

## BIOLOGICAL CONTROL

## Padronização da Criação de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*): Idade da Planta e Tempo de Colheita

ALEXANDER BUSTOS, FERNANDO CANTOR<sup>1</sup>, JOSÉ R CURE, DANIEL RODRÍGUEZ

Facultad de Ciencias, Univ Militar Nueva Granada, Programa de Biología Aplicada Carrera 11 No. 101-80, Of. 206D, Bogotá, Colombia

<sup>1</sup>Autor para correspondência; fernando.cantor@unimilitar.edu.co

Edited by Denise Navia – EMBRAPA/CENARGEN

*Neotropical Entomology* 38(5):653-659 (2009)

### Standardization of a Rearing Procedure of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on Bean (*Phaseolus vulgaris*): Plant Age and Harvest Time

**ABSTRACT** - A rearing technique was standardized to produce *Tetranychus urticae* Koch on *Phaseolus vulgaris* (ICA Cerinza variety) as a prey of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. Two assays were conducted to assess the following variables: 1. the most suitable plant age for mite infestation, 2. the best time to harvest the mites and reinfest the plants. In the first experiment, four-, five-, six-, and seven-week-old plants of *P. vulgaris* were infested with six *T. urticae* per foliole. The lower plant stratum exhibited the largest number of mites regardless of plant age. However, four-week-old plants had the larger average number of individuals. In the second experiment four-week-old plants were infested with 0.5 female mite/cm<sup>2</sup> of leaf. The number of individuals per instar of *T. urticae* was recorded weekly. The highest mite production occurred between four and five weeks after infestation, indicating this to be the most suitable for mite harvesting and for plant reinfestation.

**KEY WORDS:** Phytophagous mite, biological control, growth population model, mass rearing

**RESUMO** - Visando padronizar método de criação de *Tetranychus urticae* Koch em *Phaseolus vulgaris* (var. ICA Cerinza) para alimentação do ácaro predador *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, foram conduzidos experimentos para identificar: a idade mais apropriada da planta para infestação com *T. urticae* e o momento após infestação inicial em que se deve recomeçar o ciclo de produção. Para o primeiro experimento, foram utilizados feijoeiros de quatro, cinco, seis e sete semanas de idade, infestadas com seis fêmeas de *T. urticae* por folíolo. Em todas as idades foi encontrado maior número de indivíduos de *T. urticae* no terço inferior das plantas, constituído principalmente por folhas cotiledonares. No entanto, o maior número de novos indivíduos de cada idade de *T. urticae* foi obtido em plantas de quatro semanas. No segundo experimento foram infestadas feijoeiros de quatro semanas de idade com 0,5 fêmea/cm<sup>2</sup> de folha. Semanalmente, foi registrado o número de estágios biológicos presentes de *T. urticae*. A produção máxima de *T. urticae* foi obtida entre a quarta e quinta semanas após a infestação, sendo esse o momento ideal para a colheita e recomeço do ciclo de produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácaro fitófago, controle biológico, modelo de crescimento populacional, criação massal

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch, é considerado uma das principais pragas de lavouras comerciais, dentre as quais destacam-se as plantas ornamentais como roseira, gerbera e cravo. Para controle de *T. urticae* têm sido empregados diferentes métodos, predominando o uso indiscriminado de acaricidas sintéticos (Osborne *et al* 1985). Em consequência, *T. urticae* desenvolveu resistência à maioria dos compostos disponíveis comercialmente

(Skirvin *et al* 1999). Devido às atuais exigências do mercado internacional para diminuição do uso de pesticidas, existe o interesse por parte dos agricultores no uso de inimigos naturais, como *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. Esse inimigo natural é amplamente reconhecido como eficiente ácaro predador de *T. urticae* (Hussey & Scopes 1985, Sabelis 1985, Overmeer 1985, Zhang 2003).

Para se utilizar *P. persimilis* no campo, é preciso

contar com um método de criação que garanta a oferta permanente do predador. Diferentes técnicas para a criação de *P. persimilis* têm sido investigadas, com destaque para os métodos clássico, desenvolvido na Inglaterra, o de Furnier, na França, e o de McMurtry & Scriven, nos Estados Unidos (Vacante *et al* 1989). No entanto, nenhum desses métodos permite a produção de inimigos naturais em larga escala, de forma a garantir a oferta constante do predador para os agricultores, o que normalmente os leva a retornarem aos métodos de controle tradicionais com produtos químicos. Os agricultores da América Latina que ainda consideram a liberação de *P. persimilis* uma alternativa de controle de *T. urticae*, procuram instituições/empresas comerciais internacionais para satisfazer demandas comerciais, o que gera um custo maior do produto biológico quando comparado ao custo do controle químico.

