



Acta zoológica mexicana

ISSN: 0065-1737

ISSN: 2448-8445

Instituto de Ecología A.C.

Abato-Zárate, Marycruz; Villanueva-Jiménez, Juan A.; Otero-Colina, Gabriel; Ávila-Reséndiz, Catarino; Reyes-Pérez, Noel
Dinámica poblacional de ácaros de las familias Tetranychidae
y Phytoseiidae asociados al papayo (*Carica papaya* L., 1753)

Acta zoológica mexicana, vol. 34, e3411180, 2018

Instituto de Ecología A.C.

DOI: 10.21829/azm.2018.3411180

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57560238004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Artículo original
(Original paper)

DINÁMICA POBLACIONAL DE ÁCAROS DE LAS FAMILIAS TETRANYCHIDAE
Y PHYTOSEIIDAE ASOCIADOS AL PAPAYO (*CARICA PAPAYA* L., 1753)

POPULATION DYNAMICS OF MITES OF THE FAMILIES TETRANYCHIDAE
AND PHYTOSEIIDAE ASSOCIATED TO *CARICA PAPAYA* L., 1753

MARYCRUZ ABATO-ZÁRATE,¹ JUAN A. VILLANUEVA-JIMÉNEZ,² GABRIEL OTERO-COLINA,^{3,*}
CATARINO ÁVILA-RESÉNDIZ^{†,2} Y NOEL REYES-PÉREZ¹

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Campus Xalapa. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n
Zona Universitaria C.P. 91090 Xalapa, Veracruz, México. <mabato@uv.mx>, <noreyes@uv.mx>

² Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5 carretera Xalapa-Veracruz, Predio Tepetates, C.P.
91700, Veracruz, Veracruz, México. <javj@colpos.mx>, [C. Ávila Reséndiz, Q.E.P.D.]

³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carr. México-Texcoco, C.P. 56230. Montecillo,
Texcoco, Estado de México, México <gotero@colpos.mx>

*Autor para correspondencia: <gotero@colpos.mx>

Recibido: 13/06/2017; aceptado: 22/11/2017; publicado en línea: 16/03/2018

Editor responsable: Gabriel Villegas

Abato-Zárate, M., Villanueva-Jiménez, J.A., Otero-Colina, G.,
Ávila-Reséndiz, C. y Reyes-Pérez, N. (2018). Dinámica pobla-
cional de ácaros de las familias Tetranychidae y Phytoseiidae
asociados al papayo (*Carica papaya* L., 1753). *Acta Zoológica
Mexicana* (n.s), 34(1), 1-10.

Abato-Zárate, M., Villanueva-Jiménez, J.A., Otero-Colina, G.,
Ávila-Reséndiz, C., & Reyes-Pérez, N. (2018). Population dy-
namics of mites of the families Tetranychidae and Phytoseiidae
associated to *Carica papaya* L., 1753. *Acta Zoológica Mexicana*
(n.s), 34(1), 1-10.

RESUMEN. En el cultivo de papayo (*Carica papaya* L., 1753), los ácaros fitófagos se han incrementado como resultado de un desbalance en las poblaciones por el uso excesivo de plaguicidas. Dentro de los programas de manejo integrado de plagas, es importante conocer los factores que afectan la densidad poblacional de éstas. Por ello se buscó determinar la correlación espacio-temporal de ácaros fitófagos y depredadores en el cultivo de papayo en Manlio F. Altamirano, Veracruz, México. Se utilizó una huerta con manejo convencional, que incluyó la aplicación de fertilizantes y plaguicidas. Se realizaron muestreos de los ácaros en hojas colectadas en los estratos alto, medio y bajo de cada planta, una por estrato, en un total de 20 plantas. Se realizaron nueve muestreos de mayo 2007 a septiembre 2008. *Eotetranychus lewisi* (McGregor, 1943) fue la especie más abundante en los tres estratos, seguida de *Eutetranychus banksi* (McGregor, 1914), que tuvo sus mayores poblaciones en los estratos bajo y medio. Se encontró a *Euseius hibisci* (Chant, 1959), ácaro depredador generalista, y a *Galendromus helveolus* (Chant, 1959), ácaro depredador especializado en alimentarse de tetránquidos. Se presentaron dos picos poblacionales sincrónicos entre los grupos de especies de ácaros fitófagos y depredadores. Se mostraron correlaciones positivas (r^2 de 0.5 a 0.6) entre las poblaciones de ácaros fitófagos y depredadores. Temperaturas medias superiores a 30 °C y lluvia mensual acumulada superior a 200 mm abatieron las poblaciones de *E. banksi*. Se recomienda iniciar el muestreo de ácaros desde dos meses después del trasplante, ya que en la zona Centro del estado de Veracruz existen condiciones ambientales favorables para su desarrollo.

Palabras clave: *Eotetranychus lewisi*, *Euseius hibisci*, *Eutetranychus banksi*, *Galendromus helveolus*.

ABSTRACT. Since the pesticide use has augmented in papaya (*Carica papaya* L., 1753), phytophagous mite populations have increased, because of the unbalance in populations, causing considerable damage. Thus, the population dynamics and the space-temporary correlation between phytophagous and predatory mites were determined in a papaya agroecosystem in Manlio F. Altamirano, Veracruz, Mexico, with conventional management including pesticides and fertilizers. Collections of three leaves per plant were performed (high, middle and low strata, one leaf each one) in 20 plants, in nine samplings from May 2007 to September 2008. *Eotetranychus lewisi* (McGregor, 1943) was the most abundant species in all three strata, followed by *Eutetranychus banksi* (McGregor, 1914) that had major populations in the low and middle strata. The generalist predator *Euseius hibisci* (Chant, 1959) and the tetranychid-specialized predator *Galendromus helveolus* (Chant, 1959) were found. Two synchronic population peaks between the group of predatory and phytophagous mite species were found. Positive correlations (r^2 from 0.5 to 0.6) between populations of phytophagous and predatory mites were found. Mean temperatures above 30 °C and monthly-accumulated rain above 200 mm caused the decline of *E. banksi*. Based on the above data, we recommend mite sampling to begin two months from transplant, since favorable environmental conditions for the development of phytophagous mites are present in the Central zone of the State of Veracruz.

Keywords: *Eotetranychus lewisi*, *Euseius hibisci*, *Eutetranychus banksi*, *Galendromus helveolus*.

INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L., 1753) es una fruta cultivada en 411,355 ha en las regiones tropicales del mundo (FAOSTAT, 2014). En México se cosechan 16,828 ha, con un rendimiento nacional de 56.9 t ha⁻¹. El estado de Veracruz es el primero en superficie dedicada al cultivo, con 3,546 ha; sin embargo, su rendimiento promedio no supera 32 t ha⁻¹ (SIAP, 2016). El rango de temperatura para el desarrollo del papayo es de 15 a 35 °C, con un óptimo para fotosíntesis de 25 a 30 °C, mientras que temperaturas inferiores a 15 °C inhiben el desarrollo de las flores (Nakasone & Paull, 1998). La planicie costera del Golfo de México en el estado de Veracruz, con climas Am y Aw (García, 2004), tiene condiciones climáticas que permiten un adecuado crecimiento del cultivo. La cantidad de hojas activas de la planta de papayo está en función de la edad y de las condiciones de manejo en que se desarrolla. Al momento del trasplante cuenta con tres a cinco hojas y en diez meses pueden alcanzar de 68 a 91 hojas, según la variedad (Alonso *et al.*, 2009). Las hojas nuevas de papayo se producen durante todo el año, con las hojas jóvenes localizadas en la punta (Fournier *et al.*, 2004).

Sin embargo, los ácaros fitófagos son un factor limitante del cultivo de papayo, ya que dañan las hojas al alimentarse del contenido celular. Cuando sus poblaciones son altas, pueden disminuir la actividad fotosintética y el área foliar, al ocasionar la caída de las hojas. En los frutos se pueden desarrollar cicatrices, a la par que disminuye su contenido de azúcares (Constantinides & McHugh, 2008; Silva *et al.*, 2007). En el mundo se conocen 32 especies de ácaros de la familia Tetranychidae que afectan la producción de papayo (Bolland *et al.*, 1998), entre las que destacan por su daño al cultivo *Eutetranychus orientalis* (Klein, 1936), *Oligonychus yothersi* (McGregor, 1914), *Tetranychus evansi* Baker y Pritchard, 1960, *Tetranychus lambi* Pritchard & Baker, 1955, *Tetranychus lombardii* Baker & Pritchard, 1960, *Tetranychus neocaledonicus* André, 1943 y *Tetranychus truncatus* Ehara, 1956 (Naumann, 2002; de la Torre, 2005). El ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Banks, 1904 (Tarsonemidae) es conocido por ocasionar reducción en el área foliar del papayo (Alcántara *et al.*, 2011). Entre los ácaros de la familia Eriophyidae que atacan papayo están *Calacarus brionese* Keifer, 1963, que afecta hojas y fruto (Amrine & Stasny, 1994; Pantoja *et al.*, 2002), y *Calacarus flagelliseti* de Moraes y Barbosa, 2001, que afecta hojas (González *et al.*, 2007). En México los ácaros que se han registrado asociados al papayo son *Eutetranychus banksi*

(McGregor, 1914), *Panonychus citri* (McGregor, 1916), *Tetranychus desertorum* Banks, 1900, *T. gloveri* Banks, 1900, *T. kanzawai* Kishida, 1927, *T. marianae* McGregor, 1950, *T. urticae* Koch, 1836 (García, 1981), *Oligonychus yothersi* (McGregor, 1914), *T. cinnabarinus* (Boisduval, 1877), *Tetranychus gloveri* Banks, 1900, *Tetranychus ludeni* Zacher, 1913, *Tetranychus mexicanus* McGregor, 1950 (Estébanes-González & Baker, 1966), *Tetranychus merganser* Boudreaux, 1950 (Deloya & Valenzuela, 1999) y *P. latus* (Alcántara *et al.*, 2011). En el estado de Veracruz, México, se ha determinado a las arañas rojas como los principales ácaros nocivos, entre ellas *Eotetranychus lewisi* (McGregor, 1943), *E. banksi* y *T. merganser*, pero también los ácaros depredadores como *Euseius hibisci* (Chant, 1959) y *Galendromus helveolus* (Chant, 1959) forman parte de la acarofauna del papayo y pueden regular las poblaciones de los fitófagos y con ello limitan su expresión como plagas (Abato-Zárate *et al.*, 2014). Sin embargo, los enemigos naturales son poco conocidos por productores y técnicos; además se desconocen los mecanismos para su conservación.

La dinámica poblacional es el estudio de los cambios que sufren las comunidades biológicas, así como los factores y los mecanismos que las regulan (Vargas & Rodríguez, 2013); su estudio es importante para el diseño de sistemas de manejo de plagas. El objetivo de esta investigación fue conocer la fluctuación poblacional de las especies de ácaros de las familias Tetranychidae y Phytoseiidae presentes en el cultivo de papayo a través de su ciclo productivo, en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México, y con base en ello proponer un esquema espacio-temporal de muestreo de las poblaciones de estos ácaros en este cultivo, así como proponer acciones que favorezcan el control natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Huerta experimental. Se estableció una huerta en el mes de mayo de 2007 con productores cooperantes del municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México, (19.336471° LN, 96.338111° LO). El clima de la zona es de tipo Aw1 (cálido subhúmedo con temperatura media anual de 27.8 °C, 1600 mm de evaporación media anual, humedad relativa promedio de 82 % y precipitación anual de 1050 a 1200 mm, con 90 % concentrados de mayo a septiembre). El suelo presentó un pH de 6.8, con conductividad eléctrica de 0.61 dS m⁻¹, no salino y apto para el desarrollo del papayo.

