
CRITERIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE *Phytoseiulus persimilis* (PARASITIFORMES: PHYTOSEIIDAE) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

Criteria for the Production of *Phytoseiulus persimilis* (Parasitiformes: Phytoseiidae) Under Greenhouse Conditions.

MAURICIO DAZA V.¹, B.Sc.; FERNANDO CANTOR R.¹, Ph. D.;
DANIEL RODRÍGUEZ C.¹, M.Sc.; ALEXANDER BUSTOS R.¹, B.Sc.;
JOSÉ RICARDO CURE H.¹, Ph. D.

¹ Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada.
Bogotá D.C., Colombia. Carrera 11 N.º 101 - 80, oficina D206,
ecologia@unimilitar.edu.co

Presentado 16 de febrero de 2009, aceptado 2 de septiembre de 2009, correcciones 18 de septiembre de 2009.

RESUMEN

El ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* ha sido usado con éxito para el control del ácaro fitófago *Tetranychus urticae*, el cual constituye una de las plagas más importantes en los cultivos de rosa de la Sabana de Bogotá. En Colombia esta estrategia de control se ha visto limitada por la falta de disponibilidad de los depredadores en el comercio del producto. En el presente trabajo se proponen criterios para estandarizar las bases para la producción de *P. persimilis* en plantas de fríjol infestadas con poblaciones de *T. urticae* de diferentes tiempos de desarrollo, utilizando una proporción constante de depredadores liberados. Se encontró que plantas infestadas con poblaciones de *T. urticae* por más de tres semanas permiten obtener mayores incrementos de población de los depredadores y que aproximadamente a los 25 días después de realizada la liberación de los depredadores en las plantas infestadas, se obtienen los mayores poblaciones del depredador en estado de ninfa y adulto para cosechar y usar como estrategia de control en los cultivos.

Palabras clave: cría masiva, control biológico, control de plagas, *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT

The predatory mite *Phytoseiulus persimilis* has been used successfully to control the phytophagous mite *Tetranychus urticae* in rose crops, in what is one of the most important pests. In Colombia, this control strategy has been limited by the lack of predators in the trade of the product. Here, it is proposed to standardize the basis for the production of *P. persimilis* on bean plants infested with populations of *T. urticae* of different development times, using a constant proportion of predators released. We found that populations of plants infested with *T. urticae* for more than three weeks resulted in higher population increase of predators and at approximately 25 days after the release of

predators on plants infested, you get the largest predator populations in a state of nymph and adult to harvest and use as a strategy control in crops.

Key words: Mass rearing, Biological control, Pests control, *Phytoseiulus vulgaris*

INTRODUCCIÓN

El control biológico, se ha implementado en diferentes partes del mundo como una alternativa de manejo de plagas y enfermedades, en cultivos comerciales en los que tradicionalmente se utilizaron plaguicidas de síntesis química para regular las poblaciones de las plagas. La estrategia química ha sido reevaluada en los últimos años por sus implicaciones negativas sobre el medio ambiente, la salud humana y la fitotoxicidad presentada en los cultivos. En Colombia el control biológico de plagas se ha implementado con éxito en cultivos como el algodón (García, 1980). Sin embargo, el uso de enemigos naturales en cultivos comerciales de plantas ornamentales no se ha podido establecer debido a la sensibilidad de los depredadores a los insecticidas usados en el cultivo y a la baja aceptación del control biológico en sistemas comerciales de cultivo. Aun así, se han reportado casos exitosos de control biológico en cultivos ornamentales como gérbra, rosa y crisantemo (van De Vrie, 1985) y específicamente el uso de *P. persimilis* en pimentón, tomate y pepino (Mesa *et al.* 1988).