Visando desenvolver métodos locais de produção massal de *P. persimilis*, iniciou-se uma série de pesquisas que buscam maximizar os parâmetros biológicos e ecológicos da interação planta-fitófago-predador. No presente estudo, avaliou-se o efeito da idade da planta hospedeira no crescimento de populações de *T. urticae* e sua capacidade de suporte, de forma a servir como fonte de alimento constante para o ácaro predador.

## Material e Métodos

**Crescimento populacional de *T. urticae* em feijoeiro de diferentes idades.** Feijoeiros (*Phaseolus vulgaris* var. ICA Cerinza) de quatro, cinco, seis e sete semanas de idade foram infestados simultaneamente com seis fêmeas adultas de *T. urticae* por folha cotiledonar e por folíolo. Cada idade da planta foi considerada um tratamento constituído por quatro repetições. O número de formas móveis (larvas, ninfas e adultos) e imóveis (ovos e estágios quiescentes) de *T. urticae* presentes em cada folíolo foi registrado dez dias após a infestação inicial. Visando identificar o terço da planta (inferior, médio e superior) onde se consegue a maior produção de indivíduos por unidade de área foliar (em cm<sup>2</sup>), em cada amostragem foi registrado o número de indivíduos presentes em cada uma das folhas de cada terço da planta. Para determinar a relação número de indivíduos por unidade de área, folhas foram digitalizadas para cálculo de sua área folhar (em cm<sup>2</sup>) com a versão livre do software Scion Image PC.

Os dados foram analisados com o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para estimar diferenças entre os tratamentos.

**Efeito de *T. urticae* no desenvolvimento da planta.** Foi considerado que o momento oportuno de colheita de *T. urticae* no feijoeiro seria aquele no qual a produção de indivíduos de *T. urticae* começasse a diminuir devido à competição, indicando o ponto máximo de crescimento populacional. Para identificar o momento em que deve ser iniciada a colheita de *T. urticae*, foram infestadas 24 feijoeiros de quatro semanas de idade com 0,5 fêmea por cm<sup>2</sup> de folha. Vinte e quatro plantas sadias foram utilizadas como testemunhas. A cada oito dias, durante dois meses, foram avaliados, em três plantas, o número de machos

e fêmeas de *T. urticae* e o desenvolvimento da área folhar.

Para estimar os parâmetros de crescimento de *T. urticae* em cada estágio biológico (ovo, larva, ninfa e adulto), foi avaliado o ajuste de dois modelos de crescimento da família sigmoide: logístico e de Gompertz, estimando os parâmetros por meio de regressão linear. No entanto, só foi obtido um ajuste alto com o modelo de Gompertz, o que significa que o crescimento simulado não é simétrico com relação ao ponto de inflexão (Seber & Wild 1989), ou seja, que há maior quantidade de indivíduos presentes na população após serem atingidas as maiores taxas de crescimento; porém, as maiores taxas de crescimento foram atingidas antes do estabelecimento do crescimento da população.

O modelo de Gompertz utilizado descreve-se como:

$$f(x) = \alpha \exp. \{-e^{-k(x-\gamma)}\}$$

onde “x” é a variável independente (tempo em dias), “f(x)” é a variável dependente (número de indivíduos), “e” é uma constante que corresponde à base do logaritmo natural e “α”, “γ” e “k” são parâmetros do modelo que são estimados mediante regressão não-linear a partir dos dados experimentais. O parâmetro α é a assíntota do modelo que representa o máximo número de indivíduos que pode ser alcançado quando x tende a infinito. O parâmetro k não tem interpretação biológica, mas é requerido para estimar a máxima taxa de crescimento  $W_M = ka/e$  (Seber & Wild 1989) e γ é o tempo quando é atingida a máxima taxa de crescimento.

Os dados foram submetidos à análise de variância, em desenho experimental fatorial, utilizando como fatores principais plantas infestadas ou não-infestadas e os dias após infestação.

