

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 CANTOR¹, 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

¹Autor 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/cm² 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/cm² 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 cm²), 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 cm²) 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 cm² 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 sigmoidal: 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 cm²/planta, enquanto que em plantas não-infestadas foi de 2.153 cm²/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 cm²/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 cm²/planta, para o mesmo período. Além disso, a máxima área foliar foi atingida, aproximadamente, aos 40 dias após a infestação com 1.793 cm²/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/cm² (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

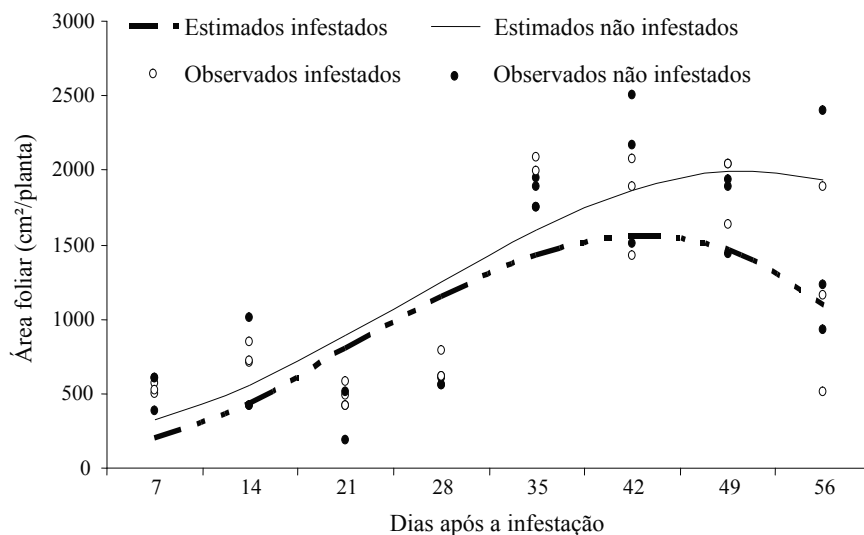


Fig 1 Desenvolvimento da área foliar de feijoeiros não infestados (testemunha, $P < 0,0001$; $F = 22,11$ e $R^2 = 0,76$) e de feijoeiros infestados com *Tetranychus urticae* ($P < 0,0001$; $F = 24,74$ e $R^2 = 0,78$).

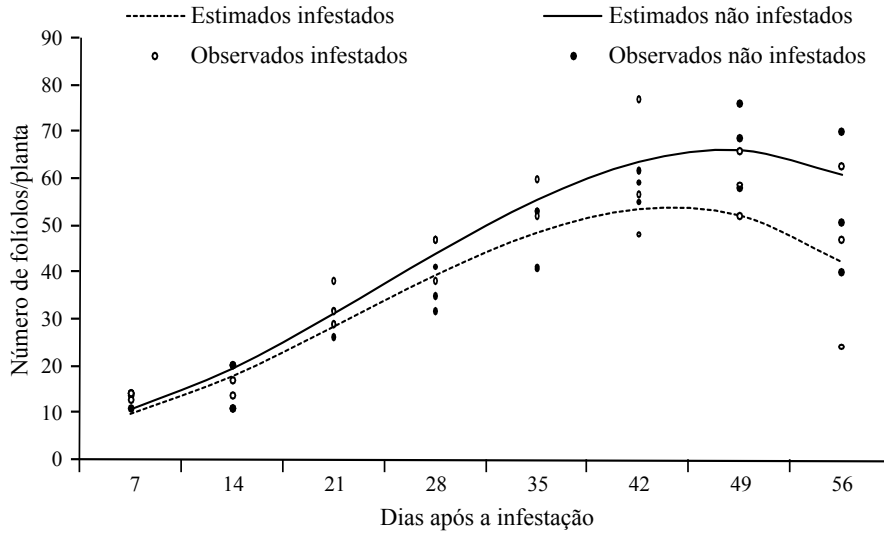


Fig 2 Estimativa do número de folhas presentes em feijoeiros não-infestados (testemunha, $P \leq 0,0001$; $F = 119,88$ e $R^2 = 0,91$) e infestados com *Tetranychus urticae* ($P \leq 0,0001$; $F = 46,04$ e $R^2 = 0,79$).

