experiments were performed in the laboratory with adult females of *Stethorus sp.*, individualized in *Jatropha* leaf arenas (5 cm Ø). They were offered separately the phases of *T. bastosi* as prey in the following densities: 05, 25, 50, 75 (5 repetitions) 100 and 200 (3 repetitions), with replacement of the prey killed each evaluation. Every six hours, for a period of 24 hours, the number of dead fangs and evaluated every 24 hours for five days fertility *Stethorus sp.* when offered eggs or adult *T. bastosi*. Data from the daily consumption of prey were submitted to regression analysis and the number of eggs/ female were subjected to analysis of variance and the means compared by Tukey test at 5% probability. It was observed that the predator *Stethorus sp.* shows functional response type II, with higher consumption of eggs and larvae of *T. bastosi* when they are at high densities (158.33 eggs and 147.00 larvae density of 75 and 200 respectively). The numerical response *Stethorus sp.* showed higher reproductive success in the density of 100 adult *T. bastosi* (23,00 eggs). But when fed eggs, hear oviposition in any of the densities offered plague. Thus, the functional response, coupled with the reproductive potential of the predatory depending on the supply of prey shows that *Stethorus sp.* has a potential to control *T. bastosi* at high densities and preferably by immature stages (eggs and larvae) of the pest.

Keywords: Stethoriri, Predation, *Jatropha curcas*, Tetranychidae, Biological control.

1 - INTRODUÇÃO

O ácaro vermelho *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales, 1977, é considerado pragas e vêm causando grandes prejuízos a cultivos de pinhão-manso em diversas regiões do Brasil (SANTOS et al., 2006; SARMENTO et al., 2010), constituindo o ácaro praga mais importantes da cultura (CRUZ et al., 2012; BARROS, 2013; PEDRO-NETO et al., 2013).

Tradicionalmente, ácaros tetraniquídeos são controlados com acaricidas, deixando problemas resultantes da resistência a agrotóxicos, resíduos nos produtos e poluição ambiental (WATANABE et al., 1994; ESCUDERO; FERRAGUT, 2005). 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. Assim, pesquisas relacionadas ao controle biológico torna-se uma ferramenta sustentável e ecológica de manejo de pragas, respeitando as interações ecológicas existentes entre as espécies envolvidas (RODRIGUES, 2010).

Portanto, dentro dos conceitos do manejo integrado de pragas, segundo Parra et al., (2002) 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, sendo essencial este conhecimento para se desenvolver um controle eficiente.

Para tanto, potenciais agentes de controle biológico podem ser avaliados através de suas respostas funcionais e numéricas. Sendo considerada um fator chave que regula a dinâmica populacional dos sistemas predador-presa.

A resposta funcional descreve a taxa na qual um predador mata sua presa em diferentes densidades de presa e pode assim determinar a eficiência de um predador na regulação populações de presas (MURDOCH; OATEN, 1975; PERVEZ; OMKAR, 2005), revelando o efeito da abundância de presas sobre a taxa de consumo do predador.

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).

Os aspectos mais importantes de modelagem da resposta funcional são a forma e parâmetros da curva de resposta. Baseados em dois tipos de parâmetros: tempo de

manipulação da presa (Th), que consiste no tempo necessário para encontro, morte e ingestão da presa e; taxa de ataque (α) que representa a eficácia na busca da presa (HASSELL, 1978; CASAS et al., 1993).

Por sua vez, a resposta numérica representa o aumento do número de predadores de acordo com o incremento da densidade de presas, correlacionando, portanto, de forma positiva com a taxa de oviposição (HOLLING, 1959; SOLOMON, 1949). De acordo com Sabelis (1985), o predador mais eficiente é aquele consegue converter a suas presas consumidas em progênie.

Em virtude da importância dos predadores para o equilíbrio de pragas nos ecossistemas, os coccinelídeos da tribo Stethorini, especializados em predação de ácaros (principalmente Tetranychidae) (GONZÁLEZ, 2006) são considerados ótimos agentes de controle biológico principalmente por serem predadores vorazes em todas as fases de seu desenvolvimento, longo tempo de vida dos adultos, a habilidade de migrarem para as culturas e de alimentarem-se de outras fontes de alimento até que as populações de ácaros sejam altas nas plantações (BIDDINGER et al., 2009).

Representantes da tribo Stethorini podem ser promissores para o controle de *T. bastosi*, uma vez que vêm sendo amplamente estudado, principalmente em pesquisas voltadas ao controle de ácaros tetraniquídeos em diversas culturas ao redor do mundo (BISWAS et al., 2007; ARBABI, 2009; BAKR et al., 2009;; REYES et al., 2010).

Dentre os representantes da tribo Stethorini, a joaninha predadora *Stethorus sp.*, foi registrada no semiárido pernambucano associada a plantas de pinhão-manso infestadas com *T. bastosi* (COSTA, 2015 dados não publicados). Sua presença também foi relatada associada à solanáceas em pesquisas realizadas no Nordeste e Sudeste do Brasil (FIABOE et al., 2007; BRITO et al., 2007). No mais, a literatura sobre o gênero *Stethorus* no Brasil é limitada a relatórios taxonômicos (GORDON, 1982; GORDON; CHAPIN, 1983).

Com base nos aspectos citados, avaliou-se o potencial de *Stethorus sp.* quanto à sua capacidade predatória, sobre o ácaro fitófago *T. bastosi* em pinhão-manso. E procurou responder aos seguintes questionamentos: (i) a taxa de alimentação do predador varia entre as diferentes fases da presa?; (ii) são respostas funcionais são diferentes entre as diferentes fases da mesma presa ?; e (iii) qual o potencial deste predador para o controle biológico de *T. bastosi* ?

