

DENSIDAD LÍMITE PARA EL CONTROL DE *Polyphagotarsonemus latus* (BANKS) (ACARI: TARSONEMIDAE) SOBRE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) EN CULTIVO PROTEGIDO

Ileana Miranda*, A. Montoya**, Yaritza Rodríguez***, T. Depestre***, Mayra Ramos****, H. Rodríguez*

* Grupo Plagas Agrícolas, Dirección de Protección de Plantas. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10, San José de las Lajas, La Habana; **Facultad Agroforestal de Montaña (FAM). Centro Universitario de Guantánamo (CUG). El Salvador, Guantánamo; ***Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD), Quivicán, La Habana; ****Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Calle 110 no. 514 e/ 5^a B y 5^a F, Playa, Ciudad de La Habana.
Correo electrónico: ileanam@censa.edu.cu

RESUMEN: Los cambios de las condiciones en los agroecosistemas determinan el comportamiento de las poblaciones que en ellos habitan y se pueden producir variaciones en los umbrales de daños y en el crecimiento de la población. Con el objetivo de estimar los parámetros de crecimiento, la capacidad máxima y tasa intrínseca de incremento para *Polyphagotarsonemus latus* bajo condiciones de cultivo protegido, se modeló el crecimiento logístico del ácaro. Para estimar la densidad límite a la cual se le debe aplicar cualquier tipo de control, se graficó la relación generalizada entre la población existente y la encontrada en el muestreo siguiente. Para este estudio se emplearon datos provenientes de conteos poblacionales realizados en 100 hojas seleccionadas al azar, durante 16 muestreos consecutivos con una frecuencia semanal. Se estimó que la capacidad máxima de incremento de *P. latus* es de hasta 227,8 individuos por muestreo con una tasa intrínseca de 0,36. Se demostró que la estabilidad en la densidad puede cambiar a movimientos dinámicos severos con puntos de equilibrio precisamente cuando las densidades son más altas, mostrando así que en ausencia de un control efectivo las poblaciones de *P. latus* pueden elevarse considerablemente. Se sugiere aplicar una medida de control cuando las poblaciones del ácaro sean superior a 56 individuos por cada 100 hojas muestreadas.

(Palabras clave: *Polyphagotarsonemus latus*; producción protegida; pimiento; *Capsicum annuum*; modelo logístico; relación poblacional generalizada)

DENSITY LIMIT FOR THE CONTROL OF *Polyphagotarsonemus latus* (BANKS) (ACARI: TARSONEMIDAE) IN PROTECTED CROP OF PEPPER (*Capsicum annuum* L.)

ABSTRACT: Changes of conditions in the ecosystems determine the behavior of their inhabitant populations and variations may take place in the thresholds of damages and growth parameters. The logistical growth of *Polyphagotarsonemus latus* was modeled to estimate the growth parameters, the maximum capacity of increment and the intrinsic ratio of this mite in protected crop systems during the applications of chemicals. To estimate the maximum density at which any type of control must be applied, a graph was made of the widespread relationship between the population in a sampling and that in the next one. Data used for this study came from population counts done on 100 randomly selected leaves in 16 serial samplings made weekly. The maximum capacity of increment of *P. latus* was up to 227,8 individuals per sampling with an intrinsic ratio of 0,36. It was demonstrated that density stability can in fact change to severe dynamic movements with balance points when the densities are higher, thus showing that in absence of an effective control the populations of *P. latus* can rise considerably. A control measure is suggested to be applied when the mite populations are higher than 56 individuals per each 100 leaf sample.

(Key words: *Polyphagotarsonemus latus*; protected crop; peppers; *Capsicum annuum*; logistical model; population widespread relationship)

INTRODUCCIÓN

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) es afectado por múltiples plagas cuyos daños constituyen el principal obstáculo para su desarrollo, tanto en condiciones tropicales, como templadas o mediterráneas (1).

Entre las plagas que atacan a este cultivo se encuentra el ácaro blanco, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), el cual ha sido informado en más de 100 especies de plantas (2). Las pérdidas ocasionadas en la producción de pimientos por este fitófago pueden ser elevadas, desde un 30 hasta el 100 % de la cosecha (3). En Cuba, se han registrado mermas de hasta un 80 % (2).

