

Regulación Poblacional de Ácaros Plaga de Impacto Agrícola *(Population Regulation of Pest Mites of Agricultural Significance)*

Badii, M.H., J. Landeros & E. Cerna

Resumen. Se mencionan los rasgos básicos de las arañas rojas y sus depredadores ácaros. Se enfatizan aquellas características de relevancia evolutiva relacionadas con la 'aptitud ecológica' de éstos organismos, tales como rasgos de alimentación, reproducción y dispersión poblacional, los cuales apoyan a dar forma a la capacidad de éstos ácaros para sobrevivir, desarrollar, reproducir y por ende mejorar sus probabilidades del éxito evolutivo. Se presentan ejemplos de las arañas rojas de relevancia en agricultura y además casos de regulación poblacional de las araña rojas por ácaros Phytoseiidae bajo condiciones tanto naturales como en el campo e invernadero.

Palabras claves. Ácaros depredadores, arañas rojas, regulación poblacional

Abstract. Some basic characteristics of spider mites and their predaceous mites are noted. Emphasis is placed upon traits of evolutionary significance such as those related to the fitness of these mites of agricultural importance, namely, features of feeding, reproduction, population dispersion which aid in shaping the ability of these mites to survive, grow, reproduce and thus improve their evolutionary chance of success. Examples are given of spider mite species of economic importance. Also some cases of population regulations of the spider mites by phytoseiids under both natural situations as well as under field and greenhouse conditions are given.

Keywords. Population regulation, predaceous mites, spider mites

Fundamentos

Los ácaros denominados arañas rojas no constituían como amenaza en el sector agrícola a pesar de su asociación con los cultivos agrícolas desde prácticamente el inicio de la agricultura desde hace aproximadamente 12,000 años en registros históricos (Badii et al., 2000, Badii y Abreu, 2006b). Esto se debe probablemente a la que sus poblaciones estaban reguladas de forma natural por los enemigos naturales, es decir, en este caso principalmente, por los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae. Precisamente, el uso irracional, el abuso y el mal uso de los plaguicidas orgánicos sintéticos a partir de la Segunda Guerra Mundial en el siglo XX intervino de forma negativa y ocasionó el desequilibrio en el balance natural entre las poblaciones de depredador-presa, es decir, las arañas rojas y los phytoseiidos (Badii y Abreu, 2006b). Como consecuencia de esta intervención de origen antropocéntrico, las arañas rojas se convirtieron en plagas destructivas en agricultura. Los ácaros Tetranychidae constituyen el grupo más importantes de ácaros plaga en el sector agrícola. Todos sus miembros son fitófagos. El propósito de este trabajo es el analizar el rol de los ácaros depredadores en la regulación poblacional de los ácaros plaga y proporcionar nociones conceptuales sobre bio-

ecología de los ácaros depredadores y presas de relevancia económica con énfasis sobre las arañas.

Órganos bucales

Las especies de Tetranychidae Poseen quelíceros muy modificados, las bases de los quelíceros están fusionadas para formar un estilóforo. El dedo móvil está modificado en un estilete (el dedo fijo se pierde) adaptada para penetrar en el tejido de la planta. Las sedas de la placa del cuerpo se usan con fines taxonómicos. Hay que reconocer dos caracteres en este grupo: **1.** La presencia de la uña pulgar (complejo) la cual es una seda modificada situada en la tibia del palpo. **2.** Los estiletes largos curvados. Una parte importante de los órganos bucales es el **estilóforo** que no es mas que la base de los quelíceros fusionados, este se puede retraer parcialmente en el cuerpo a lo largo de la parte superior del "rostrum" (representan las bases fusionadas de las maxilas). Los estiletes se mueven debido a los movimientos ascendentes y descendentes del estilóforo y se estiletes mueven independientemente del estilóforo pero este movimiento es muy suave.

Alimentación

Durante la alimentación el estilete se ajusta en una depresión o canal en el rostrum, el puente del estilete se extiende hacia fuera de la abertura de la boca. Cada estilete tiene una cavidad (depresión) interna por lo que cuando los dos estiletes se unen uno con el otro forman un canal.

Los elementos de penetración en el tejido de la planta son los estiletes, posiblemente estos secretan un líquido en las células para disolver los contenidos celulares vegetales. Hislop y Jeppson 1976 consideran que el punto distal del rostrum es plano, entonces el ácaro coloca el rostrum directamente en el tejido de las plantas y chupa el contenido (el rostrum actúa como una bomba succionadora). Summer et al., 1973 llegó con una idea diferente: él mencionaba que el canal servía como un canal de alimentación, pero no dio idea de cómo el alimento se transportaba al estilete de la boca.

Daño

Efecto externo. La mayoría del daño es sobre el follaje, ocasionalmente sobre frutos y tallos. Normalmente el daño empieza con puntos cloróticos conocidos como bronceación o puntuación. Las células individualmente son destruidas debido a la acción de los estiletes.

Efecto fisiológico. La penetración de los estiletes causa una disminución en la tasa de transpiración, disminuyen la actividad fotosintética (Landeros et al., 2003b). Según Jeppson et. al., 1975, estos efectos causan una disminución en el tamaño de las hojas. Los ácaros afectan el sistema de regulación de crecimiento, algunas especies inyectan materias tóxicas, causando defoliación a densidades poblaciones de ácaros relativamente muy bajas. Uno de los principales daños externos es la pérdida del follaje, ésta puede causar una reducción en la cantidad y calidad del producto (fruto) y tienen efectos retardados en los siguientes años.

Biología

El ciclo de vida consta del instar de huevecillo y cuatro instares activos, larva, protonífa, deutonífa y adulto. Entre cada dos instares activos hay un estado inactivo denominado la quiescencia (Q). En forma esquemática el ciclo de vida se puede presentar de manera siguiente:

Huevo====>Larva====>(Q)====>Protoninfa====>(Q)====>Deutoninfa====>(Q)====>Adulto

Tiempo de desarrollo. Varía según la temperatura. Los machos se desarrollan más rápido que las hembras. Los machos esperan hasta que las deutoninfa hembra se transformen en adulto para posteriormente copular. Las feromonas que atraen al macho se encuentran en las deutoninfas hembra y también en la telaraña producida por los ácaros. Regev y Cone, (1976a, 1976b), fueron los primeros autores que encontraron tres compuestos diferentes de feromonas: Farnesol, nerolidol, geraniol. La concentración de feromonas aumenta cuando la deutoninfa va a transformarse en adulto por lo que los machos no tienen interés por deutoninfas jóvenes.

Existe competencia entre los machos por las deutoninfas en ocasiones estas peleas llegan hasta la muerte. Los ácaros utilizan como armas los estiletes, patas delanteras, secreción de telaraña sobre el rival. La transferencia de espermatozoides es en forma directa, el macho utiliza el edeago para depositar los espermatozoides en la abertura genital de la hembra.

Reproducción. Varía con la especie y condiciones del medio. Las hembras pueden producir más de 100 huevos a una tasa de 5 a 10 huevos por hembra por día. Las temperaturas bajas reducen el promedio máximo y extienden el período de oviposición. Por ejemplo, *Tetranychus* spp tiene la máxima capacidad de reproducción con partenogénesis de tipo arrenotoquia en la que las hembras vírgenes (sin copulación) las cuales producen huevos haploides que serán machos

Las hembras copuladas ponen huevos fertilizados o diploides que se convierten en hembras, y huevos sin fertilizar o haploides que dan raíz a machos. El porcentaje sexual normalmente es 3:1 o 2:1 a favor de las hembras.

Telaraña. Tienen glándulas de seda en el tarso de los palpos. Algunas especies producen gran cantidad de telaraña y algunas muy poca. Todos los estadios activos pueden producir telaraña. Los miembros de la subfamilia Bryobiinae no producen telaraña. La mayoría de las especies que producen telaraña lo hacen a un porcentaje bajo de humedad relativa. Se ha visto que existe una correlación positiva entre la cantidad de telaraña producida por los ácaros y la tasa de reproducción por ácaro.

La función de la telaraña en la biología de Tetranychidae:

1. Proteger las masas de huevecillos.
2. Protección contra enemigos naturales.
3. Protección contra factores o condiciones adversas al medio ambiente.
4. Ayuda en la construcción de la colonia y maximizar el uso de superficie de la hoja.
5. Protege estadios que acaban de mudar, estos se desprenden de la exuvia bajo protección de la telaraña.
6. Dispersión.
7. Contiene la feromona sexual, la usa el macho para reclamar a las hembras.
8. Confiere a los machos ventajas competitivas, ganan aquellos que producen más telaraña, por ejemplo *Tetranychus urticae* produce mucha telaraña y establece su colonia y gana a *Panonychus ulmi* ya que este no puede establecer su colonia sobre manzana.