Muestreo de ácaros. Previo al establecimiento de la plantación, se realizó un muestreo en dos charolas de 48 orificios con plantas de vivero con la técnica de lavado-tamizado de hojas, aplicando un fuerte chorro de agua sobre las hojas, las que estaban colocadas sobre una columna de tres tamices, de mayor a menor abertura (3 mm, 1.2 mm y 21.8 μ m, Southwood & Henderson, 2000), para verificar que las plantas estuvieran libres de ácaros. Una vez establecida la plantación del papayo, se realizaron muestreos aproximadamente cada dos meses durante el ciclo de producción hasta 16 meses después del trasplante. Mediante muestreo sistemático, se contaron las plantas totales presentes en una línea diagonal que atravesaba la parcela, de la cual se tomaron 20 plantas equidistantes y tres hojas por planta de los estratos superior, medio e inferior, una por estrato. Las hojas colectadas se sometieron a lavado y tamizado, con el método descrito. Los ácaros fueron retenidos en el último tamiz y se conservaron en etanol 70%; de ejemplares representativos se realizaron montajes entre porta y cubreobjetos con líquido de Hoyer (Krantz & Walter, 2009). Los ácaros de la muestra compuesta de 20 hojas por estrato y fecha se contaron y revisaron al microscopio de contraste de fases para su determinación a nivel de especie. Se utilizaron claves taxonómicas de Krantz & Walter (2009) para la determinación de las familias Tetranychidae y Phytoseiidae, las de Tuttle *et al.* (1976)

para géneros y especies de Tetranychidae y las de Chant & McMurtry (2007) para los géneros de Phytoseiidae. La determinación de las especies de ácaros fue corroborada por el Dr. Gabriel Otero-Colina, especialista en Acari, por comparación con descripciones originales o redescrpciones. Se obtuvo información climática de la estación meteorológica del Campus Veracruz (CPVerAS1) y de las estaciones contiguas de Puente Julia y Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, proporcionadas por la Comisión Nacional del Agua. Las poblaciones de ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae y las de los ácaros fitófagos de la familia Tetranychidae se analizaron mediante correlación (SAS® 9.1.3), para inferir el efecto que los depredadores están causando a sus presas. Se realizó un análisis de varianza ($p \leq 0.05$) de los muestreos por estrato, con medidas repetidas en el tiempo, para identificar la preferencia de las especies de ácaros por los estratos y una comparación de medias con diferencia mínima significativa (LSD).

Manejo del cultivo. Para el control de enfermedades durante el periodo vegetativo y productivo del cultivo se utilizaron los fungicidas indicados en el Cuadro 1. Se emplearon los siguientes fertilizantes: Gro green®, Nutriboro®, triple 17, Nitrocel® foliar, Nutricel®, Brexil®, calcio líquido, Agromil-plus®, Humiextra/Brotamin®. Además, como regulador del crecimiento se utilizó Biozyme® (Cuadro 1).

Cuadro 1. Productos aplicados durante el desarrollo del cultivo de papayo.

Fecha	Producto	Observaciones
06/05/07 y 16/06/07	Captan®/Gro green	Fungicida/Fertilizante foliar
29/06/07	Derosal®	Fungicida para la raíz
07/07/07	Amistar®	Fungicida sistémico y de contacto
21/07/07	Nutriboro®	
23/07/07	Triple 17	33 g por planta
28/07/07	Nitrocel® 20.30.10 Amino	Nutrimiento foliar con aminoácidos y orgánicos
02/08/07 y 02/09/07	Captan®	
10/08/07 y 26/08/07	Manzate®	Fungicida de contacto preventivo
26/12/07	Brexil®, Carbendex®	Microelementos complejos /fungicida sistémico
07/01/08	Brexil®, Carbendex®	
08/02/08	Benomilo®/Nitrocel®	Fungicida de contacto a la flor
06/03/08	Agromil-plus	Sólo al fruto
13/03/08	Humiextra/Brotamin	Al cogollo
20/03/08	Carbendex-Brexyl/Nutriboro	Al follaje
27/03/08 y 14/07/08	Calcio líquido	Al fruto
08/04/08	Manzate®	A la flor y fruto
27/06/08	Derosal®	Al tallo

Aplicación comercial de insecticidas y acaricidas. Los productores iniciaron la aplicaciones de insecticidas un mes después del trasplante, con la finalidad de controlar el piojo harinoso (*Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink). Además, la huerta fue tratada con cuatro aplicaciones de dicofol (AK-20®) entre diciembre 2007 y abril 2008. Las aplicaciones se iniciaron cuando se observó la presencia de ácaros y fueron dirigidas al cogollo (Cuadro 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron cinco especies de ácaros en el cultivo de papayo en Manlio F. Altamirano, Veracruz, México; dos especies fitófagas y tres especies depredadoras (Cuadro 3).

Ácaros fitófagos. La especie fitófaga *E. lewisi* fue consistentemente más abundante que *E. banksi*, tanto en el tiempo como en cada uno de los diferentes estratos ($p = 0.02$). De forma global, las poblaciones de *E. lewisi* fueron significativamente mayores ($p < 0.05$) en el estrato bajo que en los estratos superiores (Cuadro 3, Figs. 1a, b, c).

Las cantidades promedio de *E. lewisi* en el estrato alto (5.0 ácaros por hoja) se pueden considerar con potencial para ejercer un daño, principalmente a los tejidos jóvenes del meristemo apical. Ochoa *et al.* (1991) mencionan que los daños que ocasiona esta especie son más evidentes en el estrato alto, e incluso pueden causar una deformación

y reducción foliar llamada “mano de chango”. Este tipo de daño, aunado a la coloración cristalina de los estados inmaduros de *E. lewisi* presentes en las hojas del estrato alto, podrían ser la razón por la que ha sido confundido reiteradamente con el daño ocasionado por el “ácaro blanco” (*P. latus*) (Otero-Colina, 2015), el cual nunca fue detectado por los autores en este estudio e investigaciones previas en la zona Centro de Veracruz (Abato-Zárate *et al.*, 2014).

Las colonias de *E. lewisi* se encuentran en el envés de las hojas a los lados de las nervaduras centrales y secundarias, pero pueden extenderse hasta cubrir toda la lámina foliar. La telaraña es fina, a veces imperceptible, a la que se adhieren las oviposturas. Su sintomatología también se confunde con el daño por fitotoxicidad ejercido por algún herbicida hormonal (Ochoa *et al.*, 1991). *Eotetranychus lewisi* es una especie partenogenética, arrenotoca y multivoltina (Jeppson *et al.*, 1975); es un ácaro polífago que afecta a 69 especies de plantas, por lo que es de importancia cuarentenaria en Europa (EFESA, 2014).

Las poblaciones de *E. banksi* fueron significativamente más altas ($p < 0.05$) en el estrato bajo. La cantidad de ácaros presentes tanto en el estrato alto como en el medio no se consideran suficientes como para ocasionar daño económico (Cuadro 3). Sólo en el estrato bajo, *E. banksi* mantuvo poblaciones promedio cercanas a las que podrían considerarse dañinas; postulamos que en condiciones favorables y en ausencia de depredadores, sus poblaciones podrían incrementarse hasta ocasionar caída de las hojas bajas, las cuales ya no son tan importantes para la fotosín-

Cuadro 2. Fechas de aplicación de insecticidas y acaricidas en la plantación de papayo donde se observó la fluctuación poblacional de ácaros.