Particularmente, en el cultivo protegido del pimiento se le atribuye a *P. latus* las mayores pérdidas (4). El ácaro se presenta en altas densidades alimentándose de las partes en crecimiento de la planta, brotes, yema terminales y botones florales, lo que provoca deformación, endurecimiento y raquitismo en los órganos vegetativos afectados. En ataques intensos ha causado el aborto de la flor y la detención del crecimiento de los órganos en formación (5).

Actualmente, se recomienda realizar muestreos semanales dividiendo las casas de cultivos en tres zonas de igual área, seleccionando, de plantas diferentes, 33 hojas al azar en cada zona y una más de la zona central hasta completar 100. Si al revisar estas hojas por el haz y el envés se detecta una media poblacional superior a los 2 ácaros por hoja cuando el cultivo está en fase de crecimiento vegetativo y superior a los 3 ácaros cuando está en fase de fructificación, se recomienda realizar aplicaciones de acaricidas (5,6).

Hasta el momento las aplicaciones realizadas logran una disminución inmediata de las poblaciones que vuelven a incrementarse rápidamente (4), por lo que el control no es efectivo. Se han realizado algunos trabajos encaminados a la utilización de estrategias no químicas de control (7), las cuales requerirán de estudios que determinen el momento óptimo para la aplicación.

El límite de señalización también conocido como momento de aplicación (8) deberá ser calculado a partir de un estudio de comportamiento poblacional que permita estimar la densidad límite para iniciar una medida de control.

Para determinar esta densidad límite es preciso conocer los cambios poblacionales que pueden ocurrir en la dinámica bajo las condiciones que normal-

mente se presentan en el agroecosistema (9). Existen modelos matemáticos cuyos parámetros facilitan el análisis del comportamiento poblacional, tal es el caso del modelo logístico que ofrece parámetros de capacidad máxima (9) y el modelo generalizado de Southwood y Way (10) que ofrece el punto a partir del cual se deben iniciar las aplicaciones para controlar la plaga.

Entonces, se recomienda realizar algunos muestreos y utilizar este tipo de modelo matemático para determinar el momento inicial de control con el objetivo de evitar aplicaciones improductivas que no conducen a un equilibrio estable donde la densidad del fitófago se mantenga por debajo del umbral económico (11).

Dado que la señal de control actual no está respaldada por la modelación del comportamiento poblacional del ácaro, el presente trabajo tiene como objetivo determinar, a partir del modelo generalizado de Southwood y Way (10), la densidad límite para iniciar aplicaciones para el control de *P. latus* en cultivo protegido y calcular la capacidad máxima y tasa intrínseca de incremento bajo estas condiciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una casa de cultivo protegido tipo Avririt de 40 x 125 m ubicada en las áreas experimentales del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD, La Habana). La temperatura máxima y mínima durante la realización del experimento fue de $37,2 \pm 1,13^\circ\text{C}$ y $22,7 \pm 4,38^\circ\text{C}$, respectivamente.

Las plantas de pimiento cultivar LPD-5 F₁ (*Capsicum annuum* L.) procedían de un semillero en cepellón y se plantaron a doble hilera sobre cantero a una distancia de 0,60 m de camellón y 0,50 m de narigón. Las atenciones culturales y fitotécnicas se realizaron según las indicaciones establecidas para el cultivo en el Manual de Producción Protegida de Hortalizas (6) y el Instructivo Técnico de Sanidad Vegetal para Casas de Cultivo Protegido de Alta Tecnología (5).

Se realizaron 16 muestreos con frecuencia semanales en el periodo comprendido entre el 10 de abril y el 23 de julio de 2007. Se seleccionaron al azar 100 hojas por muestreo las cuales se colocaron en una bolsa de nylon y se llevaron al Laboratorio de Acarología del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA, La Habana), donde se revisaron en un estereomicroscopio Stemi SV 6 y se contabilizó la población de ácaro blanco.

Durante el experimento, se adoptó como señal una densidad superior a 3 ácaros.hoja⁻¹. Se realizaron aplicaciones de productos químicos después de los muestreos 5, 6, 8, 12, 14 y 15. Los productos empleados fueron: Vertimec 1,8 CE y Domark 100 CE 10, Dicofol 18,5 CE, Samba 20 CE, Sherpa 25 CE, Bi-58 40 CE y Dicofol 18,5 CE, Gaucho 70 PS y Bi-58 40 CE, respectivamente.