Dispersión. Hay dos tipos o formas de dispersión. Las arañas rojas son especies que con facilidad invaden nuevos ecosistemas (Badii y Landeros, 2007). Estos ácaros poseen estructuras metapoblacionales (Badii y Abreu (2006a) y son sujetos de control biológico por sus enemigos naturales es decir, los ácaros Phytoseiidae (Badii et al. 2000, 2001, Badii y Abreu, 2006b).

1. Tipo paracaída (globo es decir, la acción de moverse como un globo o un paracaídas), el ácaro pende de un hilo de telaraña depositado en las hojas, soportando su peso sobre este hilo, y después por ayuda de una corriente de aire (muy suave) se mueve una distancia larga. Este tipo de dispersión sucede bajo condiciones de corrientes de aire suaves, por lo que una infestación pesada de tetránquidos puede reducirse rápidamente (baja la población) debido a la acción de

dispersión. Ejemplos: *E. sexmaculatus* (araña de seis puntos), *O. punicae* (araña café de aguacate), *P. citri* (ácaro rojo de cítricos).

2. Movimiento de tipo masivo: cuando la planta está fuertemente infestada el ácaro se mueve hacia arriba de las plantas y produce una masa de telaraña en el punto terminal de la planta. Situaciones de viento un poco fuertes o insectos o pájaros que vuelan y tocan estas colonias de ácaros y mueven estas masas de ácaros.

Hibernación y diapausa. Estos mecanismos son para escapar el tiempo adverso, como la migración la cual se usan los organismos para escapar el espacio no deseado. Muchas especies tienen diapausa en el invierno (hibernación). Algunos con diapausa en el estadio de huevo, estas especies ponen los huevecillos en otoño y estos eclosionan en la primavera siguiente. Los huevos diapáusicos tienen una cubierta de cera en la parte dorsal y ventral (para prevenir la desecación o la deshidratación de los huevos), pero los huevos normales o no-diapáusicos tienen cera sólo en la superficie dorsal. Ejemplos de huevecillos con cascara dura se encuentran en los géneros *Panonychus*, *Bryobia* y algunos *Oligonychus*. En otras especies la diapausa sucede en el estadio de hembra adulta, por ejemplo, en géneros *Tetranychus*, *Eutetranychus*, y algunas especies de *Oligonychus*. Las causas de la inducción de diapausa principalmente son hormonales pero los estímulos externos son por fotoperíodo, temperatura, baja cantidad de alimentos y % de HR. Las especies que habitan en lugares templados no necesariamente tienen diapausa en lugares tropicales. El efecto de la temperatura sobre parámetros poblacionales de las arañas rojas ha sido cuantificado con sus ajustes curvilineales apropiadas (Badii et al., 2003).

Algunas especies de impacto económico

Subfamilia Bryobiinae

Bryobia

Tamaño grande, dorsalmente planos, patas delanteras largas normalmente cafés con patas de color café rojizo.

B. praetiosa Koch (ácaro del clavel)

Hospedero: Clavel, alfalfa, varios zacates y granos por lo tanto se encuentra sobre plantas herbáceas, malva.

Daño: Líneas cloróticas en haz de hojas, infestaciones fuertes, causan color amarillo y marchitamiento de la planta. No tienen grandes efectos sobre las plantas pero psicológicamente son un problema porque migran a las casas (las hembras para hibernar) y causando molestias.

Biología: Hibernan en lugares templados en todos los estadios pero principalmente en estadio de huevo y hembras adultas. Todas las especies de *Bryobia* tienen un umbral de desarrollo muy bajo, son activas arriba de la temperatura de congelamiento, por lo que aparecen antes que todas las otras especies (son partenogenéticas).

Petrobia

P. latens (Muller) ácaro café del trigo.

Hospedero: Plaga de granos pequeños, alfalfa, clavel, cebolla, gladiola, algodón, sorgo, lechuga, fresa, distribución casi cosmopolita.

Daño: Invade las casas, causa moteado, bronceación o amarillamiento de las hojas, plaga en lugares secos, deshidrata la planta.

Biología: Las hembras son partenogenéticas y depositan los huevos sobre el suelo o sobre objetos cerca del cultivo. Los huevos diapáusicos son de color blanco y los no diapáusicos son de color rojo. El potencial reproductivo varía entre 70 a 90 huevos por hembra en verano y 30 huevos por hembra en invierno. La eclosión de los huevecillos diapáusicos requieren un aumento en la humedad relativa. El tiempo promedio de desarrollo de los huevecillos es de ocho a once días, el promedio de vida del adulto es de 2 a 3 semanas y el período de oviposición varía entre uno a dos días.

Control: Cultural: siembras tardías, barbecho profundo, rotación de cultivos. Químico: organofosforados (Demeton, Metasistox), polvos y aspersiones de azufre.

Subfamilia Tetranychinae

Panonychus

Pocas especies (cinco o seis). Todas son de color rojizo o púrpura, setas dorsales (sobre placa dorsal) están situadas sobre tubérculos prominentes.

P. citri: (McGregor) Acaro rojo de cítricos. Probablemente nativos de Asia (hay dos especies importantes: *P. citri* y *P. elongatus* en cítricos) importantes plagas en Estados Unidos en California y Florida, más importante en California (se gastan más de 20 millones de dólares en daño y control anual); es la plaga de mayor importancia en Japón y Africa del Sur (especialmente donde usan malatión). En California está adaptado a la orilla del océano Pacífico y en lugares más secos en el interior de California.

Hospederos: Normalmente el cítrico, rosa, almendra, *Ricinus comunis*, manzana, y pera (en Japón).

Daño: Puntuación, color amarilla, caída de hojas, muerte de ramitas (especialmente durante condiciones de sequía y calor. En naranja valencia se presenta mayor resistencia que en naranja ombligo, el limón es más resistente que otros cítricos. La hembra se alimenta en el haz de las hojas y causan puntuación en hojas y frutas. Los estadios activos se alimentan en el envés de las hojas, yemas, frutas (lunares de color blanco plateado, manchas negras que son productos de excremento).

Biología: Diapausan en estadio de huevecillo en algunos lugares como en Taiwan donde tiene 18 generaciones por año y 13 en Japón. En California tienen dos picos de población (uno en primavera y uno en otoño). En el sur de California (San Diego) se presenta un pico a finales de verano. El ciclo de desarrollo de huevecillo a adulto es de dos semanas a 26°C y pone de 20-50 huevecillos por hembra en el envés de las hojas cerca de la nervadura central.

Control: Volumen bajo de petróleo (12-20 galones por hectárea) en 2000 galones de agua lo que produce un 90% de mortalidad en *P. Citri*. Para el control biológico se utiliza *A. largoensis* y *A. limonicus* cerca del mar (condición de alta humedad relativa) y en lugares mas secos se usan *E. hibisci* y *E. Stipulatus* como depredadores eficaces.

Oligonychus

Principalmente sobre árboles y arbustos, un subgénero *Rekiella pratensis* principalmente sobre zacates y otras monocotiledoneas, otros subgéneros *Wainsteiniella*, *milleri*, *subnudus conlifferi*, *ptyinus*, *ununguis*, principalmente en coníferas. La mayoría de los géneros son de color rojizo o verde café y pueden tener marcas negras, se alimentan principalmente en el haz de las hojas causando puntuación ligera o bronceación pesada. Algunos presentan diapausa en huevecillo, en hembras y algunos no presentan diapausa.

O. punicae: ácaro café de aguacate.

Hospederos: Es plaga principal de aguacate, ataca haz de las hojas, normalmente invade envés en infestaciones pesadas, pero no se reproduce bien en el envés de las hojas.

Daño: Hace algunos años poblaciones de 300 ácaros por hoja producían defoliación parcial. Poblaciones ligeras causan puntuación y en poblaciones altas causan bronceación de las hojas.

Biología: Tiempo de desarrollo de 7-9 días a 22-27°C, fecundidad de 59 huevos por hembra a una tasa de 4.4 huevos por hembra por día. Hay baja población en invierno y primavera y baja reproducción, no hay diapausa. En California hay altas poblaciones en los meses de agosto, septiembre y octubre.

Control: No existe aspersión o control químico en California debido a:

1. Los árboles están situados en lomas (difícil de aplicar).
2. Alto umbral económico.
3. No hay acaricida registrado para *O. punicae* (solamente petrolero).
4. No es un problema cada año (no hay necesidad de aplicar un método de control).

Para el control biológico se utiliza: *Stethorus picipes*, *Euseius hibisci* y *E. stipulatus*; para *O. Reckiella*, *subnodum*, *milleri*, *conlifferi*, *pitynus*.

O. reckiella: Subgénero en coníferas, raramente aumenta su población, esto es debido a la acción de depredadores, especialmente Phytoseiidae. Se presentan altas poblaciones después de la aplicación de productos químicos. Algunos son plagas de árboles de navidad (ejemplo: *O. reckiella subnodus*, *O. magor* Ebellling).