## Resultados e Discussão

**Crescimento de uma população de *T. urticae* em plantas de diferentes idades.** O maior número de indivíduos de *T. urticae* foi encontrado em feijoeiros infestados na quarta semana de idade (Tabela 1). As análises indicaram que a idade do feijoeiro tem um efeito altamente significativo na produção de indivíduos por área foliar para dois dos estágios biológicos do ácaro: quiescentes (P < 0,0001) e móveis (P < 0,0475), mas não para o estágio de ovo (P = 0,929). Isso concorda com outros trabalhos onde maior quantidade de *T.*

Tabela 1 Número médio de indivíduos de *Tetranychus urticae* obtidos 10 dias após a infestação em feijoeiros (*P. vulgaris* var. ICA Cerinza) de diferentes idades. (n = número de folíolos).

Estágio	Idade (semanas após plantio)			
	4 (n = 45)	5 (n = 44)	6 (n = 72)	7 (n = 159)
Ovo	167,8	158,0	156,9	160,8
Quiescente	198,2	137,9	166,4	153,4
Móvel	191,6	164,9	162,6	149,5

*urticae* foi obtida sobre plantas jovens (Bechinski & Stoltz 1985, Karban & Thaler 1999, Opit *et al* 2003, Rotem & Agrawal 2003), visto que a qualidade da planta hospedeira para *T. urticae* diminui com a idade (Opit *et al* 2003, Rotem & Agrawal 2003). Segundo White & Izquierdo (1981) apud Schoonhoven & Voysset (1991), o feijoeiro apresenta as maiores concentrações de nitrogênio na parte vegetativa em suas primeiras fases de desenvolvimento; durante a maturação, o nitrogênio é acumulado nas sementes.

As análises dos estágios avaliados (ovos, quiescentes e móveis) nos três terços da planta indicaram o terço inferior como o mais adequado, produzindo o maior número de indivíduos por unidade de área, após 10 dias de infestação (Tabela 2). Bechinski & Stoltz (1985) observaram que o maior número de indivíduos foi obtido sobre folhas cotiledonares de feijoeiro infestado com *T. urticae*. Da mesma forma, Karban & Thaler (1999) obtiveram quase o dobro da população de ácaros quando estes cresceram sobre folhas cotiledonares, ao invés de folhas expandidas de algodoeiro.

**Efeito de *T. urticae* no desenvolvimento da planta.** Diferenças no desenvolvimento das plantas foram observadas a partir da segunda semana após sua infestação (Fig 1). A máxima área foliar atingida em plantas infestadas foi de 1.793 cm<sup>2</sup>/planta, enquanto que em plantas não-infestadas foi de 2.153 cm<sup>2</sup>/planta (Fig 2).

O aumento nas taxas de desenvolvimento da área foliar pode ser explicado não só pelo aumento na área foliar, mas também, pela produção de novas folhas na planta (Fig 2). A fase de estabilização apresenta-se devido à redução na produção de órgãos vegetativos, provavelmente porque a planta utiliza os fotoassimilados para produção de órgãos reprodutivos. A diminuição na área foliar por planta pode ser explicada pela abscisão de folhas senescentes.

Com feijão da variedade Bon-Bon, Nachman & Zemek (2003) obtiveram área foliar máxima de aproximadamente 600 cm<sup>2</sup>/planta aos 21 dias após a infestação, enquanto

Tabela 2 Número médio de indivíduos por cada estrato da planta. O número entre parêntesis indica o número de amostras tomadas.

Estágio	Estrato da planta		
	Baixo (n = 157)	Médio (n = 103)	Superior (n = 60)
Ovo	185,9	158,4	122,5
Quiescente	181,7	152,0	146,5
Móvel	186,8	157,2	126,8

que neste trabalho foram estimados 796 cm<sup>2</sup>/planta, para o mesmo período. Além disso, a máxima área foliar foi atingida, aproximadamente, aos 40 dias após a infestação com 1.793 cm<sup>2</sup>/planta (Fig 1). Essas diferenças podem ser decorrentes do uso de variedades distintas de feijão, já que as condições de ambos os experimentos foram semelhantes.

**Desenvolvimento de populações de *T. urticae* em feijoeiro.** A maior densidade de ácaros foi registrada na oitava semana (56 dias após a infestação), com 32 ácaros/cm<sup>2</sup> (Fig 3). Porém, nesse momento a planta apresenta folhas senescentes que não constituem um recurso favorável para os indivíduos ainda em desenvolvimento. A alta densidade corresponde ao acúmulo de ácaros que ainda não migraram, e que estão se desenvolvendo nas folhas remanescentes da planta. Portanto, esse momento não é apropriado para a colheita de *T. urticae*.