Se calculó el promedio de las poblaciones *P. latus* por muestreo y se obtuvo el modelo de crecimiento logístico

$$Y = \frac{K}{1 + be^{-rt}}$$

a partir del cual, se estimó el valor de t, para el cual $y=k/2$

$$\left(t = \frac{-\ln(1/b)}{r} \right)$$

Este punto fue definido por Sharov (9) como el momento de inicio de crecimiento acelerado de la población hasta alcanzar un punto de equilibrio estable o inestable según sean las relaciones en el ecosistema. También, se determinó la capacidad máxima y la tasa intrínseca de incremento.

Se graficó la relación generalizada del $\text{Log}(N_{t+1})$ con $\text{Log}(N_t)$ y se analizaron los puntos de cambios dinámicos según el modelo de Southwood y Way (10). A partir de este gráfico, se determinó la densidad límite de *P. latus* definida como el valor poblacional para el cual es necesario aplicar un tratamiento de control.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de la aplicación de los productos químicos, la densidad poblacional de *P. latus* se mantuvo siempre por encima del límite de aplicación establecido (de 2 a 3 ácaros como promedio por hoja), siendo inferior a este valor solo en los dos muestreos siguiente

a una aplicación, notando que en la penúltima aplicación ni siquiera se logró esta disminución inmediata y se decidió volver aplicar (Fig. 1). Esto puede deberse a que una vez que el ácaro rompe las barreras del cultivo protegido y encuentra condiciones climáticas idóneas para su reproducción, la aplicación de acaricidas produce una disminución drástica de la población, la cual vuelve a incrementarse posteriormente (12).

El modelo logístico de *P. latus* resultó ser

$$Y = \frac{227,8}{1 + 10,46e^{-0,36t}}$$

(Fig. 2) demostró que el ácaro tiene condiciones propicias para alcanzar densidades de hasta 227,8 individuos con una tasa de incremento 0,36. El modelo también evidenció que a partir de los 7 días (segundo muestreo) la población alcanzó la mitad de la carga máxima y comenzó a incrementarse para lograr un equilibrio a densidades altas, que solo disminuyó por cambios bruscos en el sistema debido a la aplicación de los productos químicos.

Este procedimiento permitió probar que con el modelo logístico se pueden estimar parámetros como la capacidad máxima de incremento (K) y la tasa intrínseca de incremento (rm) en las condiciones bajas las cuales se realiza la modelación. Además, se puede calcular el momento para el cual la población alcanza un valor K/2 y comienza incrementarse hasta alcanzar un punto estable que puede desestabilizarse de acuerdo con los demás elementos del agroecosistema y los diferentes efectos que sobre él actúan (13).

Otros autores han encontrado valores diferentes de rm para *P. latus* bajo otras condiciones. Así por ejemplo, un estudio de los parámetros biológicos de *P. latus* sobre uva roja (*Vitis vinifera* L.) mostró que el ácaro alcanza una tasa intrínseca de incremento de 0,31 a 25°C, encontrándose valores inferiores tanto

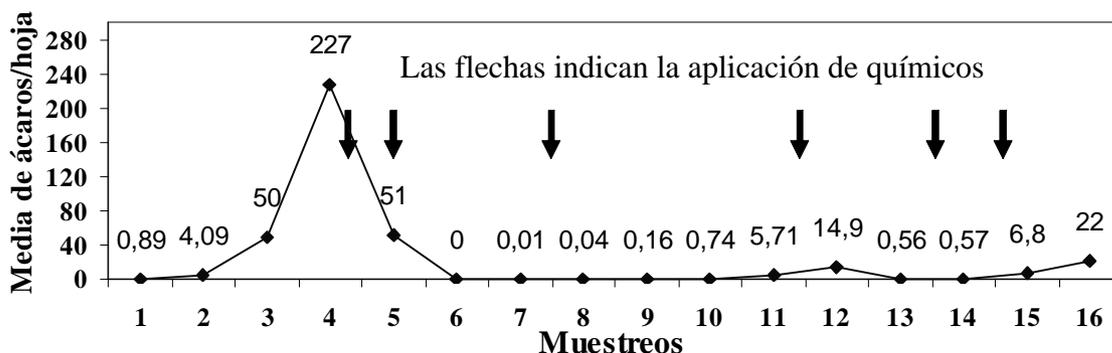


FIGURA 1. Densidad promedio de *P. latus* sobre pimiento en cultivo protegido bajo la influencia de la aplicación de productos químicos. / Density average of *P. latus* in protected pepper crop under the influence of chemical application.