O. yothersi: ácaro rojo de aguacate.

Hospederos: Aguacate y café.

Distribución: La primera vez en Florida en 1909, actualmente en Brasil, Colombia, Ecuador, Argentina y América Central.

Daño: Sobre el haz de la hoja, produce manchas blancas que con tiempo se tornan rojizas, especialmente en la zona adyacente a la nervadura central. Hay caída de las hojas e infestaciones altas.

Biología: Ciclo de desarrollo de huevecillo a adulto de dos semanas, las hembras vírgenes producen solo machos como todos los tetránquidos, producen huevecillos rojos y los depositan en el haz de las hojas, a veces los huevos están sujetos a las hojas por filamentos radiales sedosos. La larva es de color amarilla al inicio y después de alimentarse se torna oscura, lo mismo sucede en ninfas y adultos.

Control Biológico: Enemigos naturales *Scolothrips sexmaculatus*, *Chrysopa lateralis*, *Typhlodromus exhilaratus*, y *Euseius hibisci*.

Control químico: Azufre, aramite (20%) al follaje.

***O. platani*:** (McGregor) ácaro de plátano.

Distribución: En USA (California, Texas, Arizona), México, Colombia e Inglaterra sobre el plátano.

Daño: En infestaciones fuertes en ambas superficies de las hojas causa bronceado.

Biología: Los huevos recién nacidos son pálidos, después se tornan de color naranja, las hembras son de color café con manchas negras. En Arizona en junio, julio y agosto el tiempo de desarrollo es aproximadamente de 12 días y de 10 a 12 días a una temperatura de 24°C.

O. hilici (Banks 1900). Acaro de plátano.

Distribución: USA (coníferas, azaleas, cerezas), Brasil (café), Japón (arroz, té, laurel, eucaliptos, robles, perales).

Daño: Parte de haz de las hojas, inicialmente a lo largo de la nervadura central. Las primeras hojas atacadas son las de la parte alta del hospedero (causan bronceado o color café). La planta puede soportar poblaciones altas de ácaros antes de secarse las hojas, por lo que tienen un umbral económico alto.

Biología: Ciclo de desarrollo de dos semanas a temperatura de 23°C (Jeppson et. al., 1975). Aumenta poblaciones en junio pero después declinan a finales de junio y en julio y después aumenta de nuevo en septiembre (produce dos picos poblacionales en junio y septiembre).

O. oryzae (Hirst)

Distribución: En la India ataca el arroz.

Daño: Ataca arroz semillero y en el campo puede matar la planta poco después del transplante, puede bajar la producción hasta un 25%.

Biología: Se encuentra en el envés hacia los bordes (en semillero y en el campo), la primera evidencia de ataque se presenta en los cultivos transplantados, es la aparición de parches blancos en el haz de las hojas. Se desarrolla de 8-12 días.

O. coffeae (nietner)

Distribución: Se encuentra en países con clima tropical y también en E.U.A. (Florida).

Hospederos: Café, té, cítricos, mango y muchas otras plantas tropicales.

Daño: Prefiere hojas viejas, pero en altas poblaciones ataca también las jóvenes. Los síntomas se presentan manchas amarillas en el haz de las hojas, cambio de color marrón a bronceado, aumento en las poblaciones puede provocar la caída de las hojas.

Biología: Las hembras son polígamas (aceptan varios machos). La proporción de los sexos es a favor de las hembras en el campo, el tiempo de desarrollo es de 9-12 días en verano en el haz de las hojas expuestas al sol.

O. mexicanus McGregor y Ortega

O. modestus Banks

O. stickneyi McGregor

Biología: Ciclo de desarrollo de 2-3 semanas desde huevecillo a adulto a temperatura normal.

Hospedero: Maíz

Daño: El ataque inicia en el envés de las hojas inferiores, y en altas poblaciones cubre las hojas superiores y plantas más altas, se presenta como pequeñas zonas cloróticas.

Control Biológico: *Stethorus picipes* Casey (Coccinellidae) ataca todos los estadios, *Scolothrips sexmaculatus* Pergante (Thripidae) ataca todos los estadios, *Hippodamia* sp. (Coccinellidae) ataca los instares activos.

Control Químico: Disulfato 1134 gr/hectárea, y dimetoato 700 gr/ hectárea.

Eutetranychus

Acaros pequeños de color verde o amarillo (a veces con pigmentos oscuros). Se encuentran en el envés de las hojas, en colonias densas producen mucha telaraña. Los que entran en diapausa son las hembras de color amarillo brillante o naranja. La mayoría de las especies de este genero se encuentran en árboles o arbustos, pocos de ellos sobre herbáceas. Ponen de 25-35 huevos por hembra por lo que se considera una baja tasa de reproducción.

E. sexmaculatus (Riley)

Biología: El ciclo de vida es de dos semanas de huevecillo a adulto y la hembra pone de 25 a 40 huevecillos por día.

Hospederos: Plaga de cítricos y aguacate (más seria en aguacate).

Daño: Causa zonas necróticas en el envez cerca de la nervadura central, se puede observar el daño del haz de las hojas. Esta especie es muy adaptada a lugares con sombra (las huertas de aguacate sin podar son más susceptibles) las poblaciones bajas causan defoliación de aguacate debido a inyección de toxinas.

Control Biológico: Con las especie de *Euseius hibisci* y *Amblyseius limonicus*. Estos depredadores tienen una distribución semejante a la de la presa.

E. lewisi

Hospederos: Cítrico y *Ricinus comunis*.

Daño: Aparentemente no causa daño y compite con *Tetranychus cinnabarinus* para el uso de recursos de espacio y alimento.

E. willametti

Hospedero: Vid en California.

Según Flaherty (1972) *E. willametti* es benéfico ya que constituye una dieta alterna para *Typhlodromus occidentalis* y mantiene la población del depredador alta y por tanto ayuda que *T. Occidentalis* controle la plaga más severa de la vid que es *Tetranychus pacificus*.

Tetranychus

Son ácaros relativamente grandes, de color rojo, naranja o verde. Poseen una alta tasa de reproducción, producen mucha telaraña y los que entran en diapausa son las hembras ya fertilizadas.

T. urticae Koch (ácaro de dos manchas)

Hospederos: Esta especie tiene más de 150 hospederos a nivel mundial, algunos ejemplos son algodón, frijol, fresa, cítricos, clavel, almendra, rosa, nuez, y además, en invernaderos ataca a pepino, tomate, berenjena y chile.

Daño: Las colonias se empiezas a formar en el envez, producen zonas amarillas y en infestaciones altas producen zonas rojas en el haz de las hojas.

Biología: La temperatura óptima para este ácaro es aproximadamente de 30°C. El tiempo de desarrollo de huevecillo a adulto es de 8-12 días, producen 114 huevecillos por hembra con un pico máximo de 14 huevos por día, la diapausa es causada por el fotoperíodo, la temperatura y el alimento.

T. cinnabarinus (Boisduval) (= ***T. multisetus*** McGregor)

Distribución y Hospederos: Lugares tropicales y subtropicales, plaga de algodón en el medio oriente y en cítricos en países mediterráneos.

Daño: Este ácaro produce zonas cloróticas en el envez de las hojas, que después aparecen en el haz, y puede causar defoliación.

Taxonomía: Ambas *T. urticae* y *T. cinnabarinus* fueron incluidas bajo el nombre de *T. telarius* por Pritchler y Baker. Todavía existe confusión entre *T. urticae* y *T. Cinnabarinus*.

Biología: Con alto potencial reproductivo, las hembras producen más de 100 huevecillos.

T. pacificus McGregor

Hospederos: Algodón, clavel, vid, frijol, almendra, etc.

Daño: Generalmente (en algodón) ocurre en el tercio superior de la planta, causa deformación de las hojas, y manchas rojizas en la superficie; en ocasiones las hojas adquieren una apariencia polvosa como el resultado de la alimentación y succión de la savia (Leigh y Burton, 1976).

Biología: Las hembras producen 100 huevecillos a una tasa de 5 por día, las condiciones cálidas y secas ayudan a provocar daños severos. En lugares templados hibernan en instar de hembras fertilizadas y estas toman un color anaranjado brillante, hibernan debajo de la corteza y en los residuos de la planta hospedera. El tiempo de desarrollo de huevo a adulto es de 6 días a una temperatura de 30-35°C y a una temperatura de 25°C el tiempo es de 10-14 días.

Control Biológico: *T. occidentalis* controla este ácaro en vid en California especialmente, cuando la especie *Euteranuchus willametti* está presente en forma abundante como un alimento alterno.

T. turkestanii (Ugarov y Nikolski) conocido también como *T. atlanticus* McGregor.

Hospedero: Algodón, fresa y soya.