En otros trabajos Scopes y Biggerstaf, 1973, Scopes y Ledieu, 1979, y Cross *et al.*, 1982, estudiaron el potencial de *P. persimilis* para controlar a *T. urticae* en crisantemos bajo invernadero en Inglaterra y demostraron su efectividad. También se ha demostrado el control efectivo de *P. persimilis* sobre *T. urticae* en cercados de rosas (Gough, 1991) y en Japón se reportó una cepa resistente de *P. persimilis* capaz de controlar a *T. urticae* en pepino inclusive bajo la presión de aspersiones de distintos fungicidas (Zhang, 2003).

En cultivos de rosa bajo invernadero De vis y Barrera, 1999, registraron el grado de efectividad de *Phytoseiulus persimilis* para regular poblaciones de *Tetranychus urticae*-Koch, en la Sabana de Bogotá. Sin embargo, para dar continuidad al control biológico con enemigos naturales es necesario obtener grandes cantidades de los organismos benéficos. *P. persimilis* se puede importar de países como Estados Unidos u Holanda pero su efectividad se ve disminuida debido al efecto del viaje sobre la calidad y sobrevivencia de los individuos. La otra alternativa es obtenerlo de casas comerciales en Colombia, pero no se encuentra disponible lo que limita la implementación de este tipo de estrategias en los cultivos de Colombia.

Algunas investigaciones se han desarrollado en nuestro país para estandarizar procesos de producción de ácaros phytoseidos (Mesa, 1996). Esos registros indican la producción de hasta 500.000 individuos por lote de producción. Sin embargo, la demanda de los cultivos comerciales de ornamentales en la Sabana de Bogotá puede llegar a ser de 100.000 *P. persimilis* por hectárea/semana en casos de alta infestación con la plaga. Por lo anterior se hace necesario estandarizar un proceso de producción masiva a escala industrial que permita suplir las necesidades de los agricultores. En el presente trabajo se identificaron los lapsos de tiempo en que deben ser alimentados los depredadores, para obtener la mayor producción de individuos de *P. persimilis* usando como presa a *T. urticae* criado sobre plantas de fríjol, y obtener una cantidad constante de ácaros depredadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron bajo condiciones de invernadero en la Estación Experimental de la facultad de Ciencias de la Universidad Militar Nueva Granada localizada en Cajicá - Cundinamarca (Colombia), con una temperatura promedio de 24,84 °C y humedad relativa promedio de 58%.

Se sembraron dos semillas de frijol (Var. ICA Cerinza) por matera, en 90 materas plásticas de 1:L de capacidad, utilizando como sustrato una mezcla de tierra y cascarilla de arroz en proporción 2:1. A partir de la emergencia, las plantas fueron mantenidas con un régimen de fertirriego diario durante todo el tiempo de duración de los ensayos.

Las 90 plantas se dividieron en tres grupos. Los grupos A y B se infestaron con 0,5 hembras de *T. urticae* por cm², y el grupo C no fue infestado. Cada grupo fue dividido en seis subgrupos, y cada subgrupo correspondió a un tratamiento (Fig. 1; Tabla 1) que se ubicó en jaulas entomológicas de 90 x 90 x 120 cm. El montaje se realizó con 18 tratamientos y seis, tres y seis plantas de cada tratamiento en los grupos A, B y C respectivamente.

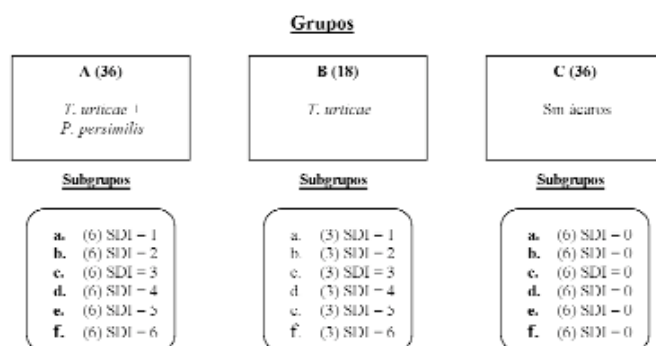


Figura 1. Distribución de tratamientos en el experimento. Los números entre paréntesis indican el número de plantas en cada tratamiento y SDI indica las semanas después de infestación.