2 – MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Núcleo de Ecologia de Artrópodes (NEA) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE).

Criação de *Tetranychus bastosi*

Indivíduos de *T. bastosi* utilizados nos bioensaios foram provenientes de plantas de pinhão manso 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, com as bordas circundadas com algodão hidrófilo umedecido para manter a turgidez foliar e impedir a fuga dos ácaros (REIS; ALVES, 1997). As folhas serviram de arena e também de alimento para *T. bastosi*. As criações foram mantidas em câmaras do tipo B.O.D ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase).

Criação de *Stethorus sp.*

Indivíduos de *Stethorus sp.* provenientes de plantios experimentais de pinhão manso pertencentes ao Banco de Germoplasma Ativo da Estação Lauro Bezerra do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA- Serra Talhada - PE) foram mantidos em laboratório para utilização nos bioensaios. O método de criação consistiu de caixas plásticas (11,0 x 11,0 x 3,0 cm) contendo uma folha de feijão-de-porco *Canavalia ensiformes* (L.) DC. (Fabaceae) infestada com *T. bastosi*, a qual foi presa pela bainha em um recipiente de vidro contendo água. A folha foi trocada a cada dois dias para manter altas densidades de *T. bastosi* como alimento. A extremidade superior da caixa plástica foi vedada com tecido do tipo “organza” para evitar a fuga dos insetos. As criações foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. à temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase.

Plantio de pinhão manso

Os bioensaios com *Stethorus sp.* foram realizados sob folhas de pinhão manso provenientes de plantações em vasos na área experimental da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST/UFRPE). Onde sementes de pinhão manso provenientes do Banco de Germoplasma Ativo da Estação Lauro Bezerra do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA-Serra Talhada - PE) foram semeadas em vasos de 5L na proporção 3:1:1 (solo, substrato comercial e esterco bovino), dispostos em gaiolas de 1m² revestidas com organza, visando à obtenção de plantas limpas para realização dos experimentos.

Resposta funcional e numérica de *Stethorus sp.* sobre *Tetranychus bastosi*

Os bioensaios foram feitos em arenas constituídas de placas de Petri (10,0 cm Ø), contendo algodão umedecido, onde foi disposta um disco de folha de pinhão manso (5,0 cm Ø) com a face abaxial voltada para cima, envolto com algodão hidrófilo umedecido em água destilada.

Foi avaliada, a predação de *Stethorus sp.* sobre os estágios de ovos, larvas, ninfas e adultos de *T. bastosi*, em seis densidades diferentes (ácaros/arena): 05, 25, 50, 75 (cinco repetições); 100 e 200 (três repetições). Pupas da criação de *Stethorus sp.* do laboratório foram isoladas até a emergência dos adultos. Em seguida, foram confinados por 15 dias, para ocorrer a cópula e passar pelo período de pré oviposição, que conforme o capítulo I é de $7,9 \pm 1,2$ dias.

Em cada arena foi liberada uma fêmea de *Stethorus sp.* para cada uma das densidades e estágios de *T. bastosi* supracitadas. As fêmeas utilizadas foram privadas de alimentação por um período de 24 horas antes da liberação, para equilibrar o nível de saciedade e não haver interferência da alimentação prévia no experimento.

O número de presas consumidas/tratamento (resposta funcional) foi avaliado por 24 horas nos intervalos de tempo de 6, 12, 18 e 24 horas. O número de ovos colocados (resposta numérica) de *Stethorus sp.* foi avaliado somente sobre os estágios de ovo e adulto de *T. bastosi* (fase sésil e móvel, respectivamente) a cada 24 horas durante cinco dias consecutivos. Em cada avaliação eram contabilizado o número de presas consumidas e feita a reposição por presas mortas, visando sempre manter a densidade inicial. Os ovos colocados pelo predador na resposta numérica, eram retirados das arenas a cada avaliação.

Análise dos Dados

Para avaliar o potencial do inimigo natural *Stethorus sp.* sobre *T. bastosi*, os dados 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 *Stethorus sp.*, sobre as fases de ovo, larva, ninfa e adulto de *T. bastosi*.

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 de *Stethorus sp.*. Os dados foram ajustados para a regressão logística que descreve a relação entre N_e / N_0 e N_0 (Juliano 2001):

$$\frac{N_e}{N_0} = \exp\left(\frac{P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3}{1 + \exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}\right)$$

Onde: P_0, P_1, P_2 e P_3 são os parâmetros a serem estimados.

Se o parâmetro P_1 linear é negativo, uma resposta funcional do tipo II é evidente, enquanto que um P_1 linear positiva indica predação dependente da densidade e, portanto, uma resposta funcional do tipo III (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 (α) foram estimados utilizando-se disco de Holling, equação modificada por regressão não-linear (LIVDAHL; STIVEN, 1983):

$$N_e = \frac{\alpha T N_0}{1 + \alpha T_h N_0}$$

Onde: N_e = o número de presas consumidas, T = tempo de exposição (1 dia), α = taxa de ataque, uma taxa constante de busca bem-sucedida, T_h = tempo de manipulação e N_0 = densidade inicial. Equação modificada por Ali et al., (2011):

$$\frac{1}{N_e} = \frac{T_h}{T} + \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1}{T_h N_0}$$

Onde: $\frac{1}{Ne}$ representa Y, $\frac{1}{ThN_0}$ representa X, $\frac{1}{\alpha}$ representa a, e $\frac{Th}{T}$ representa b. Então, a forma de regressão foi $y = ax + b$. Os valores de α e Th foram estimadas usando a função matemática inversa para a estimativa da curva. Em seguida, o número máximo de presas consumidas por predador $Ne_{max} = T / Th$ foi encontrado.