O crescimento de *T. urticae* foi lento nas primeiras três semanas após a infestação (Fig 4). A partir da quarta semana ocorreu o maior crescimento populacional desse ácaro fitófago atingindo sua máxima produção aos 42 dias, com aproximadamente 31.000 indivíduos por planta. Esse maior incremento ocorreu entre a quarta e a sexta semanas e coincidiu com o incremento na área foliar da planta (Figs 1

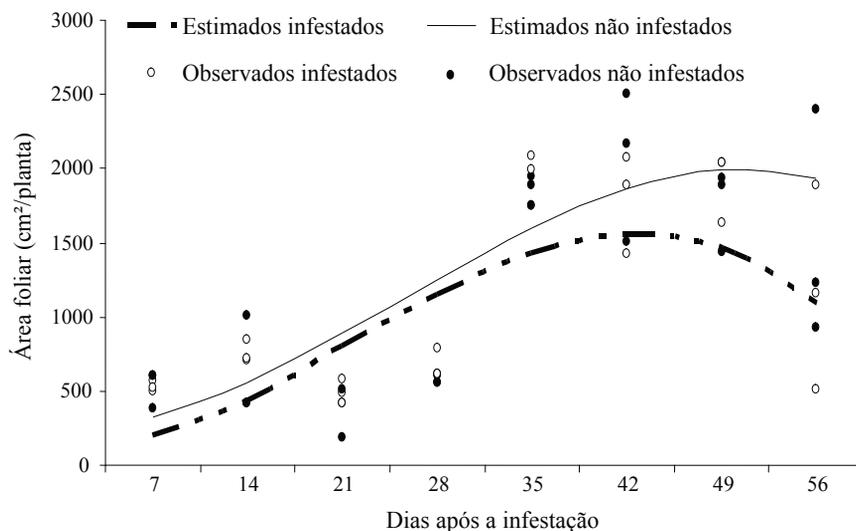


Fig 1 Desenvolvimento da área foliar de feijoeiros não infestados (testemunha,  $P < 0,0001$ ;  $F = 22,11$  e  $R^2 = 0,76$ ) e de feijoeiros infestados com *Tetranychus urticae* ( $P < 0,0001$ ;  $F = 24,74$  e  $R^2 = 0,78$ ).

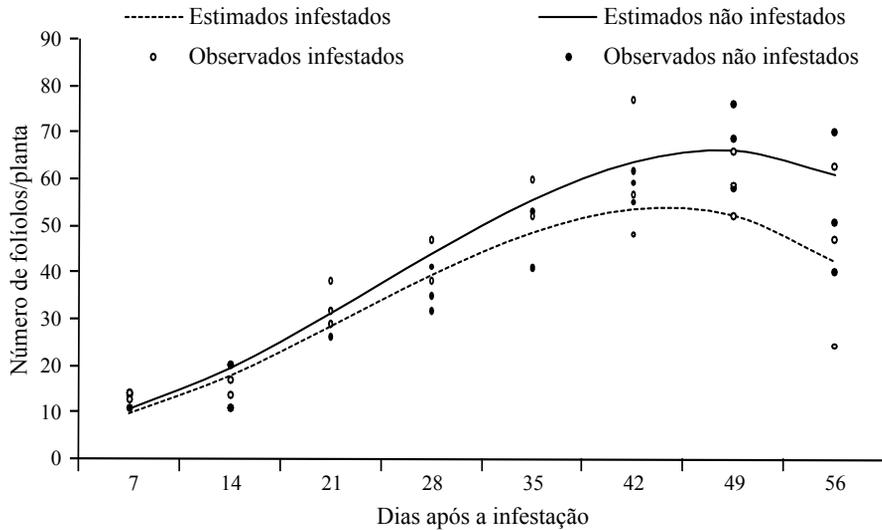


Fig 2 Estimativa do número de folhas presentes em feijoeiros não-infestados (testemunha,  $P \leq 0,0001$ ;  $F = 119,88$  e  $R^2 = 0,91$ ) e infestados com *Tetranychus urticae* ( $P \leq 0,0001$ ;  $F = 46,04$  e  $R^2 = 0,79$ ).