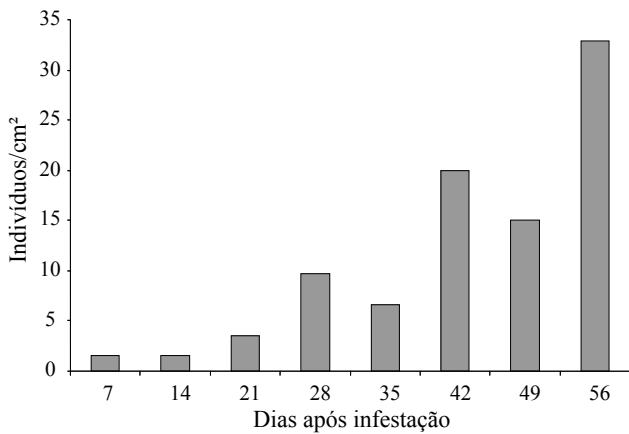


Fig 3 Número médio de indivíduos de *Tetranychus urticae* presentes em feijoeiros após oito semanas da infestação inicial.

e 2). A população/cm² 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%

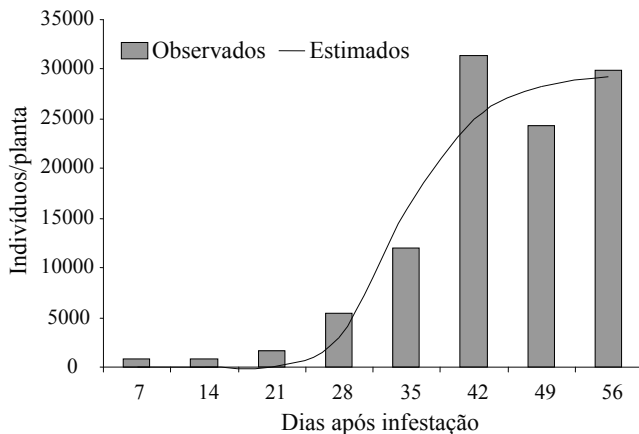


Fig 4 Número de indivíduos de *Tetranychus urticae* presentes em feijoeiros a partir de uma infestação inicial com 0,5 fêmea/cm² ($P \leq 0,0001$; $F = 33,88$ e $R^2 = 0,82$).

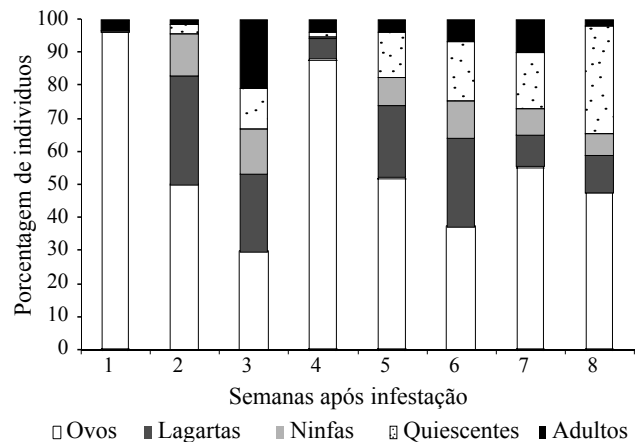


Fig 5 Estágios de *Tetranychus urticae* presentes em feijoeiros com diferentes tempos de infestação.

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

Estágio	W_M	γ	α
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

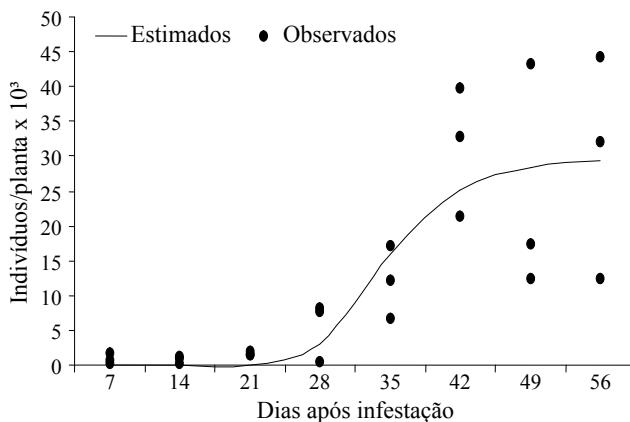


Fig 6 Crescimento de população de *Tetranychus urticae* sobre feijoeiros com todos os estágios agrupados. $(f(x) = 29677,8 \exp.\{-e^{-0,18(x-32,45)}\})$.