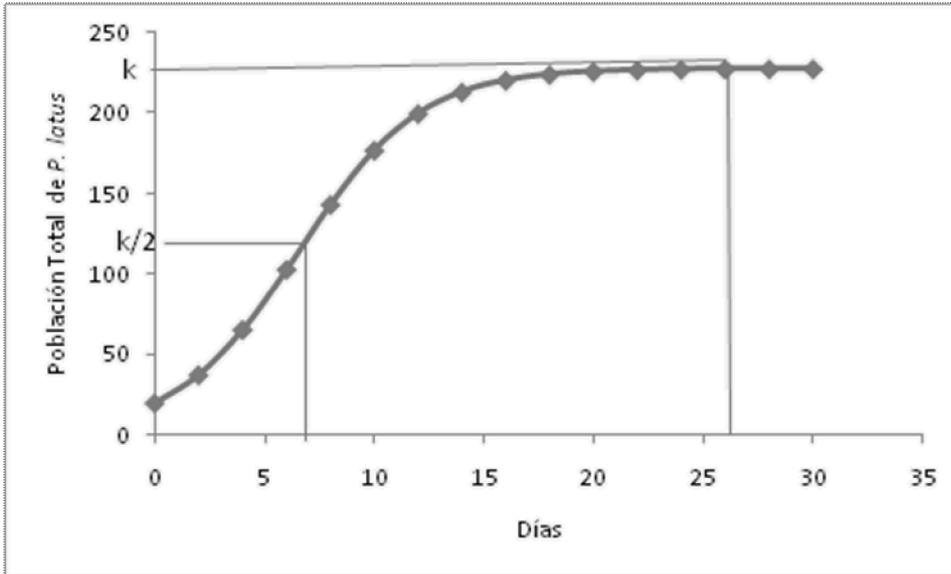


FIGURA 2. Curva de crecimiento logístico de *P. latus* sobre pimiento en cultivo protegido./ *Logistical growth of P. latus in protected pepper crop.*

para temperaturas inferiores como superiores (14). Esto se debe a que el incremento poblacional del ácaro depende del hospedante, de la combinación que exista entre temperatura y humedad y de cualquier otro factor que pudiera ejercer una influencia negativa o positiva sobre la densidad. Las condiciones climáticas que aparecen en el cultivo protegido y la atracción del ácaro por un hospedante como el pimiento hacen que este fitófago se incremente muy rápidamente.

Por su parte, el modelo generalizado mostró que el primer punto R que indica la necesidad de aplicación de algún control es aquel para el cual $\log(N_t) = 1,7481$ (Fig. 3), lo cual implica que de existir

56 individuos totales por cada 100 hojas muestreadas es necesaria la aplicación de alguna medida que evite el incremento acelerado de *P. latus*.

Note que la señal dada, a partir del número total de individuos y no a partir del número de individuos promedios, guarda mayor relación con la disposición agregada que siguen la mayoría de los fitófagos en los ecosistemas. Es común encontrar hojas densamente pobladas, mientras otras plantas permanecen sin infestarse, lo cual hace que la media, aun cuando ha servido para estimar el comportamiento poblacional de los fitófagos (4, 13), no sea un estimador exacto de la densidad existente.