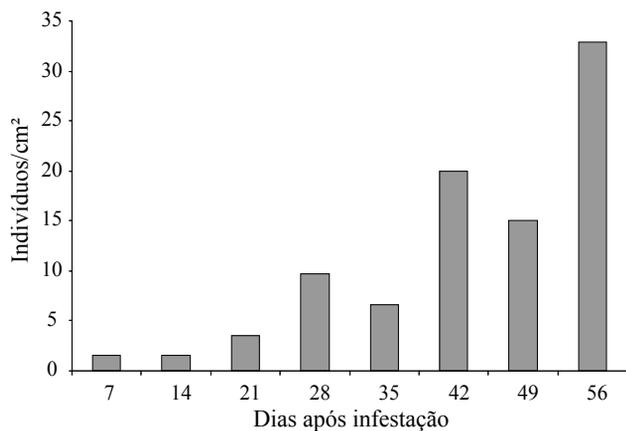


Fig 3 Número médio de indivíduos de *Tetranychus urticae* presentes em feijoeiros após oito semanas da infestação inicial.

e 2). A população/cm<sup>2</sup> sofreu redução na quinta semana (Fig 3), período em que se apresenta a maior taxa de produção na área foliar por planta (Fig 1). Portanto, esse intervalo de tempo poderia ser considerado como momento para a colheita de *T. urticae*.

Foram observados três momentos de alta produção de ovos: após uma semana da infestação inicial, 95% da população foi de ovos. De forma semelhante, na quarta semana os ovos representaram 90% da população e na sétima, 50% do total da população (Fig 5).

Nas primeiras quatro semanas após a infestação, as proporções de ovos e estágios móveis (larvas, ninfas e adultos) de *T. urticae* foram maiores que as registradas a partir da quinta semana. Isso pode estar relacionado ao aumento da área foliar das plantas hospedeiras (Fig 1) e do número de folhas por planta (Fig 2) como oferta de recurso. A partir da quinta semana, a maior proporção foi dos estágios imóveis que não requerem consumo de recurso (ovos e quiescentes), os quais atingiram até 85%

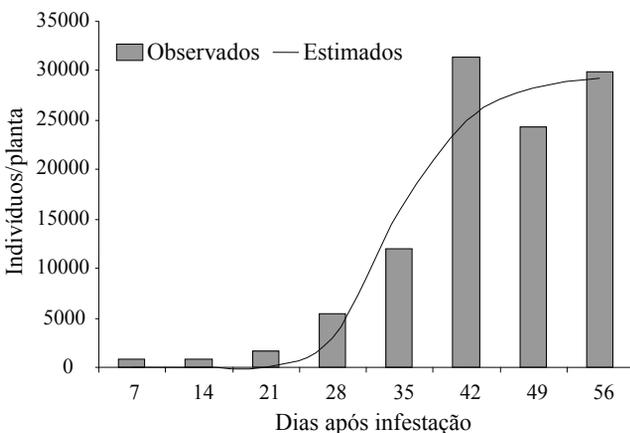


Fig 4 Número de indivíduos de *Tetranychus urticae* presentes em feijoeiros a partir de uma infestação inicial com 0,5 fêmea/cm<sup>2</sup> ( $P \leq 0,0001$ ;  $F = 33,88$  e  $R^2 = 0,82$ ).

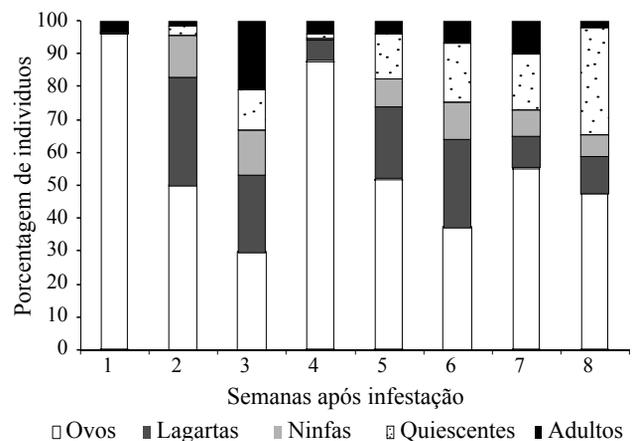


Fig 5 Estágios de *Tetranychus urticae* presentes em feijoeiros com diferentes tempos de infestação.

Tabela 3 Parâmetros populacionais estimados pelo modelo de Gompertz.  $W_M$  = taxa máxima de crescimento de indivíduos (indivíduos/dia por planta),  $\gamma$  = tempo (dias) no que se alcança a máxima taxa e  $\alpha$  = número máximo de indivíduos produzidos até 56 dias.