Fecha	Insecticida/Acaricida	Observaciones
16/06/07, 26/07/07 y 18/08/07	Thiodan®	Acaricida-insecticida organoclorado, i.a. endosulfán, por contacto e ingestión, gasifica a $> 22^{\circ}\text{C}$.
18/07/07	Malathion 100®	Insecticida-acaricida de contacto, i.a. malatión, aplicado sólo a plantas con piojo harinoso.
18/12/07, 30/01/08, 12/02/08 y 09/04/08	Ak-20®	Acaricida organoclorado de contacto, i.a. dicofol, aplicado al cogollo y en manchones.

Cuadro 3. Promedio de ácaros por hoja de las especies presentes en diferentes estratos de papayo, durante nueve fechas de muestreo en Manlio F. Altamirano, Veracruz, México.

Estrato	<i>Eotetranychus lewisi</i>	<i>Eutetranychus banksi</i>	<i>Euseius hibisci</i>	<i>Galendromus helveolus</i>	<i>Cydnoseius</i> sp.
Alto	5.0 b *	0.2 b	0.5 b	0.2 b	0.005 b
Medio	8.0 b	1.4 ab	0.5 b	0.3 b	0.010 ab
Bajo	17.0 a	4.0 a	1.2 a	0.9 a	0.040 a

*Medias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

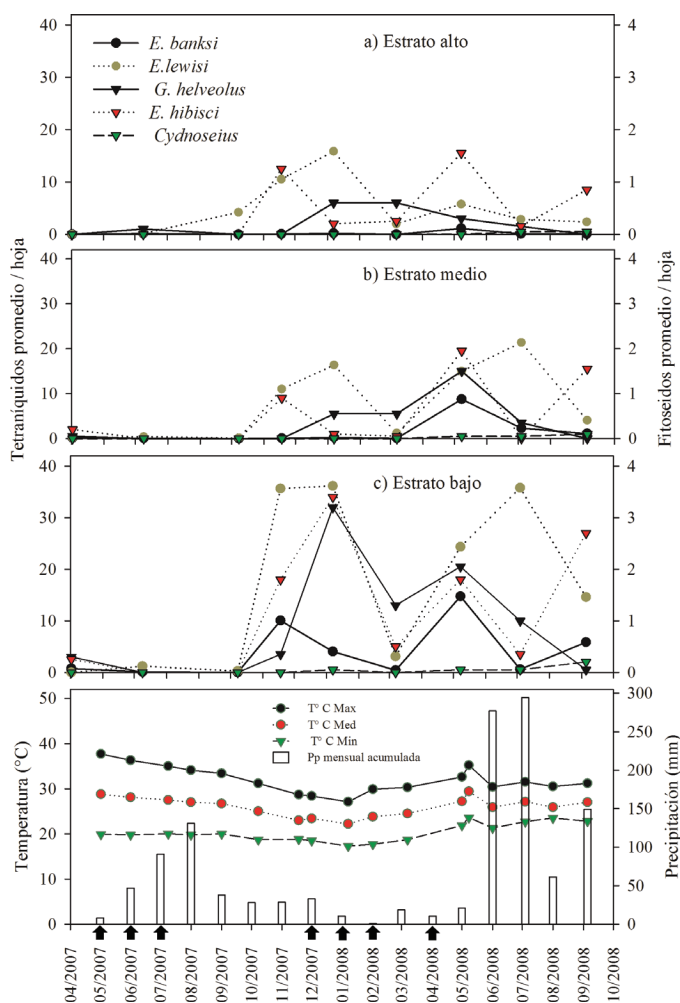


Figura 1. Abundancia estacional de ácaros fitófagos y depredadores en hojas por estrato de papayo, muestreados de mayo 2007 a septiembre 2008, en el municipio de Manlio F. Altamirano, Veracruz, México. a) Estrato alto; b) estrato medio; c) estrato bajo; d) condiciones ambientales, Pp = precipitación mensual acumulada (mm); temperaturas mensuales promedio (°C): T°C Máx = máxima, T°C Med = media, T°C Mín = mínima. Cada flecha indica una aplicación de acaricida.

tesis, pero por su ausencia los frutos se podrían dañar por quemaduras de sol, lo que demeritaría su calidad (Constantinides & McHugh, 2008; Silva *et al.*, 2007).

Eutetranychus banksi es conocida como la araña Texana, se alimenta principalmente del follaje por el haz y causa amarillamiento, defoliación y pérdida general del vigor, lo que provoca mermas en la producción (Constantinides & McHugh, 2008); es considerada una plaga dañina para varios frutales en México (Landeros *et al.*, 2004). *Eotetranychus lewisi* y *E. banksi* coexisten en hojas de papayo sin compartir su nicho ecológico, ya que una especie vive

primordialmente en el haz y la otra en el envés (Jeppson *et al.*, 1975; Salas, 1978; Gnanvossou *et al.*, 2003). El alimento de ambas especies nunca estuvo limitado en este estudio; nunca se observaron poblaciones de ácaros que cubrieran un área importante de la gran superficie foliar de las hojas lobuladas, las cuales miden entre 24 y 90 cm de diámetro (Cardona *et al.*, 2009). Solamente llegaron a producir de tres a cuatro colonias en las hojas. Jeppson *et al.* (1975) indican que para que dos especies de ácaros puedan coexistir, una debería incubarse antes que la otra, reducir el número de huevos o incrementar el número de huevos no viables.

Contrario a lo mencionado por De los Santos *et al.* (2000), quienes mencionan a *T. cinnabarinus* y *P. latus* como dos de las principales plagas en papayo en el estado de Veracruz, en este estudio no fueron encontradas dichas especies. Estos autores indican que las mayores infestaciones ocurren en los meses de mayo a julio, en la época de sequía y al inicio del temporal, lo cual coincidió con lo encontrado aquí para *E. banksi* en los estratos medio y bajo (Fig. 1b, c). Lo anterior puede explicarse debido a la permanente reposición de hojas en verano.