Subgrupo	Edad (semanas)	SDI
a.	4	5
b.	5	6
c.	6	7
d.	7	8
e.	8	9
f.	9	10

Tabla 1. Edad de las plantas en cada subgrupo dentro de los grupos A y B. SDI: semanas después de infestación. El grupo C no se infestó pero sí tuvo las mismas edades que las plantas de los otros dos grupos.

En el grupo A se liberaron depredadores en proporción de un depredador por cada 100 presas (1:100) presentes en las seis plantas de cada tratamiento. Para estimar la densidad de *P. persimilis* a liberar se hizo un muestreo destructivo sobre una planta de cada tiempo de infestación con el fin de cuantificar el número de individuos presentes de *T. urticae* de cada estado de desarrollo.

Se realizaron seis muestreos a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días después de la liberación. Utilizando un estereoscopio se contó el número total de individuos de cada estado de desarrollo de *T. urticae* y *P. persimilis* presentes en 18 foliolos de una planta por tratamiento en cada muestreo y esos 18 foliolos fueron considerados como una planta en este trabajo. Los foliolos fueron digitalizados usando un escáner y con la ayuda del software *Compu Eye, Leaf and Symptom Area* (Bakú, 2005) se estimó el área foliar en cm^2 y el porcentaje del área afectada por el consumo del ácaro fitófago.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EFFECTO DE *P. PERSIMILIS* Y *T. URTICAE* SOBRE EL DESARROLLO FOLIAR

El área foliar disminuyó a medida que aumentaba la edad de las plantas. En el tratamiento con una semana de infestación las plantas llegaron a nueve semanas de edad y en el tratamiento con seis semanas de infestación llegaron a tener 14 semanas de edad. Además, las plantas sin infestación alcanzaron una mayor área foliar (aprox. $1.200 \text{ cm}^2/\text{planta}$) que las sometidas a infestación con *T. urticae* que solo alcanzaron aprox. $800 \text{ cm}^2/\text{planta}$. La disminución en el desarrollo del área foliar fue más evidente a medida que aumentó el tiempo de infestación de 1 a 30 días (Fig. 2; Tabla 2).

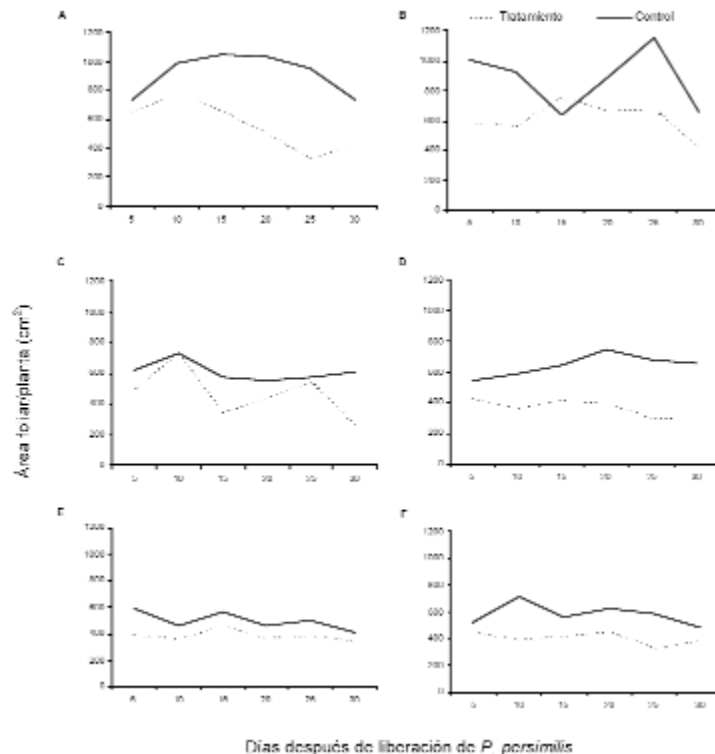


Figura 2. Desarrollo foliar de plantas con infestación de *Tetranychus urticae* más liberación de *Phytoseiulus persimilis* y plantas sin infestación (control). Desde una (A) hasta seis (F) semanas de infestación.