Estágio	$W_M$	$\gamma$	$\alpha$
Ovo	555,00	31,70	15858,00
Larva	466,27	30,47	3353,00
Ninfa	3239,00	35,00	2529,00
Macho	1,69	14,06	52,57
Fêmea	247,10	34,96	750,10
População total	2017,00	32,00	29677,00

da população (ovos: 50% e quiescentes: 35%), na oitava semana. Esse acúmulo pode ser explicado pelo fato de as populações de ácaros estarem se desenvolvendo em folhas em senescência, o que implica em menor qualidade do recurso e, ainda, em perda de folhas da planta (Fig 2). Nachman & Zemek (2002a) mencionaram que a dinâmica de crescimento de populações de *T. urticae* é altamente influenciada pela condição da planta.

O modelo de Gompertz permitiu estimar: a) a máxima produção de cada um dos diferentes estágios biológicos de *T. urticae* por planta, b) o momento em que a mesma é atingida e, c) a máxima produção de indivíduos de cada idade (Tabela 3, Fig 6). O modelo estima que o maior número de indivíduos

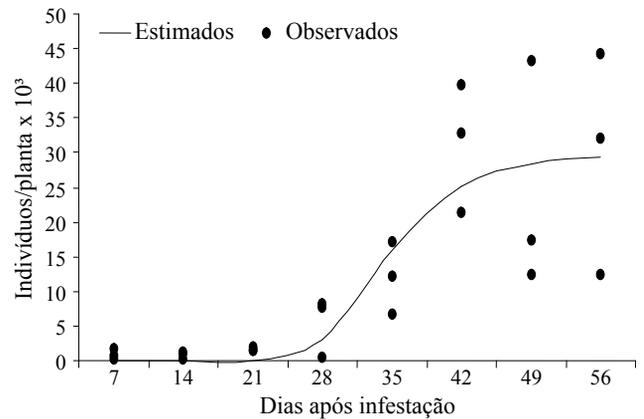


Fig 6 Crescimento de população de *Tetranychus urticae* sobre feijoeiros com todos os estágios agrupados.  $(f(x) = 29677,8 \exp.\{-e^{-0,18(x-32,45)}\})$ .

obtido foi de 29.677 aos 56 dias após a infestação inicial. No entanto, a maior taxa de produção foi obtida aos 32 dias com 2.017 indivíduos por dia. Em consequência, pode-se sugerir que nesse momento se faça a colheita de indivíduos para alimentar o ácaro predador sem afetar o crescimento da população de *T. urticae*.

No período de avaliação, não se observou estabilização da curva de produção de ovos assim como aconteceu para os demais estágios. A estabilização da curva para os estágios móveis ocorreu aos 42 dias (Fig 7), coincidindo