Estrato alto. *Eotetranychus lewisi* fue la especie fitófaga dominante en el estrato alto (Fig. 1a), su población empezó a incrementarse a partir de julio de 2007, cuando el cultivo tenía dos meses de trasplantado, con la mayor población (16 ácaros promedio por hoja) a los ocho meses, en enero de 2008; posteriormente disminuyó en marzo a dos ácaros promedio por hoja, lo que pudo atribuirse a las aplicaciones continuas de plaguicidas de noviembre a febrero. Las poblaciones volvieron a incrementarse en mayo 2008 (seis ácaros), a los 12 meses del cultivo. A partir de esta fecha decreció una vez más, lo que coincidió con la etapa final de la cosecha y la época de lluvias. En diciembre de 2007 se observaron en el cogollo síntomas similares a los ocasionados por el virus de mancha anular del papayo (PRSV-p), por lo que se decidió realizar el muestreo. Se determinó que la especie asociada y posiblemente responsable de dicho síntoma fue *E. lewisi*, lo cual coincide con lo indicado por Ochoa *et al.* (1991). No se presentaron los síntomas de manchas de aceite en los tallos ocasionadas por el virus, lo que sugiere que los aquí descritos fueron causados por el ácaro y no por el virus. Por su parte, *E. banksi* se presentó en poblaciones escasas en el estrato alto (Fig. 1a).

Estrato medio. *Eotetranychus lewisi* se presentó como la especie dominante en el estrato medio, con dos incrementos poblacionales, uno a los ocho meses (enero de 2008), alcanzando un promedio de 16 ácaros por hoja, y el otro

a partir de los 14 meses de edad de la plantación (julio de 2008), con un promedio de 21 ácaros por hoja. En este estrato *E. lewisi* aumentó su población de mayo a julio, siendo junio y julio los meses con mayor precipitación acumulada, superiores a 250 mm. Sus poblaciones disminuyeron en septiembre hasta cuatro ácaros promedio por hoja (Fig. 1 b, d).

La segunda especie en abundancia fue *E. banksi*, con el máximo promedio de ácaros por hoja (nueve) en mayo de 2008, a los 12 meses de edad del cultivo (Fig. 1b). *Eotetranychus banksi* por el contrario, disminuyó a partir de la época de lluvias.

Estrato bajo. En el estrato bajo la especie dominante también fue *E. lewisi*, sus poblaciones se incrementaron a partir de noviembre de 2007 (Fig. 1c), y se mantuvieron hasta enero de 2008 (36 ácaros promedio por hoja) a los seis y ocho meses de edad del cultivo. En marzo de 2008 la población disminuyó drásticamente, pero se volvió a incrementar en mayo y alcanzó su máximo (36 ácaros por hoja) en el mes de julio, que junto con junio fueron los meses con mayor precipitación acumulada. El tetránquido *E. banksi* también presentó dos picos poblacionales, ambos menores que *E. lewisi*, durante noviembre 2007 y mayo 2008, con promedio de 10 y 15 ácaros por hoja, respectivamente; a partir de la época de lluvias disminuyeron sus poblaciones (Fig. 1c, d). Las hojas de papayo del estrato inferior, al ser de mayor tamaño, albergaban una mayor cantidad de ácaros; como eran atacadas después de haber alcanzado su tamaño definitivo ya no fueron susceptibles de deformarse con el ataque de ácaros. Además, las hojas de este estrato no influyen en el tamaño de los frutos, como lo pueden hacer las del cogollo o las medias.

Ácaros depredadores. Las poblaciones de *E. hibisci* y *G. helveolus* fueron significativamente mayores ($p = 0.02$) que las poblaciones de *Cydnoseius* sp., pero no fueron diferentes entre sí, y se presentaron como poblaciones mixtas en papayo. Las poblaciones de *Cydnoseius* sp., fueron demasiado raras como para atribuirles la función de control natural. El incremento poblacional del fitoseido *G. helveolus* coincidió con el del tetránquido *E. lewisi* en el estrato alto, aunque con un ligero desfase, como lo han propuesto por McMurtry & Croft (1997). Además, se observa el incremento poblacional de *E. hibisci* que coincidió con una baja densidad de *E. banksi*, una de sus fuentes de alimento (Fig. 1a), lo cual es una característica de los depredadores generalistas (McMurtry, 1992). *Euseius hibisci* fue más sensible al efecto de los acaricidas aplicados, que redujeron sus poblaciones, a diferencia de *G. helveolus*.

En los estratos medio y bajo, el incremento de las poblaciones de los fitoseidos *E. hibisci* y *G. helveolus* fue más sincronizado al de los tetránquidos *E. banksi* y *E. lewisi* (Figura 1b). *Euseius hibisci* estaba presente, aun en densidades bajas de *E. banksi*.

Varias especies de fitoseidos poseen los rasgos de un buen enemigo natural; es decir, respuesta funcional y numérica de tipo denso-dependiente directo, alta especificidad y buena adaptación al medioambiente de la presa. Por lo tanto, desde hace más de dos décadas algunas de ellas se comercializan para el control de las "arañas rojas" (Badii et al., 2010). Las especies encontradas en este estudio ya han sido utilizadas en programas contra ácaros plaga (Chant, 1985; McMurtry, 1985 a, b; McMurtry & Croft, 1997). Por estar adaptadas a las condiciones del clima y manejo de este agroecosistema, *E. hibisci* y *G. helveolus* pueden tener potencial para un programa de manejo integrado de tetránquidos plaga en papayo.

Los depredadores generalistas no siempre tienen una distribución correlacionada con la de la presa (McMurtry, 1992), aunque para este caso la correlación entre *E. hibisci* y *E. banksi* fue positiva ($r^2 = 0.639$). Las especies de tetránquidos y fitoseidos de este estudio mostraron una correlación positiva a través del tiempo. *Euseius hibisci* no es un depredador especializado sino que aparte de ser depredador se alimenta de polen; esto podría contribuir a que no sea eliminado del agroecosistema si alguna de sus presas está ausente, lo que permite su éxito en programas de manejo integrado (Badii et al., 2004). En zonas aguacateras de California, *E. hibisci* presenta un pico poblacional en primavera, relacionado con la presencia de polen de aguacate, y uno en el de verano u otoño, relacionado con el incremento de *Oligonychus punicae* Hirst, 1926; sin embargo, *E. hibisci* tiene baja efectividad de control porque tiene baja tasa de reproducción, no vive congregada y no es apta para atrapar ácaros formadores de telaraña (McMurtry, 1985a). También se alimenta de *P. citri*, y se ha encontrado sobre árboles asperjados con acaricidas selectivos (McMurtry, 1985b).