Daño: Baja el vigor del algodón, tamaño de la bellota, viabilidad de la semilla, producción de fibra y produce madurez heterogénea en el cultivo. Este ácaro puede producir defoliación completa, la muerte total del cultivo de algodón debido a la inyección de una sustancia tóxica en la planta (Leigh, 1963; Leigh y Burton, 1976).

Biología: Máxima producción de huevecillos es de 4-7 huevos por hembra por día en verano, con 8-16 generaciones por año.

T. desertorum (Banks, 1900)

Hospederos: Algodón y frijol.

Daño: Empieza en el envez y se extiende en toda la superficie de las hojas (Leigh y Burton (1976). El daño de estos ácaros en algodón es menor que el de *T. urticae* o *T. turkestanii*.

Biología: El tiempo de desarrollo de huevecillo a adulto es de 5.8-11.2 días con una media de 8.3 días (Jeppson et.al., 1975). Este ácaro no sobrevive debajo de los

10°C, y las condiciones óptimas para el desarrollo de esta especie son 30°C y 85-90% de H.R (Jeppson et. al., 1975).

T. ludeni (Zacher, 1913)

Hospedero: Frijol.

Biología: Tiempo de desarrollo en condiciones favorables es de 10 días, hay varias generaciones por año (Jeppson et. al., 1975).

T. mcdanieli

Hospedero: Plaga de manzana, ciruela y ciruela pasa.

Daño: Afecta la fruta en el tamaño, color y madurez

Biología: Hiberna como hembra bajo la corteza, alrededor del tronco y los tallos, la población aumenta en verano con aumento de la temperatura. Generalmente prefiere la parte superior del árbol de la manzana.

Control Biológico: por *T. occidentalis* con la ayuda de *Aculus schechtendali* como el alimento o la presa alterna.

Niveles económicos de las arañas rojas

La medición precisa de los niveles económicos (Umbral Económico, Nivel de Daño Económico y Umbral de Acción, ver el capítulo de MIP) son difíciles de medir debido a: 1. Se alimentan sobre otras partes además del producto, además ocurren en algunas estaciones y no en todo el año. 2. Umbral económico varía con variedad de planta, clima, lugares, condiciones de suelo y tiempo del año en que van a tener la infestación. 3. Distribución de ácaros es muy irregular, usualmente en arreglos agregadas, ¿Cómo hacerlo, toda el área como una condición agregada o a través de todo el campo con sus parches estructurales espacio-temporales distintas? Normalmente requiere de varias estaciones, es decir lleva un tiempo largo. Las arañas rojas han desarrollado resistencia a varios agroquímicos de uso actual (Cerna et al., 2005, 2009). Además el efecto de la dosis subletal de las acaricidas sobre los parámetros poblacionales de algunos phytoseiidos ha sido estudiado (Landeros et al., 2002).

Ejemplos de los niveles económicos

1. Caso clásico con pepino en invernadero en Inglaterra (Hussey y Parr, 1963) con *T. urticae*, dependiendo en el número de puntos cloróticos desarrollaron un índice de 0 a 5 niveles y establecieron líneas de regresión entre índice de daños a la hoja y reducción en producto (rendimiento) y descubrieron que el índice de daño crítico fue de 1.5 - 2 que se traduce en una población de 12 ácaros por pulgada cuadrada de hoja o 2/5 del área de las hojas con daño clorótico y, éste fue establecido como el umbral económico. Gracias a este nivel establecida, se redujo el número de aplicaciones de plaguicidas de 12/estación a 5/estación. Después se utilizó este umbral económico como una base para el control biológico por medio de ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis*.
2. La uva en California por Laing et. al. (1972) con variedad Thompson Saedless en Valle de San Joaquín con *T. Pacificus*. No encontraron una correlación significativa entre la población de ácaros hasta 1200 ácaros/hoja/4 semanas y la reducción de producto o el porcentaje de cantidad de azúcar pero no continuaron el experimento para la siguiente estación.
3. La pera en Oregon por Westigard et. al. (1966) con *T. urticae* con uso del petróleo intentaron a mantener diferentes poblaciones de ácaro por hoja: 10 ácaros/hoja, 20/hoja, etc. El resultado fue que el nivel poblacional de 5 ácaros por hoja tiende a afectar el tamaño de la fruta, la calidad y la caída prematura de la fruta durante la misma estación y tiende a reducir la formación de la fruta en la próxima estación.
4. El almendra en Valle de San Joaquín con *T. urticae* y *T. pacificus* (Barnes y Andrews, 1978). Estos autores encontraron que las niveles altas de las poblaciones del ácaro no afectaban el crecimiento y el rendimiento en el mismo año, pero si encontraron una reducción de 13-19% en el siguiente año (con los árboles jóvenes), en este caso el resultado justifica el uso de acaricidas sobre árboles jóvenes de 10 años de edad.
5. El durazno y *T. urticae* (Helle y Sabelis, 1985) en el sur de Australia. Con el uso de sevín (carbaril) mantuvieron una población de 100 ácaros/hoja hasta el tiempo de la cosecha en un tratamiento, no encontraron una correlación significativa entre el número de ácaros y tamaños de fruta, o la caída o la formación de la fruta en la siguiente estación. Sin embargo, una población mayor a 100 ácaros/hoja si ocasionó la caída de las hojas.

En resumen, no se puede generalizar sobre el efecto de ácaros en diferentes plantas y se tiene que estudiar cada caso cuidadosamente.

Ácaros Phytoseiidae como reguladores poblacionales de arañas rojas

Concepto

El estudio de las arañas rojas como plagas en la agricultura ha avanzado de manera gradual desde el inicio del presente siglo y de forma fulminante en las últimas dos décadas (Sabelis, 1985). La razón principal de la rapidez del avance desde 1970 es el desarrollo muy intensivo de la agricultura para satisfacer la creciente demanda alimenticia del hombre, debido al aumento poblacional humano sin precedente, particularmente, desde el fin de la Segunda Guerra Mundial (Wilson, 1992). El desarrollo rápido de la agricultura aunado con el uso intensivo de los insumos agrícolas como fertilizantes, plaguicidas sintéticos orgánicos, etc. para producir alimentos ha ocasionado campos agrícolas de muy baja estabilidad y diversidad ecológica, bastante frágil y muy susceptible a las enfermedades y plagas y por ende ha intensificado el impacto negativo de las arañas rojas sobre los cultivos.

Colateral con este problema, existe la crisis ambiental debido a las amenazas en los sitios agrícolas por el manejo irracional de los recursos por el hombre. En este escenario el papel de los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae como agentes de control biológico de las arañas rojas en la agricultura es una alternativa indispensable en el manejo sustentable e integral de estas plagas. Los fitoseidos constituyen la familia más importante de depredadores sobre tetraníquidos arañas rojas, abarcando más de 1,650 especies descritas (Chant y McMurtry, 1994).

El objetivo de esta sección es analizar y revisar críticamente las características bioecológicas de los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae, enfatizando aquellos rasgos que contribuyen al control biológico de las arañas rojas en los ecosistemas naturales y agrícolas.

Bio-ecología

La mayoría de los phytoseiidos viven sobre diferentes secciones de plantas y muchas especies en el suelo bajo hojarasca y humus. El ciclo de vida comienza con el estadio de huevecillo (inactivo), seguido por los estadios activos de larva (L), protoninfa (Pn), deutoninfa (Dn) y adulto (A). Entre cada dos estadios activos hay un estadio de reposo (quiescencia = q). El estadio de quiescencia es de poca duración. En término general, el estadio de huevecillo dura dos días en lugares cálidos y la larva un día. En algunas especies, la larva no se alimenta, mientras que en la mayoría de las especies sí lo hace. Cada estadio ninfal dura 1.5 días a la temperatura de laboratorio (22-24 °C). Algunas especies se desarrollan más rápido; en dos casos, por ejemplo, las especies de *Phytoseiulus longipes* Evans y *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, el

desarrollo es mucho más rápido que el de arañas rojas (McMurtry et al., 1970; Badii y McMurtry, 1984b; Badii et al., 2004).

Reproducción

La tasa de reproducción más común es de dos huevecillos por hembra por día; la fecundidad media en término general, es de 50 huevos por hembra durante su vida; en algunas especies es más alto, por ejemplo, en las especies del género *Phytoseiulus* es de 3-4 huevos por hembra por día y la fecundidad total máxima del mismo género es de 100-150 huevos por hembra durante su vida (Chant y McMurtry, 1994).