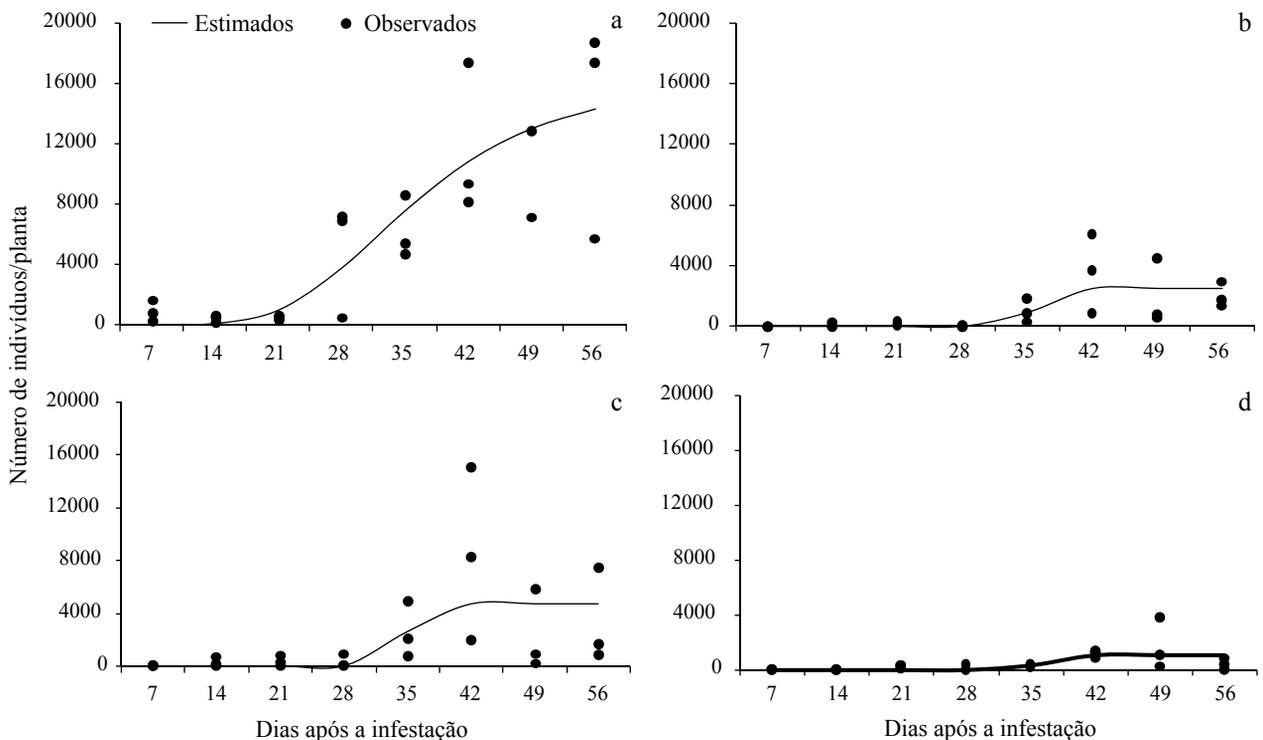


Fig 7 Número de indivíduos de *Tetranychus urticae* que se desenvolvem sobre feijoeiro. a. Ovos  $f(x) = 15858,10 \exp.\{-e^{-0,09(x-31,76)}\}$  b. Larvas  $f(x) = 4706,6 \exp.\{-e^{-2,56(x-34,79)}\}$  c. Ninfas  $f(x) = 2529,10 \exp.\{-e^{-2,529,10(x-35)}\}$  e d. Adultos  $f(x) = 1144,60 \exp.\{-e^{-2,61(x-35,06)}\}$ .

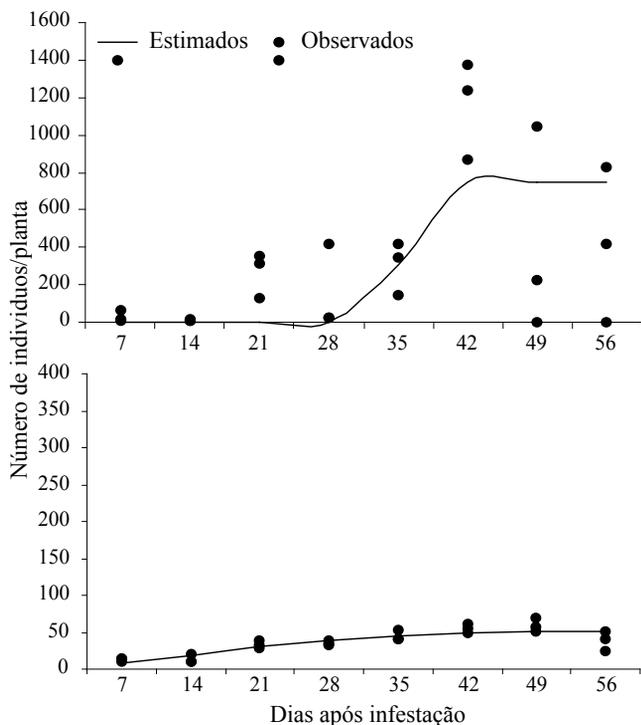


Fig 8 Crescimento de a. Fêmeas ( $f(x) = 750,10 \exp.\{-e^{-3,03(x - 34,96)}\}$ ) e b. Machos ( $f(x) = 52,57 \exp.\{-e^{-0,08(x - 14,05)}\}$ ) de *Tetranychus urticae* sobre feijoeiro.

com a estabilização do crescimento da área foliar (Fig 1) e cessamento de produção de novas folhas (Fig 2).

Quando analisada separadamente, a produção de machos atingiu o seu máximo antes da produção de fêmeas, mas o valor atingido aos 56 dias foi menor (53 indivíduos) do que o de fêmeas (750 indivíduos) (Fig 8). A taxa máxima de crescimento para machos foi de 1,69 indivíduos/dia, obtida aos 14 dias, sendo de 247,1 indivíduos/dia para fêmeas, aos 35 dias. A máxima produção de machos coincidiu com o início do incremento da produção de área foliar (Fig 1), enquanto que a das fêmeas ocorreu com a obtenção do máximo crescimento de área foliar e número de folhas (Fig 2), entre os 21 e 42 dias após a infestação. O número de fêmeas permaneceu constante a partir dos 42 dias de infestação, provavelmente pela interrupção na produção de novas folhas (Figs 1 e 2).