Para obtenção da resposta numérica, a oviposição de *Stethorus sp.* em relação a densidade (5, 25, 50, 75, 100 e 200) e estágio da praga (ovo e adultos) ofertado, foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado e submetidos à análise de variância (ANOVA) e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o cálculo da eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI) em biomassa ovo em diferentes densidades de presas foi usado a equação de Omkar e Pervez (2004). Para determinar o tipo de curva da ECI de *Stethorus sp.* sobre *T. bastosi*, e os dados foram submetidos à análise de regressão.

$$ECI = \left(\frac{\text{Número de ovos colocados}}{\text{Número de presas consumidas}} \right) \times 100$$

Para realização das equações e análises estatísticas, utilizou-se os programas computacionais SigmaPlot v. 10.0 e Sisvar v. 5.6, sendo as equações ajustadas em virtude da necessidade de cada parâmetro.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de ovos, larvas, ninfas e adultos de *T. bastosi* consumido por *Stethorus sp.* aumentou significativamente à medida que as suas densidades aumentavam (Tab. 1). Apresentando preferência pelos estágios sesséis (ovos) e de menos mobilidade (larvas) de *T. bastosi*. Chegando a consumir em média 105,7 ovos e 147,0 larvas na densidade de 200. Para o estágio de ninfa e adultos de *T. bastosi*, a predação foi menor, em média 92,5 ninfas da densidade de 75 e 48,0 adultos na densidade de 100 indivíduos.

Espécies de *Stethorus* são relatados por se alimentar de todas as fases da presa, com forte preferência para ovos (HOUCK, 1991; ULLAH, 2000). Resultados semelhantes foram encontrados por Ali et al., (2016), onde *S. punctum* predando *T. urticae* apresentou preferência pelos estágios imaturos (57,60) quando comparado com a predação dos estágios maduros (16,73). Ullah, (2000) com *S. evans* predando *T. urticae* consumiu 142,7 ovos.

Ragkou et al., (2004), *S. punctillum* predando *T. urticae* consumiu (46,17) ovos (28,3) larvas, (21,1) ninfas e (20,33) adultos, apresentando preferência pelo estágio de ovo. Fato explicado devido ao tamanho menor e a natureza não-móveis dos ovos em comparação com os movimentos rápidos de ninfas e adultos, facilitando assim a captura das presas, porém devido ao tamanho reduzido, é necessário um consumo mais elevado para sua saciedade.

As estimativas dos parâmetros para regressão logística de proporção de presas consumidas (N_e / N_o) em relação ao número de presas oferecidas (N_o), para fêmeas adultas de *Stethorus sp.* são apresentadas na Tabela 2. Apresentando para *Stethorus sp.* predando ovos e larvas de *T. bastosi* um parâmetro linear positivo ($P1 > 0$), e predando ninfas e adultos um parâmetro linear negativo ($P1 < 0$).

A proporção média de ninfas e adultos de *T. bastosi* consumidos (N_e/N_o) por *Stethorus sp.* apresentou-se maior na densidade de cinco presas oferecidas, declinando nas densidades subsequentes com tendência a estabilidade (Fig. 1.C e D), apresentando uma relação de densidade-dependência inversa. Quando predando ovos e larvas de *T. bastosi*, a proporção de presas consumidos (N_e/N_o) aumentou até a densidade de 50 indivíduos com o aumento densidade ofertada, diminuindo seu consumo nas densidades mais elevadas, tendendo a estabilidade (Fig. 1.A e B).

Dessa forma, através das estimativas dos parâmetros para regressão logística e a proporção do consumo (N_e/N_o), constatou-se que *Stethorus sp.* predando ninfas e adultos de *T. bastosi* exibiu uma resposta funcional do Tipo II, enquanto que predando ovos e larvas do mesmo ácaro apresenta resposta funcional do tipo III (Fig. 2).

Os parâmetros de taxa de ataque (α) e o tempo de manipulação (T_h) mostram esta relação numericamente (Tab. 3). Observou-se que a maior taxa de ataque (α) ocorreu em ovos e larvas da praga. Já para o tempo gasto na manipulação (T_h) da presa, observou-se que *Stethorus sp.* passa mais tempo manipulando ninfas e adultos, sendo dessa forma, inversamente proporcional a taxa de ataque.

Tabela 1. Médias (\pm erro-padrão) do consumo de fêmeas de *Stethorus sp.* (Col: Coccinelidae) alimentadas por 24h em diferentes densidades da presa *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

Densidade ofertada	Consumo da presa ¹			
	Ovo	Larva	Ninfa	Adulto
5	6,6 \pm 0,5 Ca	10,6 \pm 1,0 Da	16,6 \pm 0,9 Ba	13,6 \pm 1,2 Aa
25	39,2 \pm 7,8 BCa	56,2 \pm 5,2 CDa	49,6 \pm 6,9 ABa	26,4 \pm 1,2 Aa
50	85,3 \pm 11,1 ABb	113,4 \pm 9,3 ABa	69,7 \pm 12,0 Ab	32,2 \pm 2,7 Ac
75	100,0 \pm 25,3 Aa	105,8 \pm 17,2 ABCa	92,5 \pm 4,8 Ab	37,4 \pm 2,0 Ac
100	68,0 \pm 1,7 ABb	101,5 \pm 12,4 ABa	85,3 \pm 9,2 Aab	48,0 \pm 4,3 Ac
200	105,7 \pm 22,8 Aab	147,00 \pm 9,8 Aa	71,7 \pm 1,8 Abc	42,3 \pm 5,4 Ac

¹Médias (\pm EP) seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Tabela 2. Modelos logísticos da proporção de *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae) em diferentes estágios de desenvolvimento consumidos por fêmeas *Stethorus sp.* (Col: Coccinelidae) em função da densidade inicial de presas ofertadas, sob folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em laboratório ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase).