SDL	<i>T. urticae</i> + <i>P. persimilis</i> (A)	<i>T. urticae</i> (B)	Sin ácaros (C)
1(a)	36,56	26,89	58,06
2(b)	41,88	31,09	35,52
3(c)	18,80	26,97	32,05
4(d)	22,56	26,11	35,85
5(e)	25,31	16,73	31,34
6(f)	23,03	18,28	31,18

Tabla 2. Promedio de área foliar por foliolo de fríjol en cada tratamiento. El cada caso se usaron 18 foliolos de fríjol para la estimación del promedio. SDL: Semanas después de liberación del depredador.

Este comportamiento coincide con lo registrado por Nachman y Zemeck, 2002, quienes encontraron una relación entre la edad de la planta y la disminución en la tasa de crecimiento del área foliar. Lo que puede explicarse por que: (1) se presenta un cambio en la asignación de energía por parte de la planta hacia la producción de flores y frutos o (2) por el efecto del consumo por parte del fitófago que puede disminuir hasta en un 30% el área foliar.

Las plantas en las que se realizó la liberación de *P. persimilis* (grupo A) presentaron valores de área foliar mayores que las plantas que fueron sometidas a infestación con *T. urticae* sin liberación del depredador (grupo B). Sin embargo, las plantas con presencia del depredador no alcanzaron los valores de área foliar que se presentaron en las plantas sin infestación alguna (grupo C; Tabla 2). El área foliar alcanzada por las plantas en las que se liberó el depredador pueden indicar un efecto indirecto de protección del depredador sobre la planta, debido a que el consumo del depredador disminuye la densidad del fitófago evitando que la planta disminuya su crecimiento por el efecto del ácaro fitófago.

DINÁMICA DE LA INTERACCIÓN PREDADOR - PRESA

Las poblaciones de la plaga y del depredador presentaron un crecimiento sincrónico durante las evaluaciones, es decir un incremento en la población de la plaga fue seguido por un incremento en la población del depredador. Los incrementos en la población del depredador se presentaron de cinco a diez días después de incrementarse la tasa de crecimiento de la población de la plaga, mientras que el máximo número de individuos de *T. urticae* se alcanzó a los 20 y 30 días de evaluación (Fig. 3A), justo después de alcanzarse los mayores valores del área foliar en las plantas hospederas a los 10 y 25 días de evaluación (Fig. 2C). Así mismo, a los 25 días de evaluación se presenta el mayor incremento en la población del depredador (Fig. 3B; Fig. 3D).

En las plantas que estuvieron sometidas a una y dos semanas de infestación con *T. urticae* se obtiene la menor producción de *P. persimilis* (aproximadamente 200 individuos/planta), mientras que en plantas que estuvieron sometidas a tres, cuatro y cinco semanas de infestación con *T. urticae* se lograron las mayores producciones de *P. persimilis* a los 25 días después de la liberación de los depredadores, alcanzándose aproximadamente 700 individuos/planta (Fig. 3B; Fig. 3D) en plantas con cuatro semanas de infestación con la plaga que mantuvieron poblaciones de la presa aproximadas de 20.000 individuos (Fig. 3C).