Sólo seis especies (*Amblyseius agrestis* Karg, *A. deleari* Muma y Denmark, *A. guatemalensis* Chant, *A. herbarius* Wainstein, *A. parasundi* Blommers y *Clavidromus transvalensis* Nesbitt) son uniparentales, es decir, no necesitan de copulación y no se encuentran machos (Hoy, 1982). Normalmente, el apareamiento es necesario para la oviposición. Los machos son haploides, por lo tanto, se supone que los fitoseidos son arrenotokos, es decir, el macho se desarrolla de huevos no fertilizados y las hembras de huevos fertilizados. Según Helle et al. (1978) tanto los machos como las hembras se desarrollan de huevos fertilizados pero durante el lapso de 24 hrs después de la fertilización, un juego de cromosomas se pierde en los machos (el fenómeno de parahaploide); los machos parahaploides, sólo se encuentran en las tres especies *Amblyseius bibens* (Blommers), *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt y *Phytoseiulus persimilis* (Hoy, 1982). Un apareamiento parece ser necesario, por ejemplo, en el género *Phytoseiulus* para que la hembra deposite todo el complemento de sus huevecillos, pero para las especies de otros géneros son necesarios más de dos apareamientos (varios). La duración del apareamiento es muy importante, si se distrae a la hembra durante el mismo, quizá, ella no depositará todos sus huevecillos (McMurtry et al., 1970).

Hay feromonas del sexo en Phytoseiidae (Rock et al., 1976; Hoy y Smilanick, 1979; Dicke et al., 1990). Según Dicke et al. (1990), los cultivos infestados por los Tetranychidae emiten sinomonas (aleloquímicos) que atraen a los fitoseidos especialistas y éstos, a su vez, devoran a los arañas rojas sobre los cultivos y por lo tanto, los Phytoseiidae funcionan como guardaespaldas de las plantas infestadas por los Tetranychidae. Además, los Phytoseiidae especialistas utilizan kairomonas producidas por los Tetranychidae y depositadas en la telaraña de las mismas para localizar a los ácaros presa (Dicke et al., 1990). Los resultados de los estudios citogénéticos indican que los fitoseidos normalmente poseen ocho cromosomas, con la excepción de *Typhlodromus occidentalis* en el que se han encontrado seis cromosomas (Helle y Sabelis, 1985).

Mecanismo de escapar tiempo y sitio adverso

La dispersión y la hibernación (estivación) son dos mecanismos usados por los organismos para escapar y por ende evitar los impactos de espacio o tiempo adverso que pueden impactar negativamente el fitness (aptitud ecológica, es decir, las tasas del desarrollo y la reproducción) de los seres vivos. Los phytoseiidos tienen múltiples generaciones por año en zonas tropicales y subtropicales. En las regiones templadas entran en un estado de reposo denominado diapausa, éste es realmente un mecanismo de escape para los organismos de los efectos adversos de los tiempos severos, por ejemplo, los fríos intensos de invierno. Los factores que causan la diapausa son la duración corta o larga del fotoperíodo, interactuando con la temperatura. En el valle San Joaquín en California USA, *T. occidentalis* entra en diapausa sobre el almendro, pero otras especies de Phytoseiidae no entran en diapausa en la misma región (Tanigoshi, 1982).

Los Phytoseiidae hibernan generalmente debajo de la corteza, las escamas de las yemas y las escamas o exoesqueletos de algunos insectos; por ejemplo, *T. occidentalis* se desarrolla sobre árboles frutales, encontrándose hasta 50 hembras debajo de la cubierta de escamas (Hoy, 1982). El patrón de generaciones estacionales depende del clima y de la disponibilidad del alimento.

Hay varios modos de dispersión en los Phytoseiidae: **1.** Caminar; **2.** Viento, los depredadores se levantan sobre sus patas traseras, moviendo las patas delanteras y se mueven por el viento, por ejemplo, *A. fallacis* (Garman) se dispersa solo ó adherido a una sección de la planta (Johnson y Croft, 1976); **3.** Insectos, según Krantz (1973) en Oregon, el áfido del avellano transporta un promedio de 8-10 hembras del depredador *Kampimodromus abberans* (Oudemans) por cada individuo del áfido. Cabe mencionar que los áfidos alados transportan hasta 16 individuos depredadores. Este fenómeno sucede en primavera y ayuda a *K. abberans* a hacer contacto con su presa Eriophyidae. Un fenómeno similar a esto ocurre en Israel, donde las hembras del depredador además de utilizar al áfido como el vehículo de transporte, se observan consumiendo mielecilla de éstos. De estos tres modos de dispersión, el primero es el más lento.

El patrón de dispersión espacial de los fitoseidos ha sido bien documentado (Helle y Sabelis, 1985; Badii y Flores, 1990; Badii et al., 1998). Según Badii (1994), Badii et al., (1998), Landeros et al., (2003a, 2004), el tipo de dispersión espacial del depredador y la sincronización de ácaros plaga son indicadores del tipo de ácaro depredador empleado en los sistemas de control biológico; es decir, el asesino: aquel

que no sale de la colonia de los Tetranychidae hasta acabar con todos los individuos, o el ordeñador: el depredador que emigra de la colonia de la presa antes de que acabe con la población de la misma.

Alimentación

La gran mayoría de las especies se alimentan sobre Tetranychidae; algunas de éstas como *Phytoseiulus persimilis*, *P. longipes*, *Amblyseius fallacis* y *Neoseiulus californicus* (González y Schuster) son muy especializadas (Badii y McMurtry, 1983; Badii y McMurtry, 1984b; Badii et al., 1990; Badii et al., 2004), es decir, sólo se alimentan sobre Tetranychidae. Las características de las especies especialistas son las siguientes: **1.** Tienen un valor alto de r_m (la tasa intrínseca de crecimiento, es decir el parámetro maltusiano). **2.** Los cambios poblacionales de estas especies están asociados íntimamente con el patrón de fluctuación poblacional de los tetraníquidos. **3.** No son muy específicos sobre la especie en sí, sino al tipo de hábitat y a la telaraña de Tetranychidae. **4.** Poseen una alta capacidad de dispersión.

Muchas otras especies (depredadores generalistas) se alimentan sobre otras fuentes (McMurtry et al., 1970; Sabelis, 1985; Badii y Hernández, 1993) y se puede determinar el tipo y la cantidad del alimento en base al tamaño y la coloración que presente el opistosoma. Aparte de las arañas rojas, los Phytoseiidae consumen los siguientes tipos de alimento:

1. Eriophyidae, pocos Phytoseiidae se alimentan bien de los Eriophyidae, es decir, de igual manera comparado con los Tetranychidae. Algunos, por ejemplo, *Euseius hibisci* (Chant) si se alimentan sobre Eriophyidae pero no se reproducen (McMurtry et al., 1970); mientras que otros como *T. occidentalis* se alimenta y reproduce sobre *Aculus schechtendali* (Nalepa) en manzana (Hoyt, 1969).

2. Tenuipalpidae, los depredadores fitoseidos no los utilizan mucho como alimento, pero algunas especies de Phytoseiidae se alimentan sobre ellos, por ejemplo, *Euseius mesembrinus* (Dean) se alienta e incluso reproduce sobre *Brevipalpus californicus* (Banks) en cítricos en el noreste de México (Badii et al., 1993).

3. Tarsonemidae, Huffaker y Kennet (1956) realizaron un estudio clásico en California, sobre dos especies de Phytoseiidae que se alimentan de *Stenotarsonemus palidus* (Banks) en fresa perenne, hasta alcanzar el control de la presa. Badii y McMurtry (1984a) y McMurtry et al. (1984) investigaron la posibilidad del control biológico del ácaro ancho *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) por los Phytoseiidae sobre cítricos en California, USA.

4. Tydeidae, algunas especies como *Pronematus anconai* Baker y *P. ubiquitous* (McGregor) constituyen una dieta alterna importante para *T. occidentalis* que ataca al principal ácaro plaga *Tetranychus pacificus* McGregor sobre la vid en el valle de San Joaquín en California, USA (Flaherty y Hoy, 1971).

5. Insectos, en la mayoría de los estudios realizados en el laboratorio, los fitoseidos se alimentan sobre los huevos de palomillas, las larvas de escamas, los trips y las ninfas de mosquita blanca. Sin embargo, la importancia en el campo no se conoce aún. Según Tanigoshi (1982), *Euseius hibisci* es un depredador importante en el control biológico de trips de cítricos en el sur de California, USA; mientras que, en Sudáfrica, *Euseius adoensis adoensis* (McMurtry) es el agente efectivo de control de este trips (Grout y Richards, 1992). *Neoseiulus barkeri* Hughes y *Amblyseius cucumeris* Oudemans controlan las poblaciones de *Thrips tabaci* Lindeman sobre varios cultivos en invernaderos en Europa y norte América (Ramakers, 1978, 1980). Badii y McMurtry (1990) y McMurtry y Badii (1991) investigaron la posibilidad de control de trips de invernadero por *Euseius hibisci* y *Chrysopa carnea* Stephens (Chrysopidae) en aguacate.

6. Nemátodos, basado en los estudios de laboratorio, los fitoseidos se reproducen sobre nemátodos. Una especie (*Macroseius biscutatus* Chant, Denmark y Baker) se reproduce solamente sobre los nemátodos que habitan una planta acuática.