Estágio da presa	R ²	F	P	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
Ovo	0,960	40,74	0,024	1,1094 \pm 0,116	0,0362 \pm 0,007	-0,0006 \pm 0,000	0,000002 \pm 0,00000
Larva	0,926	21,78	0,044	2,0047 \pm 0,221	0,0245 \pm 0,013	-0,0005 \pm 0,000	0,000002 \pm 0,00000
Ninfa	0,955	36,20	0,027	3,5652 \pm 0,265	-0,0702 \pm 0,016	0,0006 \pm 0,000	-0,000002 \pm 0,00000
Adulto	0,922	20,70	0,046	2,9524 \pm 0,304	-0,0903 \pm 0,018	0,0009 \pm 0,000	-0,000004 \pm 0,00000

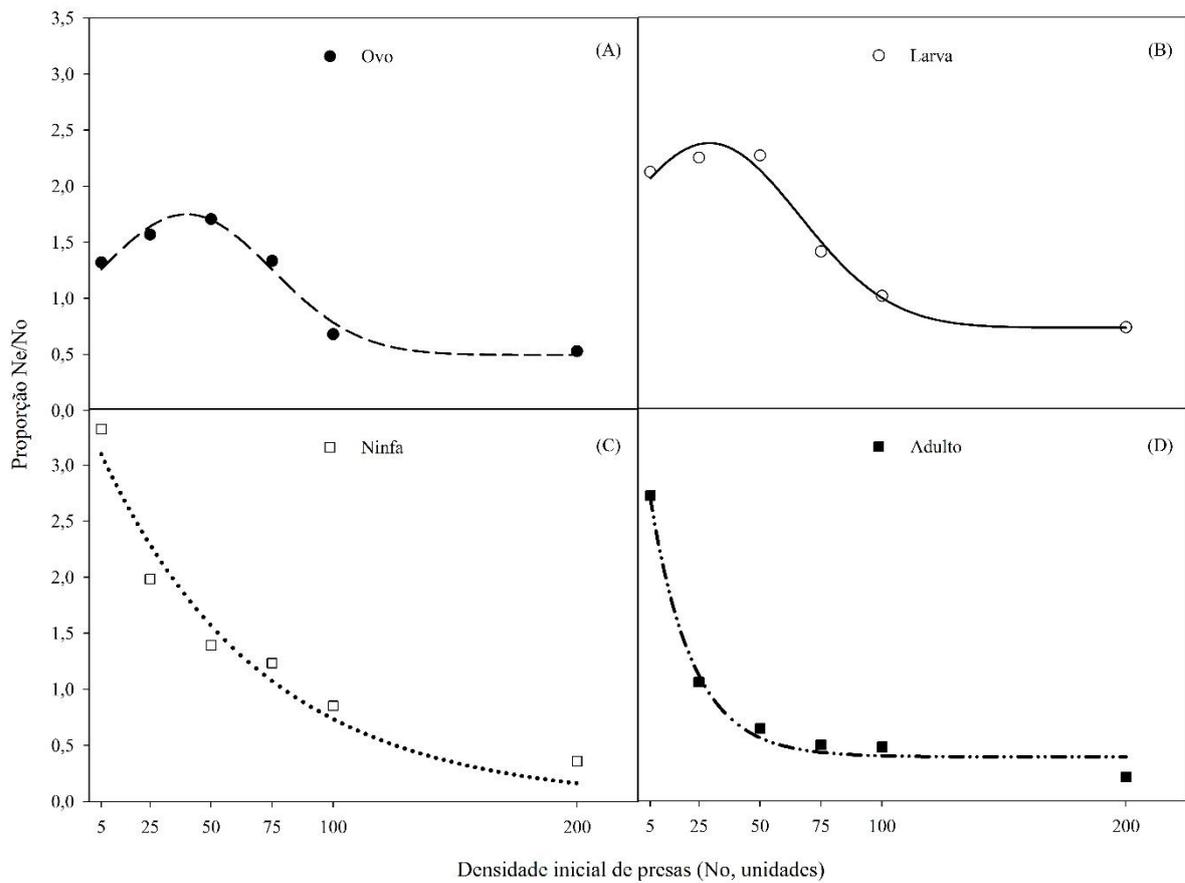


Figura 1. Proporção de presas consumidas por fêmeas adultas de *Stethorus sp.* (Col: Coccinelidae) em seis densidades de *Tetranychus bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