Los ácaros depredadores especialistas como *G. helveolus* poseen alta tasa intrínseca de crecimiento cuando la población de su presa es alta, además de poseer una alta capacidad de dispersión, ya que cuando eliminan una colonia de la presa necesitan buscar otra, lo cual explica su presencia en los tres estratos (McMurtry & Croft, 1997). Las especies del género *Galendromus* son depredadoras selectivas a tetránquidos, frecuentemente asociadas con especies productoras de telaraña, como *E. lewisi*. Se encuentran comúnmente en agroecosistemas altamente

perturbados; son poco comunes en ecosistemas con poca frecuencia de aplicación de plaguicidas (McMurtry & Croft, 1997). *Galendromus helveolus* está asociada con agroecosistemas alterados, a diferencia de *E. hibisci* (McMurtry & Croft, 1997). *Galendromus helveolus* ataca a *Oligonychus perseae* Tuttle, Baker & Abbatiello, 1976, y está adaptado para invadir los nidos protegidos por telaraña, debido a las sedas con que cuenta en la placa dorsal y en las patas (Takano-Lee & Hoddle, 2002), como los nidos de *E. lewisi*.

Relación de ácaros plaga y depredadores. Como depredador generalista, *E. hibisci* no es tan apto para alimentarse de ácaros que producen abundante telaraña, como *E. lewisi*, pero puede alimentarse bien de *E. banksi*, que produce escasa telaraña (McMurtry, 1985a). Por otro lado, *G. helveolus* es considerado un depredador especialista en tetraníquidos telarañeros como *E. lewisi*, pero tiene la misma capacidad para alimentarse de *E. banksi*, que no produce abundante telaraña (McMurtry & Croft, 1997).

Carrillo *et al.* (2014) observaron que al inocular un ejemplar del ácaro depredador *Amblyseius largoensis* (Muma, 1955) (Phytoseiidae) por cada 10 ejemplares del ácaro fitófago *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Tenuipalpidae) en palma de coco, se consiguió una regulación de las poblaciones de la última especie. Similarmente, Rodríguez *et al.* (2013), en estudios de control biológico en Cuba con *Neoseiulus longispinosus* (Evans, 1952) sobre *T. truncatus*, encontraron un control satisfactorio con tasas de liberación de 1:20, 1:30 y 1:40 (depredador/presa). Con base en los estudios citados, se postula que la relación 1:10 de *E. hibisci* con sus principales presas (los ácaros que producen poca telaraña) podría ser apropiada para lograr un balance natural de los más importantes ácaros plaga del papayo, que evitara explosiones demográficas incontroladas. Por su parte, una relación aún menor de depredador a presa sería suficiente en el caso de *G. helveolus* respecto a los ácaros telarañeros. En el presente estudio las poblaciones de ácaros fitófagos se presentaron en una relación superior a 10 fitófagos por cada depredador, pero lo hicieron por periodos cortos de tiempo (Figs. 1a, b, c). Los promedios de ácaros depredadores por hoja fueron similares o mayores a los encontrados por Fadamiro *et al.* (2009) en huertos de cítricos, aunque las hojas de papayo son mucho más grandes, por lo que el daño causado por las poblaciones estudiadas aquí pudo ser menor.

Se presentó una correlación positiva ($r^2 > 0.50$) entre las poblaciones de especies fitófagas y las depredadoras. Cuando aumentaron las poblaciones del fitófago *E.*

banksi, también lo hizo el otro fitófago (*E. lewisi*) ($r^2 = 0.59$). Cuando el fitófago *E. banksi* aumentó, también lo hicieron los depredadores *G. helveolus* (0.53) y *E. hibisci* (0.64). A su vez, cuando *E. lewisi* incrementó, así mismo lo hicieron *G. helveolus* (0.62) y *E. hibisci* (0.57). No se presentó correlación significativa entre las poblaciones del depredador *Cydnoseius* sp. con los fitófagos o los demás depredadores ($r^2 \geq 0.33$), posiblemente debido a las bajas poblaciones que siempre mantuvo esta especie.

Efecto del clima en las poblaciones de ácaros. La temperatura media máxima registrada en el ensayo fue de 29 °C durante 2007 y la temperatura media mínima de 22 °C. Se registraron dos periodos de mayor crecimiento poblacional de todos los ácaros en las épocas secas, con temperatura media mensual entre 22 y 30 °C, y con las mayores poblaciones cuando la temperatura fue superior a 27 °C (Fig. 1d). Durante los meses de junio y julio de 2008 la precipitación mensual acumulada fue de 277 mm y 294 mm, respectivamente (Fig. 1d), con 61.4 mm en el mes de agosto y 149 mm en septiembre. Las poblaciones de *E. lewisi* aumentaron de mayo a julio en los estratos medio y bajo, lo cual posiblemente se deba a que este ácaro vive en el envés de las hojas, lo que lo hace más tolerante a la acción directa de la lluvia. En contraste, las poblaciones de *E. banksi*, que vive en el haz de las hojas, disminuyeron en este mismo periodo por estar más expuestas a la acción directa de la lluvia. Jeppson *et al.* (1975) indican que con altas temperaturas asociadas con baja humedad incrementan las poblaciones de tetraníquidos. El rango óptimo de temperatura para el desarrollo de *E. banksi* es de 28 a 31 °C (Badii *et al.*, 2003); en la zona de estudio únicamente los meses de mayo y junio presentaron temperaturas promedio entre 28 y 29 °C, y es en mayo cuando esta especie presentó su pico poblacional de 15 ácaros en promedio por hoja en el estrato bajo. De acuerdo a lo anterior, pueden generarse al menos nueve generaciones de ácaros fitófagos en los meses de temperaturas frescas (22 a 25 °C promedio) y 12 generaciones en los meses más calurosos (26 a 29 °C). La tasa de crecimiento poblacional determina la importancia de los ácaros plaga (Janssen & Sabelis, 1992), y la temperatura es el factor principal que afecta el crecimiento poblacional (Mori *et al.*, 2005) y la distribución espacial (Laing, 1969; Carey & Bradley, 1982) de ácaros en los agroecosistemas.