Com os resultados do presente trabalho pode-se sugerir que: a) feijoeiros de quatro semanas de idade constituem um excelente substrato de desenvolvimento para populações do ácaro fitófago *T. urticae*, b) entre quatro e cinco semanas após a primeira infestação são atingidas as taxas máximas de produção de ácaros fitófagos (aprox. 10.000 ácaros/planta), com maior proporção de indivíduos com idade preferida pelo predador, c) é recomendável esperar que algumas plantas atinjam cinco semanas de infestação para serem utilizadas como inóculo de infestação para novas plantas, permitindo a continuidade da criação de *T. urticae*. Esse é o momento em que a população apresenta não só altas taxas de crescimento, mas também alta produção de fêmeas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o financiamento do Projeto (CIAS-2003-007) pela Universidade Militar Nueva Granada, Bogotá, Colômbia.

## Referências

- Bechinski E J, Stoltz R L (1985) Presence-absence sequential decision plans for *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in garden-seed beans, *Phaseolus vulgaris*. J Econ Entomol 78:1475-1480.
- Hussey N W, Scopes N (1985) Biological pest control. The glasshouse experience. New York, Cornell University Press, 239p.
- Karban R, Thaler J S (1999) Plant phase change and resistant to herbivory. Ecology 80: 510-517.
- Nachman G, Zemek R (2002a) Interaction in a tritrophic predator-prey metapopulation system III: Effects of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on host plant condition. Exp Appl Acarol 25: 27-42.
- Nachman G, Zemek R (2002b) Interaction in a tritrophic predator-prey metapopulation system VI: effects of host plant condition on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Exp Appl Acarol 26: 43-70.
- Nachman G, Zemek R (2003) Interaction in a tritrophic predator-prey metapopulation system V: within-plant dynamics of *Phytoseiulus persimilis* and *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). Exp Appl Acarol 29:35-68.
- Opit G P, Margolies D C, Nechols J R (2003) Within-plant distribution of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae), on Ivy Geranium: development of a presence-absence sampling plan. J Econ Entomol 96: 482-488.
- Osborne L S, Ehler L E, Nechols J R (1985) Biological control of the two-spotted spider mite in greenhouses. University of Florida. Agr Exp Sta Tech Bull 853, 40p. (URL <http://mrec.ifas.ufl.edu/Iso/SpMite/b853a1.htm>) Acessado em: 08/08/2004.
- Overmeer P J (1985) Alternative prey and other food resources, p.131-137. In Helle W, Sabelis M W, Spider mites, their biology, natural enemies and control vol 1B. Amsterdam, Elsevier Science Publishers B. V., 458p.
- Rotem A, Agrawal A A (2003) Density dependent population growth of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, on the host plant *Leonorus cardiaca*. Oikos 103: 559-565.
- Sabelis M W (1985) Predation on spider mites, p.103-127. In Helle W, Sabelis M W, Spider mites, their biology, natural enemies and control vol 1B. Elsevier Science Publishers B. V., 458p.
- Schoonhoven A, Voyses O (eds) (1991) Common beans: research for crop improvement. Wiltshire, Redwood Press Ltd., 980p.
- Seber G A F, Wild C J (1989) Nonlinear regression. New York, John Wiley and Sons, 79p.

- Skirvin D J, De Courcy W, Fenlon J (1999) Individual-based models for biological control in ornamentals; a framework for the future. *Aspects Appl Biol* 55: 73-80.
- Vacante V, Garzia G T, Calabro M (1987) Mass-rearing of beneficial organisms in biological and integrated control of protected crops - 1. *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, p.157-166. In Cavalloro R, Pellerens C, Rotterdam B (eds) Integrated pest management in protected vegetable crops. Netherland. Balkema Publishers, 383p.
- Zhang Z (2003) Mites of greenhouses. London, CABI Publishing, 235p.
- In Cavalloro R, Pellerens C, Rotterdam B (eds) Integrated pest management in protected vegetable crops. Netherland. Balkema Publishers, 383p.

Received 24/VIII/06. Accepted 06/VIII/08.

---