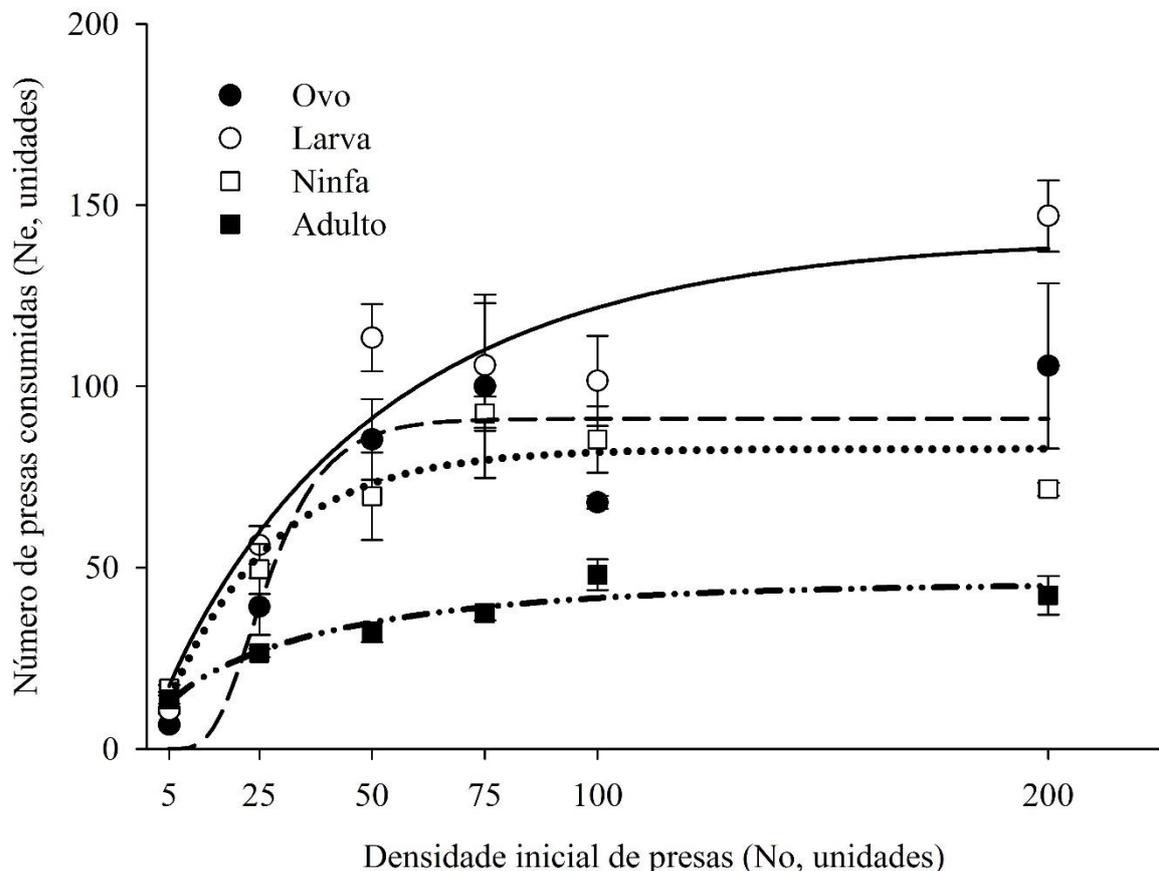


Figura 2. Resposta funcional de fêmeas adultas de *Stethorus sp.* (Col: Coccinellidae) quando oferecidos todos os estágios de *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae), sob folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em laboratório ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase). Os pontos no gráfico mostram o número médio de indivíduos consumidos em cada densidade inicial de presas disponíveis.

A resposta funcional do tipo III encontrada para *Stethorus sp.* predando ovos e larvas indica uma resposta de predação densidade dependente, representada inicialmente pelo aumento na proporção de ninfas e adultos consumidas com posterior desaceleração do consumo, que pode ser mediado por fatores como saciedade e tempo para manipulação da presa.

A resposta funcional do tipo II encontrada para *Stethorus sp.* predando ninfas e adultos de *T. bastosi*, por outro lado, consiste no consumo ascendente (linear) à medida que aumenta a disponibilidade de alimento até o atingir um platô, estabilizando-se e transformando-se em uma constante (HOOLLING, 1959). Corresponde ao tipo de resposta de predação mais comum da tribo Stethorini: *Stethorus tridens* predando *Tetranychus evansi* (BRITTO et al., 2009), *S.*

gilvifrons sobre *Tetranychus urticae* (MEHRKHOUS, 2009), *S. gilvifrons* predando *Olygonychus afrasiaticus* (MATIN, 2008). 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; MURDOCH; OATEN, 1975). Porém a resposta funcional do tipo III também é relatada para este coccinelídeo, encontrada por Sohrabi e Shishehbor (2007) estudando *S. gilvifrons* alimentados em *Tetranychus turkestanii*.

As proporções de presas consumidas (Ne / No) mostraram que o consumo de presas por *Stethorus sp.* foram mais elevados nas densidades mais baixas (até a densidade de 50 indivíduos) para todas as fases de *T. bastosi*. Esse declínio significativo na taxa de consumo em maior densidade de presas observado para *Stethorus sp.* é provável devido à saciedade (MILLS, 1982). Este padrão indica que *Stethorus sp.* é mais efetivo em regular populações de presas sob baixas densidades, e que o predador precisa ser lançado no início e antes de *T. bastosi* atingir altas densidades (ATLIHAN et al., 2010).

Tabela 3. Média (\pm erro-padrão) da taxa de ataque (α) e tempo de manipulação (T_h) de *Stethorus sp.* (Col: Coccinellidae) se alimentando de *Tetranychus bastosi* (ovo, larva, ninfa e adulto) durante 24h de exposição (T) e número estimado de presas consumidas nesse período (T/T_h) em laboratório ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 12 horas de fotofase) sob folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

Estágio da presa	Taxa de ataque (α)	Tempo de manipulação (T_h)	T/T_h	R²	P
Ovo	1,344 \pm 0,06	0,0014 \pm 0,003	714,29	0,99	<0,0001
Larva	2,197 \pm 0,08	0,0026 \pm 0,001	384,62	0,99	<0,0001
Ninfa	3,970 \pm 0,18	0,0098 \pm 0,00	102,04	0,99	<0,0001
Adulto	3,920 \pm 0,33	0,0233 \pm 0,00	42,92	0,97	<0,0003

A maior taxa de ataque apresentados por *Stethorus sp.* predando ovos e larvas de *T. bastosi*, pode ser explicada pelo fato de ovos e larvas serem sesséis e de menor mobilidade comparado a ninfas e adultos de *T. bastosi*, sendo mais facilmente manipulados pelo predador e apresentam menor resistência ao ataque do mesmo, e isso pode ter influenciado nesse resultado. Da mesma forma ocorreu no tempo de manipulação, apresentando um maior tempo manipulando as presas de maior mobilidade (ninfas e adultos) e conseqüentemente menor

quantidade de consumo. Semelhantemente ao que é relatado por Ali et al., (2016), onde *S. punctum* predando *T. urticae* apresentou maior taxa de predação pelos estágios imaturos.