De acuerdo con Bustos, 2004, plantas de fríjol con cuatro semanas de infestación con *T. urticae* son las apropiadas para ofrecerlas al depredador, debido a que en este mo-

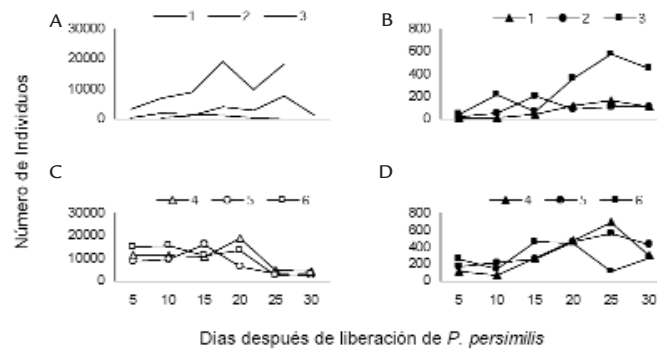


Figura 3. Crecimiento de poblaciones *T. urticae* (A y C) y *P. persimilis* (B y D) durante 30 días después de liberación del depredador, sobre plantas de frijón con una hasta seis semanas de infestación con la plaga.

mento se encuentra mayor cantidad de individuos de la plaga en los estados más susceptibles de depredación (huevos y larvas) por *P. persimilis*. Se corroboró que cuatro semanas después de infestación con *T. urticae* se obtiene la mayor producción de presas para ofrecer al depredador.

En todos los tiempos de infestación (excepto en tres semanas) se observa que el crecimiento de la población de *T. urticae* se reduce drásticamente hacia los 30 días después de liberado el depredador. Esto coincide con lo reportado por Niemezyk, 1998, y Zhang y Sanderson, 1995, quienes sostienen que depredadores de la familia Phytoseiidae son capaces de reducir poblaciones de *T. urticae* entre cuatro y seis semanas después de su introducción. Cuando las densidades de la plaga fueron altas las poblaciones del depredador también incrementaron. Por lo anterior la densidad de la presa es considerada como el factor más importante en determinar la respuesta de los depredadores, es decir a mayor densidad de presas mayor cantidad de depredadores producidos.

Lo anterior permite explicar que en los tratamientos en los que se permitió el crecimiento de poblaciones de la plaga durante solo una o dos semanas y posteriormente se liberó al depredador, la cantidad de depredadores obtenida al final no fue muy alta, mientras que en tratamientos en que los se permitió por mayor tiempo el crecimiento de las poblaciones de la plaga se alcanzaron mayores números de individuos del depredador, lográndose al final una proporción de 1:30 depredador:presa a partir de una proporción inicial de 1:100 utilizada como criterio para realizar las liberaciones.

P. persimilis se ha reportado como depredador de todos los estados de *T. urticae* pero tiene preferencia por los estados de huevo y larva (Takafuji y Chant, 1976; Fernando y Hassel, 1980). Se observó una reducción considerable de la proporción de huevos y larvas y un incremento en la proporción de ninfas a medida que transcurre el experimento lo que indica que el depredador consumió los individuos en el estado de desarrollo preferido (Fig. 4D; Fig. 4E; Fig. 4F). Esto coincide con lo sugerido por Takafuji y Chant, 1976, y Sabelis, 1985, quienes dicen que el depredador tiende a reducir el consumo de su presa en estados de ninfa y adulto.

En este ensayo, entre mayor es el tiempo después de la liberación del depredador mayor es el número de individuos de *P. persimilis* de diferentes edades. Al presentarse una mayor cantidad de individuos de *T. urticae* en edades de huevo y larva susceptibles a depredación,