7. Polen, es importante como fuente de alimento para algunas especies, casi todas las especies del género *Euseius* se desarrollan bien (alto porcentaje de sobrevivencia) y se reproducen mejor sobre polen comparado con Tetranychidae. Todas las especies del género *Euseius* (el grupo “findanicus”), por ejemplo, prefieren más polen que la araña roja. Muchas otras especies usan polen como una dieta alterna aunque no tienen las mismas altas tasas de sobrevivencia y reproducción sobre polen comparado con los ácaros. Hay una correlación positiva entre el consumo de polen y ser depredador sobre cítricos; los fitoseidos se mantienen sobre el polen cuando el ácaro presa es escaso.

8. Miel, mielecilla y néctar, estas son fuentes importantes de alimento para que los Phytoseiidae sostengan sus poblaciones en el campo, especialmente, en las épocas de escasez del alimento principal, es decir, los ácaros presa (McMurtry et al., 1970; Tanigoshi, 1982; Helle y Sabelis, 1985).

9. Savia de planta, algunas especies de Phytoseiidae se alimentan también sobre savia de varias plantas; por ejemplo, *Eharius chergui* (Ethias-Henriot) vive y se alimenta sólo de savia de varias plantas; dada la noción de que los Phytoseiidae son descendientes evolutivos de la familia Ascidae los cuales son totalmente

depredadores, entonces, la pregunta interesante sería, si este ejemplo marca el inicio de fitofagía en los fitoseiidos.

Con base en estos datos se puede concluir que solamente un porcentaje pequeño de los ácaros Phytoseiidae depende de ácaros presas para sobrevivir, crecer y reproducirse. Algunos como el género *Phytoseiulus* (Ashihara et al., 1978; Badii y McMurtry, 1983) han evolucionado como especialistas, es decir, sólo se alimentan de las arañas rojas. Los especialistas poseen una alta tasa intrínseca de crecimiento cuando la población de la presa está alta y además tienen una alta capacidad de dispersión, ya que cuando eliminan una colonia de la presa necesitan buscar otra. La mayoría de los fitoseiidos (McMurtry et al., 1970; Badii y McMurtry, 1983) son generalistas, sobreviven sobre otros alimentos aparte de Tetranychidae.

En término de la preferencia alimenticia, la mayoría de los fitoseiidos prefieren los estadios inmaduros, algunos los huevecillos o los adultos. En caso de algunas de las arañas rojas como las especies de los géneros de *Panonychus* y *Oligonychus*, los huevecillos poseen una cáscara muy dura, entonces no hay tanta alimentación sobre los huevecillos de éstos. En término general (Helle y Sabelis, 1985), el promedio diario de presas consumidas por una hembra de Phytoseiidae es de 3-6 hembras, 10-20 larvas, ninfas y machos y 20-30 huevecillos de Tetranychidae. Estas cifras no son constantes, y variarían dependiendo de que el depredador esté saciado (satisfecho) o tenga hambre; los depredadores con hambre succionan casi todo el contenido de una presa antes de buscar otra, mientras que los que están satisfechos o tienen poca hambre succionan un poco y abandonan la presa antes de consumirla totalmente. Generalmente, la agresividad disminuye con la saciedad (Sabelis, 1985), aunque el caso opuesto ha sido también reportado (Badii y McMurtry, 1984a).

Rasgos comparativos

Aparte de los Phytoseiidae, existen otros ácaros depredadores, por ejemplo, Stigmaeidae, Cheyletidae, Anystidae, Bdellidae, Trombidiidae, etc. que atacan a las arañas rojas, pero nunca comparado con el grado de éxito de los Phytoseiidae. Además de los ácaros, hay varios grupos de insectos que también depredan a los Tetranychidae, por ejemplo, miembros de las familias Coccinelidae, Staphylinidae y Endomychidae (Coleoptera); Chrysopidae, Hemerobidae y Coniopterigidae (Neuroptera); Anthocoridae, Miridae, Nabidae y Lygaeidae (Hemiptera); Thripidae, Aeolothripidae y Phlaeothripidae (Thysanoptera); Cecidomidae, Syrphidae, Dolichopodidae y Empididae (Diptera). De todos los insectos depredadores de Tetranychidae, sólo los escarabajos del género *Stethorus* (Coleoptera: Coccinelidae) y el trips de seis manchas *Scolothrips sexmaculatus* (Pergande) (Thysanoptera) de la familia Thripidae han ofrecido apoyo en el abatimiento de las poblaciones altas de las

arañas rojas. A continuación se mencionan las características comparativas de los fitoseidos depredadores.

1. Velocidad de desarrollo: La duración corta de desarrollo de huevecillos y estadios inmaduros de los Phytoseiidae en comparación con la Tetranychidae resulta en que los Phytoseiidae completan su desarrollo más rápida que la presa. Esto confiere una ventaja numérica a los Phytoseiidae, es decir, mayor número de generaciones por unidad de tiempo, comparado con los Tetranychidae.

2. Capacidad de oviposición: Generalmente, los Phytoseiidae tienen una capacidad de reproducción más baja que los Tetranychidae, pero esta desventaja se compensa mediante una duración más larga de oviposición (en presencia de presa abundante) en comparación con la de la presa.

3. Capacidad de consumo de la presa: Los Phytoseiidae tienen la mínima capacidad de consumo de presa en comparación con los insectos depredadores de Tetranychidae. Por lo tanto, tienen un mínimo requisito de presa para el desarrollo y la oviposición; esto constituye una ventaja para los Phytoseiidae en término de sobrevivencia a las densidades bajas de las arañas rojas. En resumen, la relativa baja capacidad de consumo conduce a un bajo requisito de presa. Obviamente, esta característica es una ventaja ya que los fitoseidos mantienen bajos los niveles de densidad de las presas y esto en realidad está de acuerdo con el objetivo de control biológico. Sin embargo, la alta tasa de consumo es una ventaja para abatir las altas densidades de presa, como es el caso de algunos insectos depredadores de las arañas rojas, por ejemplo, el escarabajo Coccinelidae *Stethorus picipes* Casey y la chinche Miridae *Blepharidopterus angulatus* (Fall) (McMurtry et al., 1970).

4. Especificidad sobre la presa: Algunos depredadores de los Tetranychidae prefieren las presas con ciertas características, por ejemplo, el tipo de distribución espacial de la presa, las características de la telaraña y la formación de las colonias son cruciales para que algunos fitoseidos (género *Phytoseiulus*, por ejemplo) tengan éxito al atacar a las arañas rojas. Otros depredadores tienen más amplio rango de presas. Todos los escarabajos del género *Stethorus*, el trips de seis manchas, el Staphylinidae *Oligota oviformis* (Casey) y algunos Phytoseiidae como *Phytoseiulus persimilis* y *P. longipes* son ejemplos de depredadores especialistas. Otros Phytoseiidae y los demás insectos depredadores son generalistas y utilizan alimento de tipo animal y vegetal. Coniopterigidae consume Tetranychidae en campo, pero ataca también a mosquita blanca e inmaduros de las escamas; la mayoría de los Chrysopidae y Hemiptera aceptan un amplio rango de alimento presa y responden funcional y numéricamente a los cambios de las densidades de Tetranychidae (Helle y Sabelis, 1985). La planta

hospedera también es importante en la atracción de los depredadores (Dicke y Groeneveld, 1986).

5. Capacidad de búsqueda: La velocidad del depredador y la de presa, la amplitud de percepción del depredador, los estímulos olfatorios (químicos) y el porcentaje de los ataques exitosos son variables importantes en la determinación de la capacidad de búsqueda de un depredador. Los Phytoseiidae son más pequeños que los insectos depredadores y cubren menos área por unidad de tiempo que los insectos, pero lo compensan por mínimo requisito de alimento. La capacidad de dispersión está correlacionada positivamente con la capacidad de búsqueda, por lo que los depredadores con alas tienen ventajas para localizar nuevas fuentes de alimento cuando hay escasez local del mismo. En contraste, los Phytoseiidae (sin alas y más pequeños) tienen mayor ventaja en los ambientes continuos como árboles (versus discontinuos para los alados) y permanecen más sobre árboles con densidades bajas de la presa, mientras que, los depredadores grandes y alados se mueven o emigran rápidamente del hábitat una vez que la densidad de la presa se disminuyó.

6. Distribución en relación con la presa: El patrón de la distribución del depredador y la presa depende del tropismo y el comportamiento. Generalmente, los depredadores generalistas no tienen una distribución correlacionada con la de la presa. Por ejemplo, *Chrysopa carnea* es más abundante donde hay abundancia de áfidos en la planta y la distribución de este depredador no tiene correlación con la de Tetranychidae (Badii y McMurtry, 1990; McMurtry y Badii, 1991). *E. hibisci* tiene la misma abundancia sobre las hojas infestadas como en las no infestadas por la araña roja *Oligonychus punicae* (Hirst) (McMurtry y Johnson, 1966). Al contrario, el tipo de la dispersión espacial de *P. persimilis* está muy relacionado con la distribución de su presa (Oatman y McMurtry, 1966; Helle y Sabelis, 1985). Sin embargo, un depredador para poder regular la población de la presa no necesita tener una correlación perfecta en distribución con la de la presa (Van de Vrie y Backles, 1968).