O tempo de manipulação é um bom indicador da taxa de consumo e efetividade do predador, pois reflete o tempo gasto na captura, morte, consumo e digestão da presa (VEERAVEL; BASKARAN, 1997). Assim, o resultado obtido da razão entre o tempo de experimentação e o tempo de manipulação calculado para fêmeas de *Stethorus sp.* predando *T. bastosi* reforça o potencial desta joaninha em consumir ovos e larvas da praga (T/Th, Tab. 3).

No que se refere à resposta numérica observou-se que houve efeito da densidade e estágio da presa na oviposição média de *Stethorus sp.* A oviposição de fêmeas de *Stethorus sp.* (Tab. 4) quando alimentadas com adultos de *T. bastosi*, aumentou com a densidade de presas ($F = 25,52$; $P \leq 0,01$) atingindo um patamar em alta densidade. As fêmeas colocaram em média $23 \pm 1,00$ ovos quando exposta à densidade de presas mais elevada (100) e $0,33 \pm 0,58$ ovos na menor densidade de presas (5). Da mesma forma observou-se na ECI (Eficiência da conversão de alimento ingerido), um aumento da eficiência até a densidade de 100 indivíduos ofertados, com posterior declínio. (Fig. 3).

Tabela 4. Oviposição total (\pm erro-padrão) de fêmeas adultas de *Stethorus sp.* (Col: Coccinelidae) se alimentando de adultos de *T. bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

Densidade da presa	Oviposição ¹
5	$0,33 \pm 0,58$ d
25	$6,33 \pm 2,08$ cd
50	$12,00 \pm 0,00$ bc
75	$11,67 \pm 2,89$ bc
100	$23,00 \pm 1,00$ a
200	$14,33 \pm 3,06$ b
	CV (%) 23,22
	F= 25,525

Médias (\pm EP) seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

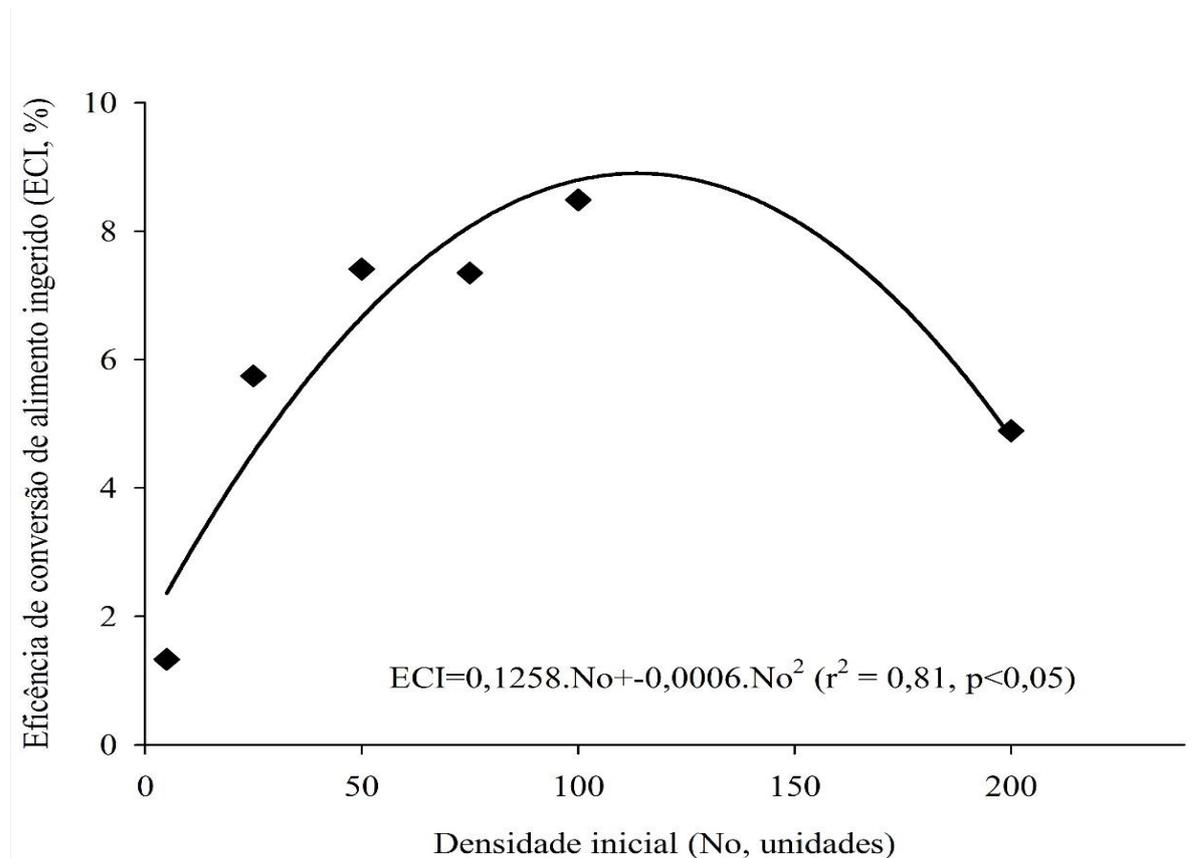


Figura 3. Relação entre a ECI (eficiência da conversão de alimento ingerido) de fêmeas de *Stethorus sp.* (Col: Coccinelidae) em diferentes densidades de adultos de *T. bastosi* ($27 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase) em folhas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

Quando oferecidos ovos de *T. bastosi* a *Stethorus sp.*, não houve oviposição em nenhuma das densidades e estágios da presa. A não conversão de alimento em prole por *Stethorus sp.* quando alimentados com ovos de *T. bastosi* pode indicar que o consumo de apenas este estágio da presa, não seja suficiente para uma reprodução satisfatória deste predador, mesmo apresentando maior resposta funcional consumindo presas nesta fase do que quando consumiram adultos.