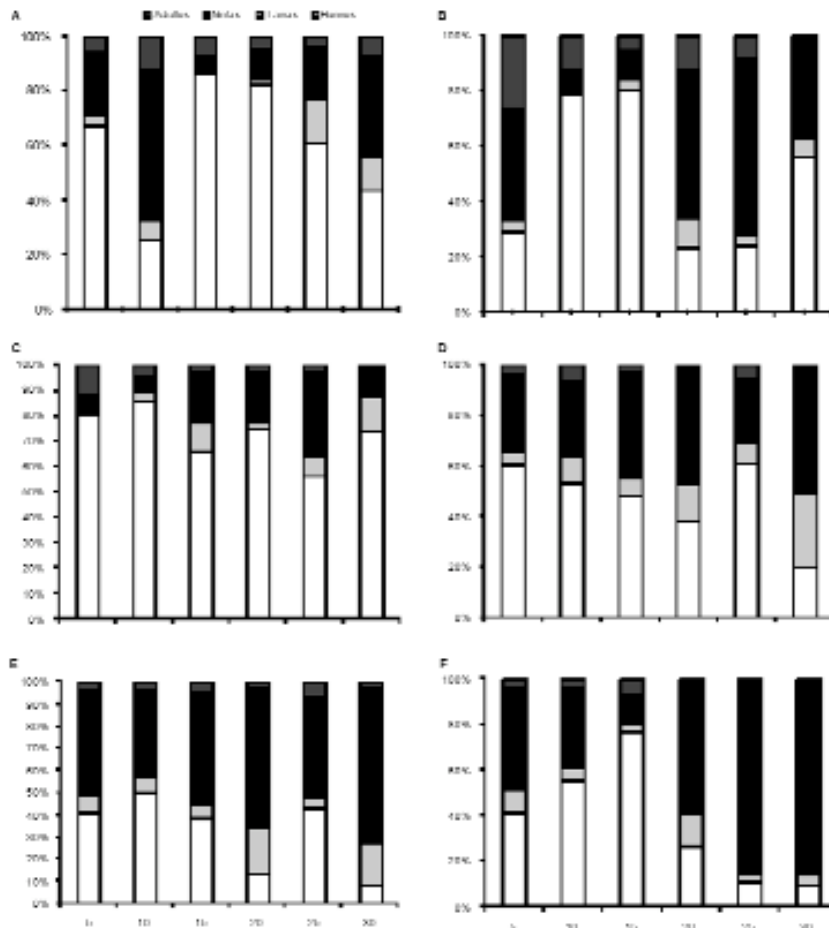


Figura 4. Composición por estados de desarrollo de las poblaciones de *T. urticae* hasta 30 días después de la liberación del depredador sobre plantas de frijol con una (A) hasta seis (F) semanas de infestación con *T. urticae*.

mayor es la reducción de los individuos de la población de la plaga. La mayor cantidad de ninfas y adultos de *P. persimilis* se presenta hacia los 20 y 30 días después de liberación (Fig. 5) y esto coincide con la reducción de la población del fitófago que se aprecia en todos los tratamientos hacia el final del experimento (Fig. 3A; Fig. 3C). Por otro lado, se observó un incremento en el daño del área foliar como consecuencia del aumento de la población del fitófago, los mayores niveles de daño se presentaron en momentos posteriores a los incrementos en la población del fitófago al final de los ensayos (Fig. 3; Tabla 3).

El daño foliar de las plantas está relacionado con la dinámica de crecimiento de la población de la plaga, a mayor cantidad de individuos del fitófago presentes mayor es el daño en las plantas. En las plantas sin infestación el mayor nivel de daño ocasionado por factores diferentes a *T. urticae*, alcanzó el 7,5% en las plantas testigo del subgrupo con dos semanas de infestación antes de liberar el depredador. En las plantas con seis