7. Sincronización estacional: Algunos Phytoseiidae como *Typhlodromus pyri* Scheuten y *T. caudiglans* Schuster poseen una sincronización muy buena con la presa *Panonychus ulmi* (Koch) en árboles caducifolios en Canadá. Todas las especies hibernan sobre el árbol; los depredadores como hembras fertilizadas y las presas como huevecillos; en la primavera, los depredadores salen de la diapausa antes que la presa y se mantienen activos hasta el otoño, es decir, la caída de las hojas (Dosse, 1961; Putman, 1962). Los individuos de *Stethorus picipes* usualmente, no se observan en alto número hasta tarde en el ciclo poblacional de la presa *O. punicae* sobre aguacate en California, probablemente, debido a la necesidad del alto número de presas para la reproducción. Al contrario, en caso de *Stethorus punctillum* Weise en durazno en Canadá, cuando el depredador emerge de la hibernación, puede tener un

impacto fuerte sobre la primera generación de *P. ulmi* que se encuentra principalmente, sobre las hojas jóvenes y pequeñas. Las especies univoltinas como *B. angulatus* no están bien sincronizadas con los individuos de la presa *P. ulmi* quienes están activos durante la primera parte de la estación, por ejemplo, los huevecillos hibernantes de *B. angulatus* emergen varias semanas después de la emergencia de los huevecillos de la presa (McMurtry et al., 1970).

Control por medio de la población natural de campo de Phytoseiidae. La capacidad de control biológico de los Phytoseiidae sobre las poblaciones de las arañas rojas ha sido bien documentada (Sabelis y Helle, 1985, Badii y McMurtry, 1984b, 1988; Badii et al., 1999, 2000, 2004; Landeros et al., 2001). A continuación se señalan algunos ejemplos de control de las arañas rojas por medio de las poblaciones naturales en campo de los phytoseiidos.

1. *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt: este depredador es originario del oeste de Norteamérica y es el depredador clave en varios cultivos en esta región. El primer caso de control exitoso (Hoyt, 1969) fue el de *Tetranychus mcdanieli* McGregor sobre manzana en el estado de Washington. Dos factores son cruciales para el control de ésta araña roja; a) el hecho de que el depredador ha desarrollado resistencia contra el plaguicida azinphosmethyl (gusation) que se usa para el control de la plaga número uno de la manzana a nivel mundial, es decir, la palomilla de la manzana y b) la presencia de una presa alterna Eriophyidae (*Aculus schlechtendali* (Nalepa)) durante la escasez de la presa principal Tetranychidae, que ayuda a sostener una población vigorosa del depredador para contrarrestar el incremento poblacional de la araña roja durante el calor del verano.

T. occidentalis también se usa para el control de los Tetranychidae sobre durazno en California basado en el mismo principio que en Washington, sólo que la dieta alterna en California es *Aculus cornutus* (Eriophyidae) (Banks). Westigard (1971) demostró que *T. occidentalis* controla *Tetranychus urticae* Koch sobre pera en Oregon. Este depredador, además, produce un control muy bueno de *Tetranychus pacificus* en el Valle de San Joaquín en California, dada la presencia de una araña roja (*Eotetranychus willamettei* McGregor) y un Tydeidae (*P. anconai*) como presas alternas para mantener altas las poblaciones del depredador en la primavera y el otoño. Según McMurtry y Flaherty (1977), *Panonychus ulmi* fue una dieta alterna para mantener altas las poblaciones de este depredador que a su vez reducen las poblaciones de *T. urticae* a mediados del verano sobre nogal en el Valle de San Joaquín, California. Este mismo depredador suprime las altas poblaciones de *T. pacificus* sobre almendra en el sur del Valle de San Joaquín (Hoy et al., 1979).

La mayoría de las investigaciones con este depredador indican que su eficacia depredadora disminuye cuando sólo existe una especie de presa, sin embargo, parece haber excepciones; el caso de almendra en California (Hoy et al., 1979) y la manzana en Australia (Readshaw, 1975) dónde la única dieta es *T. urticae* y el depredador controla la población de la presa. Estos trabajos demuestran que este depredador es capaz de controlar las especies del género *Tetranychus*, sin embargo, su capacidad para el control de las especies de otros género de arañas rojas y los Eriophyidae es limitada. Su tolerancia a los plaguicidas le da una ventaja comparado con otros Phytoseiidae bajo las aplicaciones de los productos químicos, ya que *T. occidentalis* no es la especie más común en las huertas libres de los plaguicidas.

2. *Amblyseius fallacis* (Garman): esta especie tiene una alta distribución en Norteamérica (Croft, 1975), especialmente sobre las plantas de baja altura, aunque se le ha utilizado, principalmente sobre árboles (manzana). *A. fallacis* controla las poblaciones de *P. ulmi* y dos especies del género *Tetranychus*, pero como en el caso de *T. Occidentalis*, el éxito del programa depende en: a) desarrollo de la resistencia a los plaguicidas en el depredador y b) la presencia de una dieta alterna. *A. fallacis* se ha usado en control exitoso de ácaros plaga en Illinois y Michigan (Croft, 1975).

3. *Typhlodromus pyri* Scheuten: habita manzana en Europa, Inglaterra, Nueva Zelanda y Norteamérica (Schuster y Pritchard, 1963). Según Collyer (1980), *T. pyri* contribuye al control de *P. ulmi* en Nueva Zelanda. Los trabajos de Gruys (1982) indican que este depredador tiene un buen potencial para el control de *P. ulmi* y *A. schlechtendali* en Holanda.

4. *Euseius hibisci* (Chant): esta especie es el depredador más común en aguacate y cítricos en California, USA, alimentándose de polen y ácaros presa. En las huertas del aguacate libres de la aplicación de plaguicidas, este depredador es el factor más importante para el control de *Eotetranychus sexmaculatus* (Riley) y el segundo factor más relevante para el control de *Oligonychus punicae* (Hirst) (McMurtry y Johnson, 1966). Sobre cítrico, *E. hibisci* es un factor importante en la supresión poblacional de *P. ulmi* durante la primavera; es decir, posee una ventaja numérica comparado con la población de la presa, debido a la alta respuesta numérica del depredador con el polen (Helle y Sabelis, 1985) y en el verano en zonas costeras, pero no en el otoño cuando demuestra casi ninguna respuesta numérica a las poblaciones de *P. ulmi*. Además, *E. hibisci* es un depredador importante para el control de trips sobre cítricos (Tanigoshi, 1982; Grout y Richards, 1992).

5. *Amblyseius potentillae* (Garman): este depredador suprime las poblaciones de *P. ulmi* sobre árboles o plántulas (McMurtry, 1982). *A. potentillae* reduce la población de *P. ulmi* por debajo de los niveles económicos en las huertas de manzana libres de

plaguicidas en Holanda. Según el mismo autor, este depredador, no es efectivo contra *T. urticae* debido a que la telaraña de la presa presenta un obstáculo para el depredador. *A. potentillae* es un depredador efectivo de *P. ulmi* y *T. urticae* en las huertas del durazno en el Valle de Po en Italia, además este depredador ha desarrollado resistencia contra algunos plaguicidas (McMurtry, 1982).

6. *Amblyseius longispinosus* (Evans): esta especie junto con las cuatro siguientes especies *A. bibens* Blommers, *A. chilensis* (Dosse), *A. californicus* (McGregor) y *A. take* (Pritchard y Baker) pertenecen al mismo grupo de especies como *A. fallacis*. Todas estas especies parecen ser depredadores de las especies del género *Tetranychus* y otros géneros de Tetranychidae que forman colonias muy densas y con gran cantidad de telaraña, además, poseen una alta capacidad de reproducción (Helle y Sabelis, 1985; Chant y McMurtry, 1994).

7. Complejo de *Amblyseius largoensis*: muchas regiones tropicales o subtropicales del mundo están representadas por una o más especies de este grupo de especies que contiene; *A. largoensis* Muma, *A. deleari* Muma y Denmark, *A. eharai* Amitai y *A. swirski* y *A. exhilaratus* Ragusa. Los estudios de Tanaka y Kashio (1977) indican que *A. eharai* puede suprimir efectivamente las poblaciones de *P. ulmi*.

8. *Amblyseius newsami* (Evans): es un depredador asiático y muy efectivo de *Panonychus citri* en China (Huang 1978).