Em relação à baixa conversão de presas em prole observada quando oferecidos adultos de *T. bastosi* na densidade de 200 indivíduos, pode ser explicado pelo fato de nesta densidade *Stethorus sp.* ter sido saciado, reduzindo assim o número de presas consumidas e conseqüentemente sua oviposição. Isso é demonstrado na curva de resposta funcional deste predador, quando oferecidos adultos de *T. bastosi* (Fig. 2), o consumo diminuiu com o aumento da densidade.

Poucos estudos são feitos sobre a resposta numérica de coccinelídeos *Stethorus* predando ácaros. Yigit e Uygun (1986) estudaram a resposta numérica de *Stethorus*

punctillum predando *Tetranychus viennensis* em laboratório, e seus resultados indicaram uma relação linear entre a densidade de presas e o número de ovos. Assim como Sohrabi e Shishehbor (2007) para adultos de *S. gilvifrons* alimentados em *Tetranychus turkestanii* também apresentaram uma relação linear, com maior oviposição na densidade de 100 presas (223,6 ovos).

A tendência do ECI neste estudo indicou que a conversão de presas em biomassa foi maior em densidades mais baixas, como diminuição da sua eficiência em densidades mais altas da presa. Em outras palavras, se considerarmos a estrutura do modelo, o número de ovos colocado em diferentes densidades de presas tem uma taxa de desaceleração como a do Tipo II da resposta funcional. Portanto, podemos ver uma tendência de desaceleração com o aumento da densidade de presas. A diminuição do ECI em maiores densidades de presas pode sugerir que fêmeas quando bem alimentadas atingem sua oviposição máxima, passando então a investir na sua manutenção (OMKAR; PERVEZ, 2004).

Baseado nesses resultados, conclui-se que *Stethorus sp.* demonstra potencial para ser empregado no controle de *T. bastosi*, tendo preferência por estágios imaturos da praga. De modo que lançamentos do predador deve ser realizada antes de *T. bastosi* atingir alta densidade, pois *Stethorus sp.* demonstrou ser mais efetivo em regular populações de presas sob baixas densidades.

Vale salientar, entretanto, que para comprovação da efetividade de *Stethorus sp.* no controle de *T. bastosi*, é necessário realizar experimentos onde outros fatores como associação com outras presas e predadores e fatores ambientais abióticos, pois estes fatores podem ter impactos importantes sobre a eficiência do predador na regulação de uma população de presas.

4 - REFERÊNCIAS

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.

ARBABI, M. Biology of *Stethorus punctillum*, a Potential Predator of *Tetranychus ludeni*. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 3, p. 95-100, 2008.

ATLIHAN, R.; KAYDAN, M. B.; YARMBATMAN, A.; OKUT, H. Functional response of the coccinellid predator *Adalia fasciatopunctata revelierei* to walnut aphid (*Callaphis juglandis*). **Phytoparasitica** v. 38, p. 23-29, 2010.

BARROS, A. M. F. **Aspectos bioecológicos e populacionais de *Tetranychus bastosi* (Acari: Tetranychidae) em pinhão-mansinho no Semiárido Pernambucano**. 2013, 46 f. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Garanhuns, PE.

BIDDINGER, D.J.; WEBER, D.C.; HULL, L.A. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in biological control. **Biological Control**, p. 268-283, 2009.

BISWAS, G. C.; ISLAM, W.; HAQUE, M. M. Biology and predation of *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Tetranychus urticae* Koch. **J. bio-sci.**, v. 15, p. 1-5, 2007.

BRITTO, E. P. J.; GONDIM JR. M. G. C.; TORRES, J. B.; FIABOE, K. K. M.; MORAES, G. J.; KNAPP, M. Predation and reproductive output of the ladybird beetle *Stethorus tridens* preying on tomato red spider mite *Tetranychus evansi*. **BioControl**, v. 54, p. 363-368, 2009.

CASAS, J.; GURNEY, W.S.C.; NISBET, R.; ROUX, O. A probabilistic model for the functional response of a parasitoid at the behavioural time-scale. **J Anim Ecol.**, v. 62, p. 194-202, 1993.

CRUZ, W. P.; SARMENTO, R. A.; TEODORO, A. V.; ERASMO, E. A. L.; MARÇAL NETO P.; IGNACIO, M.; FONTENELE JUNIOR, D. F. Acarofauna em cultivo de pinhão-mansinho e plantas espontâneas associadas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.47. n. 3, 2012.

ESCUADERO, L. A.; FERRAGUT, F. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, v. 32, p. 378-384, 2005.

FIABOE, K. K. M.; GONDIM, M. G. C. JR.; DE MORAES G. J.; OGOL, C. K. P. O.; KNAPP, M. Surveys for natural enemies of the tomato red spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in northeastern and southeastern Brazil. **Zootaxa** v. 1395, p. 33-58, 2007.

GONZÁLEZ, G. 2006. **Los Coccinellidae de Chile** [online]. Disponível em: <<http://www.coccinellidae.cl>>. Acesso em nov. 2014.