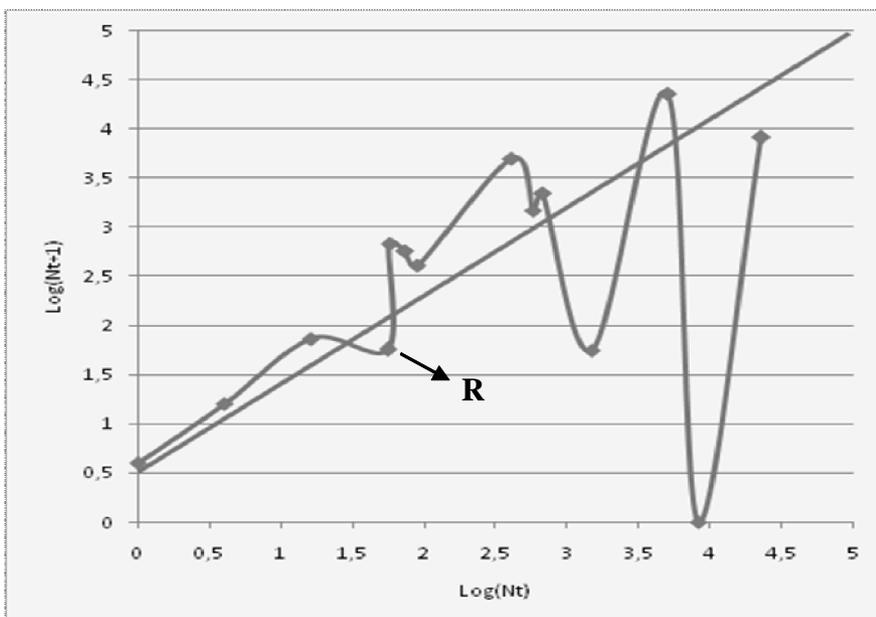


FIGURA 3. Relación generalizada entre la densidad de *P. latus* encontrada en el muestreo t y la encontrada en el muestreo siguiente./ *Widespread relationship between the density of P. latus in sampling t and that in the following sampling.*

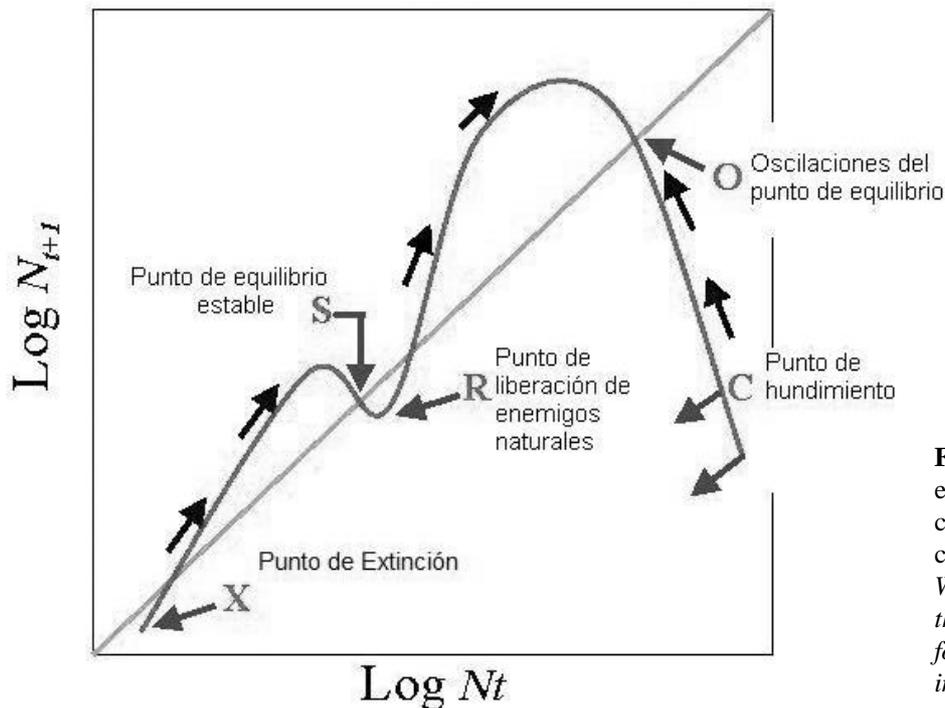


FIGURA 4. Relación generalizada entre la densidad de un fitófago encontrada en el muestreo t y la encontrada en el muestreo siguiente./ *Widespread relationship between the density of a pest population found in the sampling t and that one in the following sampling.*

El modelo si se compara con el propuesto por Southwood y Way (10) (Fig. 4), puede apreciarse que tiene más puntos de oscilaciones del equilibrio lo cual sugiere necesidad de aplicaciones continuadas para evitar incrementos desmedidos de la densidad del ácaro.