Manejo de los ácaros. Las aplicaciones con dicofol redujeron las poblaciones de *E. lewisi* a los once meses del trasplante, las cuales volvieron a surgir en cuanto se dejó de aplicar este producto. Las poblaciones se abatieron nuevamente hasta el final de la época de lluvias en septiembre

de 2008, donde la precipitación pluvial fue de 149 mm. Estos comportamientos poblacionales ya han sido observados por diversos investigadores (Jones & Parella, 1983; Landeros *et al.*, 2004). En el mes de marzo de 2008 las dos especies fitófagas tuvieron promedios muy bajos debido a la aplicación continua de los acaricidas desde enero de dicho año. Si se pudieran incrementar las poblaciones de depredadores al inicio del incremento poblacional de los fitófagos mediante aplicaciones inoculativas, podrían ser suficientes para mantener bajas sus poblaciones, con una necesidad de menos aplicaciones de acaricidas.

Debido a que las condiciones ambientales imperantes en el sitio de estudio casi siempre son adecuadas para el desarrollo de los ácaros fitófagos identificados, se recomienda realizar muestreos continuos en el estrato medio para la detección de los ácaros plaga, excepto quizás después de la época de lluvias. Cuando se detecten poblaciones promedio mayores a cinco ácaros plaga por hoja, se debe cuantificar que haya una relación 10:1 de ácaros fitófagos a depredadores, ya que, si esta relación es más alta, será el momento oportuno de utilizar otro método de control. Es recomendable utilizar plaguicidas selectivos a los enemigos naturales y reducir su uso, si se quieren conservar las poblaciones de especies depredadoras presentes.

CONCLUSIONES

Dos ácaros fitófagos estuvieron presentes a través de las distintas fases de desarrollo del cultivo de papayo en la zona Central de Veracruz. *Eotetranychus lewisi* fue más abundante y se localizó en los tres estratos de la planta. *Eotetranychus banksi* fue menos abundante, con mayor presencia en los estratos medio y bajo. Ambas especies fueron más abundantes en el estrato bajo, donde el riesgo más fuerte es la defoliación temprana.

Tres ácaros depredadores estuvieron presentes durante el desarrollo del cultivo, *E. hibisci*, *G. helveolus* y *Cydnoseius* sp. *Eotetranychus lewisi* presentó dos picos poblacionales en un año en el estrato medio y bajo, mientras que *E. banksi* presentó dos picos poblacionales sólo en el estrato bajo. *Cydnoseius* sp. fue poco abundante. Las poblaciones de los ácaros plaga y los principales ácaros depredadores estuvieron positivamente correlacionadas.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece al CONACYT por el financiamiento otorgado. Este estudio fue financiado por el proyecto con clave CB-2008-01, 000000000106183.

LITERATURA CITADA

- Abato-Zárate, M., Villanueva-Jiménez, J. A., Otero-Colina, G., Ávila-Reséndiz, C., Hernández-Castro, E. & Reyes-Pérez, N. (2014). Acarofauna associated to papaya orchards in Veracruz, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 30, 595-609.
- Alcántara J., J. A., Santillán-Galicia, M. T., Otero-Colina, G., Mora A., A., Gutiérrez E., M. A. & Hernández C., E. (2011). Relación entre *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) y el virus de la mancha anular del papayo (PRSV-p). *Revista Colombiana de Entomología*, 37, 228-233.
- Alonso, M., Tornet, Y., Ramos, R., Farrés, E. & Rodríguez, D. (2009). Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense*, 33, 267-274.
- Amrine, J. W. & Stasny, T. M. (1994). *Catalogue of the Eriophyoidea (Acari: Prostigmata) of the world*. Indira Publishing. Bloomfield, USA, 1186 pp.
- Badii, M. H., Varela, S., Flores, A. E. & Landeros, J. (2003). Temperature-based life history and life table parameters of Texas citrus mite on orange. *Systematic & Applied Acarology*, 8, 25-38.
- Badii, M. H., Hernández-Ortiz, E., Flores, A. E. & Landeros, J. (2004). Prey stage preference and functional response of *Euseius hibisci* to *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Experimental & Applied Acarology*, 34, 263-273.
- Badii, M. H., Landeros, J. & Cerna, E. (2010). Regulación poblacional de ácaros plaga de impacto agrícola. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 5, 270-302.
- Bolland, H. R., Gutierrez, J. & Flechtmann, C. H. W. (1998). *World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)*. Brill. Boston, USA, 384 pp.
- Cardona A., C., Araméndiz T., H. & Barrera C., C. (2009). Estimación del área foliar de papayo (*Carica papaya* L.) basada en muestreo no destructivo. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 12, 131-139.
- Carey, J. R. & Bradley, J. W. (1982). Developmental rates, vital schedules, sex-ratios and life tables for *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii* and *T. pacificus* (Acarina: Tetranychidae) on cotton. *Acarologia*, 23, 333-345.
- Carrillo, D., Hoy, M. A. & Peña, H. E. (2014). Effect of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) on *Raoiella Indica* (Acari: Tenuipalpidae) by predator exclusion and predator release techniques. *Florida Entomologist*, 97, 256-261.
- Chant, D. A. (1985). Systematics and taxonomy, pp. 17-29. In: Helle, W. & Sabelis, M. W. (Eds.). *Spider mites their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Chant, D. A. & McMurtry, J. A. (2007). *Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata)*. Indira Pub. House, West Bloomfield, Michigan, USA, 220 pp.
- Constantinides, L. N. & McHugh, J. J. (eds.). (2008). Pest management strategic plan for papaya production in Hawaii. University of Hawaii, Manoa, Hilo, Hawaii. Disponible en <http://www.ipm-centers.org/pmsp/pdf/HIPapayaPMSP.pdf>. (Consultado en mayo de 2017).
- De la Torre, P. E. (2005). Colectas acarológicas de Ciudad de La Habana registradas por la Sanidad Vegetal. *Fitosanidad*, 9, 3-8.