GORDON, R. D. New species and new synonymy in neotropical *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae). **Coleopt. Bull.**, v. 36, p. 121-126, 1982

GORDON, R. D.; CHAPIN, E. A. A revision of the new world species of *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae). **T. Am. Entomol. Soc.**, v. 109, p. 227-276, 1983.

HASSELL, M. P. (1978) **The dynamics of arthropod predator-prey systems**. Princeton University Press, Princeton.

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple typos of predation and parasitism. **Canadian Entomologist**, v. 91, p. 385-3988, 1959.

HOUCK, M. A. Time and resource partitioning in *Stethorus punctum* (Coleoptera: Coccinellidae). **Environ. Entomol.**, v. 20, p. 494-497, 1991.

JULIANO, S. A. 2001. **Non-linear curve fitting: predation and functional response curves**. p. 178–196. In: SCHEINER, S. M.; GUREVITCH, J. eds.) “Design and Analysis of Ecological Experiments”. Chapman and Hall, New York, 432 pp.

LIVDAHL, T. P.; STIVEN, A. E. Statistical difficulties in the analysis of predator functional response data. **Canadian Entomologist**, v.115, p.1365-1370. 1983.

MAIA, H.N.M.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, v.93, n. 2, p. 511-518, 2000.

MATIN, M. 2008, 73 f. **Biology and predation of *Stethorus gilvifrons* Mulsant fed on date dust mite, *Olygonychus afrasiaticus* McGregor**. M. Sc. Thesis. Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran.

MEHRKHOU, F. 2009, 81 f. **Foraging behavior of *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)**. M. Sc. Thesis. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

MILLS, N. J. Satiation and the functional response: a test of a new model. **Ecological Entomology**, v. 7, p. 305-315, 1982.

MURDOCH, W.W.; OATEN, A. Predation and population stability. **Advances in Ecological Research**, v. 9, p. 1-131, 1975.

OMKAR, PERVEZ, A. Functional and numerical responses of *Propylea dissecta* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). **J. Appl. Entomol.**, v. 128, p. 140-146, 2004.

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.

PEDRO NETO, M.; SARMENTO, R. A.; OLIVEIRA, W. P.; PICANÇO, M. C. ERASMO, E.A.L. Biologia e tabela de vida do ácaro-vermelho *Tetranychus bastosi* em pinhão-manso. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 48, p. 353-357, 2013.

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

RAGKOU, V.S.; ATHANASSIOU, C.G; KAVALLIERATOS, N.G; TOMANOVIC, Z. Daily consumption and predation rate of different *Stethorus punctillum* instars feeding on *Tetranychus urticae*. **Phytoparasitica**, v. 32, p. 154–159, 2004.

REIS, P. R.; ALVES, E. B. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark and Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **Soc. Entomol. Brasil**, v. 26, p. 565-568, 1997.

REYES, J. C.; GONZÁLEZ, G. F.; KONDO, T. First record of the spider mite predator, *Stethorus tridens* gordon (Coleoptera: Coccinellidae) preying upon the red avocado mite, *Oligonychus yothersi* Mcgregor (Acari: Tetranychidae). **Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle**, v. 11, p. 15-19, 2010.

RODRIGUES, D. M. **Acarofauna e Potencial de Ácaros Predadores no Controle de ácaros-praga em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) no Estado do Tocantins**. 2010. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Tocantins. Campus Universitário de Gurupi.

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.

SANTOS, H. O.; SILVA-MANN, R.; PODEROSO, J. C. M.; OLIVEIRA, A. S.; CARVALHO, S. V. A.; BOARI, A. J.; RIBEIRO, G. T.; NAVIA, D. **O ácaro *Tetranychus bastosi* TUTTLE, BAKER & SALES (Prostigmata: Tetranychidae) Infestando Germoplasma Nativo de *Jatropha* sp. no Estado do Sergipe, Brasil**. In: 2º Congresso Brasileiro de Mamona, Sergipe. 2006.

SARMENTO, R. DE A.; RODRIGUES, D. M.; FARAJI, F.; LEMUS, E. A. E. L.; LEMOS, F.; TEODORO, A. V.; KIKUCHI, W. T.; SANTOS, G. R.; PALLINI, A. Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 53, p. 203-214, 2010.

SOHRABI, F.; SHISHEHBOR, P. Functional and numerical response of *Stethorus gilvifrons* feeding on *Tetranychus turkestanii*. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 10, p. 4563-4566, 2007.

SOHRABI, F.; SHISHEHBOR, P. Functional and Numerical Responses of *Stethorus gilvifrons* Mulsant Feeding on Strawberry Spider Mite, *Tetranychus turkestanii* Ugarov and Nikolski. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 10, p. 4563-4566, 2007

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

ULLAH, I. (2000) **Aspects of the biology of the ladybird beetle *Stethorus vagans* (Blackburn) (Coleoptera: Coccinellidae)**. Ph.D. thesis, University of Western Sydney.

VEERAVEL, R.; P. BASKARAN. Functional and numerical responses of *Coccinella transversalis* and *Cheilomenes sexmaculata* Fabr. feeding on the melon aphid, *Aphis gossypii* Glover. **Insect Sci. Appl.**, v. 17: p. 335–339, 1997.

WATANABE, M. A.; MORAES, G. J.; GASTALDO Jr, I.; NICOLELLA, G. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. **Revista Scientia Agricola**, v. 51, p. 75-81, 1994.

YIGIT, A.; N. UYGUN. Studies on interactions between hawthorn mite (*Tetranychus viennensis* Zacher) (Acarina: Tetranychidae) and its predator, *Stethorus punctillum* Weise (Col: Coccinellidae). **Proceedings of the 1st Turkish National Congress of Biological Control**, p. 406-422, 1986.