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

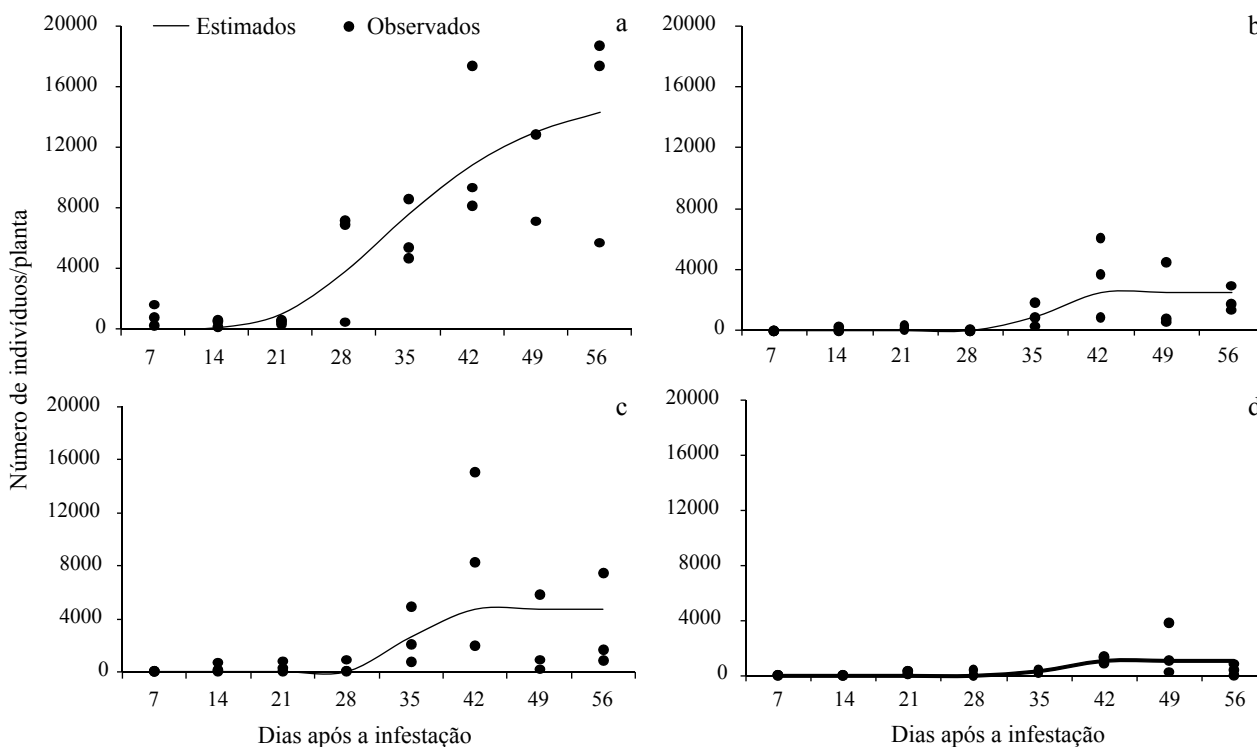


Fig 7 Número de indivíduos de *Tetranychus urticae* que se desenvolvem sobre feijoeiro. a. Ovos $f(x) = 15858,10 \exp.\{-e^{-0,09(x-31,76)}\}$ b. Larvas $f(x) = 4706,6 \exp.\{-e^{-2,56(x-34,79)}\}$ c. Ninfas $f(x) = 2529,10 \exp.\{-e^{-2,529,10(x-35)}\}$ e d. Adultos $f(x) = 1144,60 \exp.\{-e^{-2,61(x-35,06)}\}$.

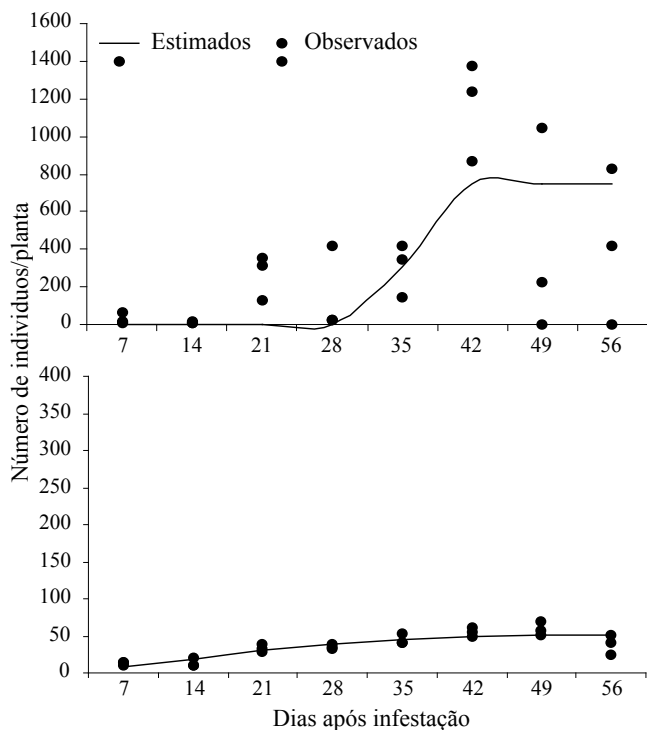


Fig 8 Crescimento de a. Fêmeas ($f(x) = 750,10 \exp.\{-e^{-3,03(x - 34,96)}\}$) e b. Machos ($f(x) = 52,57 \exp.\{-e^{-0,08(x - 14,05)}\}$) de *Tetranychus urticae* sobre feijoeiro.

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