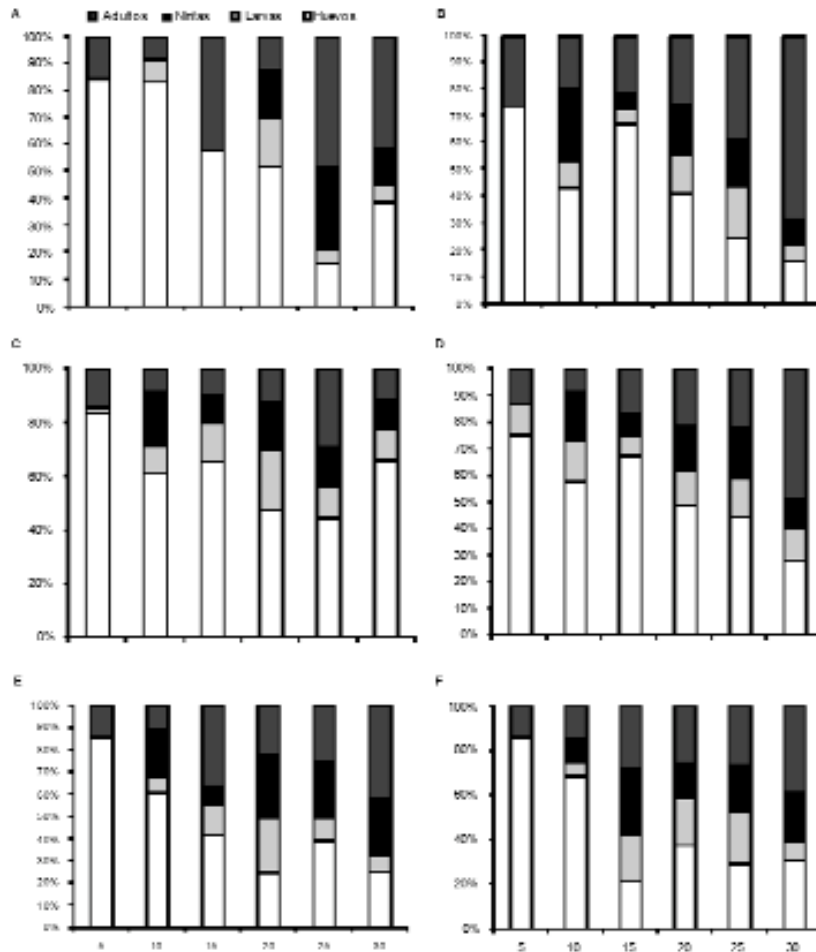


Figura 5. Composición por estados de desarrollo de *Phytoseiulus persimilis* durante 30 días, en plantas con una (A) hasta seis (F) semanas después de infestación con *T. urticae*.

semanas de infestación se presentó una infestación accidental con *T. urticae* de las plantas de éste tratamiento lo que generó que el porcentaje de daño alcanzará el 17,9%. Por otro lado en las plantas infestadas los mayores valores de daño se presentaron en las plantas con más tiempo de infestación (4, 5 y 6 semanas), mientras que los menores daños se observaron en plantas con tiempos de infestación cortos (1, 2 y 3 semanas).

	Infestadas	Sanas
1	20,9	5,2
2	11,6	7,5
3	22,8	3,8

	Infestadas	Sanas
4	52,1	5,1
5	23,7	6,3
6	53,5	17,9

Tabla 3. Porcentajes de daño causado por *T. urticae* a plantas de fríjol hasta los 30 días después de realizada la liberación del depredador en plantas con diferentes tiempos de infestación con la plaga. SDI: Semanas después de infestación con *T. urticae*.

Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos por Nachman y Zemeck, 2002, quienes sostienen que el incremento del daño en las plantas aumenta cuanto más tiempo se encuentren alimentándose los ácaros. Además, Malais y Ravensberg, 1992, reportan que todos los estados móviles de *T. urticae* causan daño a la planta debido al consumo del contenido de las células del envés de la hoja. Como resultado de este comportamiento de alimentación se producen puntos blancos o cloróticos en el haz de la misma, que reducen la tasa fotosintética de la hoja hasta que la planta muere.

CONCLUSIONES

La producción de enemigos naturales para el control de plagas en los cultivos comerciales es uno de los puntos clave que involucra la estrategia del control biológico cuando ésta quiere implementarse en los sistemas de producción agrícola. Los resultados de la investigación permiten conocer los momentos en los que deben realizarse las actividades de infestación con *T. urticae*, liberación del depredador y el momento en que éste debe ser cosechado para obtener la mayor cantidad de individuos después de 20 a 25 días después de liberarlo. Con estos resultados pueden diseñar esquemas de producción de ácaros depredadores que suplan las necesidades de los agricultores para el control de *T. urticae* en los cultivos.