- De los Santos De la R., F., Becerra L., E. N., Mosqueda V., R., Vásquez H., A. & Vargas G., A. B. (2000). *Manual de Producción de Papaya en el Estado de Veracruz*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico Núm. 17. Veracruz, México. 87 pp.
- Deloya L., A. C. & Valenzuela G., J. E. (eds.). (1999). *Catálogo de insectos y ácaros plaga de los cultivos agrícolas de México*. Sociedad Mexicana de Entomología. Publicaciones Especiales Núm. 1. México. 174 pp.
- EFESA (European Food Safety Authority). (2014). Scientific Opinion on the pest categorisation of *Eotetranychus lewisi*. *EFSA Journal* 12, 1-35.
- Estébanes-González, M. L. & Baker, E. W. (1966). Las arañas rojas de México (Acarina: Tetranychidae). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (México)*, 15, 61-133.
- Fadamiro, H. Y., Xiao, Y., Nesbitt, M. & Childers, C. C. (2009). Diversity and seasonal abundance of predacious mites in Alabama Satsuma citrus. *Annals of the Entomological Society of America*, 102, 617-628.
- FAOSTAT. (2014). Food and Agriculture Data. Statistics Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. (Consultado en mayo de 2014).
- Fournier, V., Rosenheim, J. A., Brodeur, J. & Johnson, M. W. (2004). Population dynamics and within-plant distribution of the mite *Calacarus flagelliset* (Acari: Eriophyidae) on papaya in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, 97(5), 1563-1569.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. 5ª ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 90 pp.
- García M., C. (1981). Lista de insectos y ácaros perjudiciales a los cultivos en México. *Fitófilo*, 86, 1-196.
- Gnanvossou, D., Hanna, R. & Dicke, M. (2003). Infochemical-mediated intraguild interactions among three predatory mites on cassava plants. *Oecologia*, 135, 84-90.
- González G., N., Rodríguez M., A., De la Torre S., P. E., Lastres G., N., García M., X. & Ramos G., N. (2007). Primera cita del ácaro *Calacarus flagelliset* Fletchman, de Moraes y Barbosa, 2001, sobre el cultivo de la papaya -Maradol Roja- en Cuba. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 33(1), 45-52.
- Janssen, A. & Sabelis, M. W. (1992). Phytoseiid life-histories, local predator-prey dynamics, and strategies for control of tetranychid mites. *Experimental and Applied Acarology*, 14, 233-250.
- Jeppson, L. R., Keifer, H. H. & Baker, E. W. (1975). *Mites injurious to economic plants*. University of California Press. Berkeley, USA, 614 pp.
- Jones, V. P. & Parrella, M. P. (1983). Compatibility of six citrus pesticides with *Euseius stipulatus* (Acari: Phytoseiidae) populations in Southern California. *Journal of Economic Entomology*, 76, 942-944.
- Krantz, G. W. & Walter, D. E. (eds.). (2009). *A manual of acarology*. Third Edition. Texas Tech University Press; Lubbock, Texas, USA, 807 pp.
- Laing, J. E. (1969). Life history and life table of *Tetranychus urticae* Koch. *Acarologia*, 11, 33-42.
- Landeros, L., Cerna, E., Badii, M. H., Varela, S. & Flores, A. E. (2004). Patrón de distribución espacial y fluctuación poblacional de *Eutetranychus banksi* (McGregor) y su depredador *Euseius mesembrinus* (Dean) (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) en una huerta de naranjos. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 20(3), 147-155.
- McMurtry, J. A. (1985a). Avocado, pp. 327-332. In: Helle, W. & Sabelis, M. W. (Eds.). *Spider mites, their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- McMurtry, J. A. (1985b). Citrus, pp. 339-347. In: Helle, W. & Sabelis, M. W. (Eds.). *Spider mites, their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- McMurtry, J. A. (1992). Dynamics and potential impact of "generalist" phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species. *Experimental and Applied Acarology*, 14, 371-382.
- McMurtry, J. A. & Croft, B. A. (1997). Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42, 291-321.
- Mori, K., Nozawa, M., Arai, K. & Gotoh, T. (2005). Life-history traits of the acarophagous lady beetle, *Stethorus japonicus* at three temperatures. *BioControl*, 50, 35-51.
- Nakasone, H. & Paull, R. (1998). *Tropical Fruits*. CAB International, Wallingford, UK, 445 pp.
- Naumann, I. D. (2002). Exotic arthropod pests of concern to the Australian citrus industry. Plant Health Australia. <http://www.planthealthaustralia.com.au/index.cfm?objectid=5654704A-CF92-E9B5-3B37528B8B0E9C39>. (Consultado en enero de 2011).
- Ochoa, R. Aguilar, H. & Vargas, C. (1991). *Ácaros fitófagos de América Central: guía ilustrada*. CATIE, Costa Rica, 251 pp.
- Otero-Colina, G. (2015). El ácaro blanco, pp. 75-78. In: Otero-Colina, G., Abato-Zárate, M. & Villanueva-Jiménez, J. A. (eds.). *Ácaros asociados al cultivo de papaya en México*. Biblioteca básica de agricultura, Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.
- Pantoja, A., Follett, P. A. & Villanueva-Jiménez, J. A. (2002). Pests of papaya, pp. 131-156. In: Peña, J. E., Sharp, J. L., & Wysoki, M. (eds.). *Tropical fruit pest and pollinators. Biology, economic importance, natural enemies and control*. CABI Publishing, USA.
- Rodríguez, H., Montoya, A., Pérez-Madrugada, Y. & Ramos M. (2013). Reproducción masiva de ácaros depredadores Phytoseiidae: Retos y perspectivas para Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 28, 12-22.
- Salas, F. L. A. (1978). Algunas notas sobre las arañitas rojas (Tetranychidae: Acari) halladas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 2, 47-59.
- SIAP. (2016). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. México. <http://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>. (Consultado en noviembre de 2016).
- Silva, J. A. T., Rashid, Z., Tan Nhut, D., Sivakumar, D., Gera, A., Souza Jr., M. T. & Tennant, P. F. (2007). Papaya (*Carica papaya* L.) biology and biotechnology. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*, 1, 47-73.
- Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000). *Ecological methods*. Third edition. Blackwell Science LTD, London, UK, 575 pp.
- Takano-Lee, M. & Hoddle, M. (2002). Predatory behaviors of *Neo-*

seiulus californicus and *Galendromus helveolus* (Acari: Phytoseiidae) attacking *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 26, 13-26.

Tuttle, D. M., Baker, W. E. & Abbatiello, M. J. (1976). Spider mites of Mexico (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Aca-*

rology, 2, 1-102.

Vargas, R. & Rodríguez, S. (2013). Dinámica de poblaciones. En: Ripa, R. & Larral, P. (Eds.), pp. 99-106. *Manejo de plagas en paltos y cítricos*. Colección libros INIA No 23. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Chile.