Se recomienda repetir la evaluación de este modelo con el uso de depredadores como medida de control a fin de determinar los puntos consecutivos de aplicación, ya que es posible que estas oscilaciones que aparecen con el uso de químicos no aparezcan al usar un biocontrol, debido a que la regulación poblacional se mantiene a medida que se multiplican los depredadores, lo cual no ocurre con el uso de moléculas químicas para los cuales la plaga se adapta y crea una resistencia potencial (15,16). El punto inicial R determinado como primera señal o densidad límite se mantiene invariante porque aparece antes de la primera aplicación de productos químicos. Por ello, a partir de este resultado se recomienda aplicar una medida de control en el cultivo protegido del pimiento, al encontrar 56 o más ácaros blancos en el muestreo de 100 hojas tomadas al azar de plantas diferentes.

REFERENCIAS

1. Rodríguez H. Potencialidad de *Amblyseius largoensis* (Muma) como agente de control biológico de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). *Rev Protección Veg.* 2002;17(1):72.
2. Almaguel, Lérica. Ácaros de importancia económica en Cuba. Boletín Técnico No. 2. CID INISAV, La Habana, Cuba; 1996.
3. de Coss-Romero M, Peña JE. Relationship of broad mite (Acari: Tarsonemidae) to host phenology and injury levels in *Capsicum annuum*. *Florida Entomologist.* 1998;81(4):515-526.
4. Rodríguez H, Miranda Ileana, Montoya A, Rodríguez Yaritza, Ramos Mayra. Comportamiento poblacional de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) en pimiento (*Capsicum annuum* L.) en cultivo protegido. *Fitosanidad,* 2008,12(4):215-219.
5. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). Instructivo Técnico de Sanidad Vegetal para casas de Cultivo Protegido de Alta Tecnología. MINAG-CNSV. Ciudad de la Habana; 1999.
6. Casanova AS, Gómez O, Hernández M, Chailloux M, Depestre T, Pupo FR, et al. Manual para la Producción Protegida de Hortalizas. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Editorial Liliana, Ministerio de la Agricultura; 2006.
7. Montoya A, Rodríguez H, Miranda Ileana, Ramos Mayra. Evaluación de la reproducción masiva de

- Amblyseius largoensis* (Muma) en casa de malla. Rev Protección Veg. 2008;23(3):168-175.
8. Radcliffe EB, Hutchison WD. Introducción a la Ecología de Poblaciones. Texto mundial, Universidad de Minnesota, St. Paul, 2003. (En línea). Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu>. (Consultada: 1 sept 2008).
 9. Sharov A. Quantitative Population Ecology, 1999. (En línea). Disponible en: <http://www.ento.vt.edu/~sharov/PopEcol/> (Consultada: 1 sept 2008).
 10. Southwood TRE, Way MJ. Ecological Background to Pest Management. In: Rabb RL, Guthrie FE, editors. Concepts of Pest Management. Univ. del Estado de Carolina del Norte; 1970. p. 6-29.
 11. Krebs CJ. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Benjamin Cummings, London; 2001.
 12. Weintraub PG. Integrated control of pests in tropical and subtropical sweet pepper production. Pest Manag Sci. 2007;63(8):753-760.
 13. Miranda Ileana. Modelación del crecimiento poblacional de *Tetranychus urticae*. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, La Habana. Cuba, 2003.
 14. Ferreira RC, De Oliveira JV, Haji FN, Gondim MG. Biology, thermal requirements and fertility life table of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) in grape (*Vitis vinifera* L.). Neotrop Entomol. 2006;35(1):126-32.
 15. Weintraub PG, Kleitman S, Mori R, Shapira N, Palevsky E. Control of the broad mite (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks)) on organic greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.) with the predatory mite, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans). Biological Control, 2003;27(3):300-310.
 16. Viñals F, Kousik Ch, Shepard BM, Hasseil R, Levi A, Simmons AM. Potential Sources of Resistance to Broad Mites (*Polyphagotarsonemus latus*) in Watermelon Germplasm. Hort Science, 2007;42(7):1539-1544.

(Recibido 30-9-2008; Aceptado 14-9-2009)

¿QUIÉNES

PUBLICAN EN NUESTRA REVISTA?

DESDE EL EXTRANJERO

- /// FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA, ARGENTINA
- /// FACULTÉ D'AGRONOMIE ET DES SCIENCIES AGRICOTES, CAMEROUN
- /// INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS (INIA, VENEZUELA)
- /// SERVICIO DE SANIDAD VEGETAL DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA, ESPAÑA
- /// UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ
- /// UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITA-UNIDAD XOCHIMILCO (UAM-X)