AGRADECIMIENTOS

A la vicerrectoría de investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada que financió este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- BUSTOS HA. Contribución a la estandarización de una cría de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) bajo condiciones de invernadero [trabajo de grado]. Bogotá: Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Militar Nueva Granada; 2004.
- CROSS JV, WARLOW LR, HALL R, SAYNOR M, BASSET P. Integrated control on chrysanthemum pests. Proc working Group integrated Control in Glasshouses, Darmstad; 1982. p. 181-185.
- FERNANDO MH, HASSEL MP. Predator-prey responses in an acarine system. Res Popul Ecol. 1980;22:301-322.
- DE VIS R, BARRERA AJ. Use of two *Phytoseiulus persimilis* Athias - Henriot (Acari: Phytoseiidae) and *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) for the biological control of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in roses in the Bogotá plateau. Acta Hortic. 1999;482:259-268.
- GARCÍA F. Acción de agentes biológicos y químicos en la reducción de las poblaciones de huevos de *Heliothis* spp., en el algodónero. Rev Colomb Entomol. 1980;6(12):11-20.
- GOUGH N. Long term stability in the interaction between *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* producing successful integrated control on roses in Southeast Queensland. Exp Appl Acarol. 1991;12:83-101.

MALAIS M, RAVENSBERG WJ. Knowing and Recognizing, The Biology of Glasshouse Pests and their Natural Enemies. First Edition. The Netherlands: Koppert, Biological Systems; 1992.

MESA NC, BELLOTI A, DUQUE M. Ciclo de vida y tasa de incremento natural de *Galendromus annectens*, *Neoseiulus idaeus* y *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) Rev Colomb Entomol. 1988;14(2):41-49.

MESA N C. Reconocimiento y Manejo de crías de la familia Phytoseiidae. Seminario. Reconocimiento, Hábitos y manejo de ácaros en flores. Socolen. Cafam - Santafé de Bogotá; 1996. p. 54-64.

NACHMAN G, ZEMECK R. Interactions in a tritrophic acarine predator-prey metapopulation system III : effects of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on host plant condition. Exp Appl Acarol. 2002;25:27-42.

NIEMEZYK E. Effectiveness of predatory mytes (Phytoseiidae) in limiting population of two spotted spider mites (*T. urticae*) on black currants. International Conference on Integrated Fruit Production. Acta Hortic. 2000;525:107-114.

SCOPES NEA, BIGGERSTAF SM. Progress towards integrated pest control on year round chrysanthemums., In Proc 7thBr. Insecticide Fungicide Conf Brighton; 1973. p. 227-234.

SCOPES NEA, LEIDEAU MS. Integrated pest control on chrysanthemums and other flowers crops. Sci Hortic. 1979;31:48-53.

SABELIS MW. World crop pests. Spider mites, their biology, natural enemies and control. Volume 1B. University of Amsterdam. Elsevier Science Publishers; 1985. p. 458.

TAKAFUJI A, CHANT DA. Comparative studies of two species of predacious phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae), with special reference to their responsive studies of two species of predacious phytoseiid mites (Acarina:Phytoseiidae), with special reference to their responses to the density of their prey. Ibid. 1976;17:255-310.

VAN DE VRIE. Control of Tetranychidae in crops (capítulo 3.2). In: Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. University of Amsterdam. Elsevier Science Publishers; 1985(1). p. 273-282.

ZHANG QZ. Mites of greenhouses, Identification biology and control. Cabi Publishing; 2003.

ZHANG QZ, SANDERSON JP. Twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse roses: Spatial distribution and predator efficacy. J Econ Entomol. 1995;88(2):352-357.