9. *Amblyseius aurescens* Athias-Henriot y *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans): el trabajo de Huffaker y Kennet (1956) documentó la primera demostración de que los Phytoseiidae son capaces de controlar las poblaciones de los ácaros fitófagos; en este caso, el uso de estos dos depredadores para el control de Tarsonemidae, *Stenotarsonemus palidus* (Banks) sobre la fresa en California, USA. Estos depredadores deben usarse para el control de *S. palidus* sobre otras plantas ornamentales. A la fecha no se ha determinado la capacidad de estas dos especies para depredar a las arañas rojas.

Control mediante la liberación de los Phytoseiidae

A. Cultivos en invernadero

1. *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot: es el depredador más usado en invernadero para el control de *T. urticae* y esto ha incrementado la extensión del cultivo de pepino en un 60% en Holanda, Inglaterra, Finlandia, Suecia y Dinamarca (Helle y Sabelis, 1985). Actualmente, se usa este depredador en USA, Canadá, Rusia, Japón, Israel y otros países. *P. persimilis* se usa comercialmente sobre el chile, el tomate, el pepino,

la berenjena y la fresa para el control de *T. urticae*. *P. persimilis* se ha usado sobre algunas plantas ornamentales, por ejemplo, la rosa y el crisantemo, con algún grado de éxito en contra de *T. urticae*.

2. *Phytoseiulus macropilis* (Banks): se le ha encontrado en USA (California, Florida y Hawai), Brasil, Jamaica y América Central. Tiene potencial para el control de las arañas rojas sobre los cultivos ornamentales (Helle y Sabelis, 1985).

3. *Neoseiulus mckenziei* (Schuster y Pritchard): este depredador contamina (invade) a las colonias de los insectos y otros Phytoseiidae y por virtud de su alta capacidad reproductiva, desplaza a estos organismos. Existe un complejo de dos especies; *N. barkeri* Hughes y *N. mckenziei* que junto con *N. cucumeris* controlan las poblaciones de trips de cebolla.

B. Cultivos en campo

1. *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot: según Oatman et al. (1977), la liberación de 5-10 individuos del depredador por planta ofrece un buen control de *T. urticae* sobre la fresa en California. *P. persimilis* controla las poblaciones de *T. urticae* sobre la fresa en Florida (M. Van de Vrie, com. Per.). Este depredador controló las poblaciones de *T. urticae* sobre la soya en Japón (Mori y Imabayashi, 1975). Todo indica que esta especie depredadora es prometedora en el futuro para el control de las arañas rojas.

2. *Neoseiulus californicus* Athias-Henriot: esta especie requiere poco alimento y a la vez posee una alta capacidad reproductora, rasgos que implican la fácil cría masiva de este ácaro comparado, por ejemplo, *N. californicus* fue más efectivo que *T. occidentalis* y menos que *P. persimilis* en la reducción poblacional de *T. urticae* sobre la fresa en California (Oatman et al., 1977). Se han liberado estas especies contra las arañas rojas en la vid y otras plantas en California.

3. *Amblyseius gossipi* (El Badry): liberaciones de esta especie para el control de *Tetranychus cucurbitacearum* Sayed y *T. arabicus* Attiah, sobre el algodón en Egipto fueron exitosas (Osman y Zahadi, 1976).

Significancia de las especies exóticas

Algunos estudios con el objeto del establecimiento permanente, en lugar de liberaciones periódicas de los depredadores, indican que la liberación masiva pueden funcionar en caso de los árboles frutales (Helle y Sabelis, 1985, Badii et al., 1999). Los esfuerzos de importación y liberación de los ácaros depredadores en varios países

han dado diferentes resultados. Lo cierto es que un porcentaje pequeño de estos esfuerzos ha generado éxito, por ejemplo, de 28 especies importadas de diferentes partes del mundo, en California para el control de las arañas rojas de los cítricos, sólo tres especies han logrado establecerse en forma permanente (Chant y McMurtry, 1994). Sin embargo, *T. occidentalis* originario de Washington ha sido establecido exitosamente en Australia y Nueva Zelanda, con resultados espectaculares de control biológico de las arañas rojas en estos lugares; también, *P. persimilis* y *A. fallacis* han sido establecidos en lugares nuevos, con el control exitoso de las arañas rojas (McMurtry, 1982; Helle y Sabelis, 1985).

Los puntos principales en la regulación de las poblaciones de Tetranychidae son: a) no se puede hacer generalizaciones debido a la variabilidad en la naturaleza de depredador, la presa, el cultivo y el medioambiente; b) los Phytoseiidae con características bio-ecológicas diferentes pueden ser depredadores eficaces, es decir, *no hay necesidad* de una alta especialización sobre las arañas rojas para efectuar un buen control. La capacidad reguladora de los Phytoseiidae ha sido bien documentado (Helle y Sabelis, 1985; Badii y McMurtry, 1988a, b).

Conclusiones

Con la crisis ambiental, debido a la sobreexplotación de los recursos naturales e incluso el uso irracional de los plaguicidas, cada vez es más necesario usar métodos alternos de control de plagas. Los depredadores en general y los Phytoseiidae en particular, forman una de las tres fuerzas vitales de la naturaleza, es decir los enemigos naturales (junto con parasitoides y los patógenos) para regular y controlar las poblaciones de las plagas. las ganancias económicas al usar los fitoseidos en lugar de los plaguicidas son incalculables; sólo en el estado de Washington los manzaneros ahorran anualmente un mínimo de 53 millones de dólares (valor del dólar de los 1970s); obviamente esto no incluye las ganancias externas, como evitar el rompimiento del balance natural, contaminación del medio y otros problemas subsecuentes. Varias especies de Phytoseiidae 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 y por lo tanto, desde los años 1970s algunas de ellas se comercializan para el control de las arañas rojas. Se espera que este trabajo forme la base para el uso práctico de los Phytoseiidae en el control biológico e integral de los ácaros plaga de importancia agrícola. Debemos recordar que el control biológico y el manejo integral de plagas (MIP) están totalmente armónicos y compatibles con la filosofía del desarrollo sustentable y que la crisis global más grave en la actualidad es la degradación ambiental y solamente actuar de forma racional y responsable en base a los fundamentos del desarrollo

sustentable es la única salida hacia un futuro equilibrado para la humanidad entera (Badii y Castillo, 2009a, 2009b).

Referencias

- Ashihara, W., T. Hamamura & N. Shinkajai. 1978. Feeding, reproduction and development of *Phytoseiulus persimilis* Athios-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on various food substances. Bull Fruit Tree Res. Stn. Japan, E2: 91-98.
- Badii, M.H. 1994. Selección de los enemigos naturales para el control biológico en la agricultura: caso de los ácaros depredadores Phytoseiidae. El Entomófago, 3: 4-5.
- Badii, M.H. & A.E. Flores. 1990. Ecological studies of mites on citrus in Nuevo Leon, Mexico: Preliminary surveys for Phytoseiids. Internat. J. Acarol. 16: 235-239.
- Badii, M.H. & E. Hernández. 1993. Ciclo y tablas de vida de *Euseius mesembrinus* (Dean) (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae) en diferentes tipos de alimento. Southwestern Entomologist, 18: 305-314.
- Badii, M.H. & J.A. McMurtry. 1993. Effect of different foods on survival, longevity and reproduction of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae). Entomophaga, 28: 161-166.
- Badii, M.H. & J.A. McMurtry. 1984a. Feeding behavior of some phytoseiid predators on the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Phytoseiidae, Tarsonemidae). Entomophaga, 29: 49-53.
- Badii, M.H. & J.A. McMurtry. 1984b. Life history of and life parameters for *Phytoseiulus longipes* with comparative studies on *P. persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). Acarologia, 25: 111-123.
- Badii, M.H. & J.A. McMurtry. 1988a. Response of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* Evans to spatial variation in the density of female prey *Tetranychus pacificus* McGregor (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). Internat. J. Acarol. 14: 57-60.
- Badii, M.H. & J.A. McMurtry. 1988b. Effect of prey density on functional and reproductive responses of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* (Acari: Phytoseiidae). Internat. J. Acarol. 14: 61-69.
- Badii, M.H. & J.A. McMurtry. 1990. Field experiments on predation: dispersion, regulation and population changes. Publ. Biol. 4: 43-48.
- Badii, M.H., E. Hernández & S. Flores. 1993. Respuesta funcional de *Euseius mesembrinus* (Dean) en función de la densidad de *Brevipalpus californicus* (Banks) (Acari: Phytoseiidae, Tenuipalpidae). Southwestern Entomologist, 18: 301-304.
- Badii, M.H., J. A. McMurtry & H. G. Johnson. 1990. Comparative life-history studies on the predaceous mites *Typhlodromus annectens* and *T. porresi* (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol. 10:129-136.
- Badii, M.H., A.E. Flores, S. Flores & R. Foroughbakhch. 1998. Population dynamics of citrus mites in northeastern Mexico. Pp. 275-280. In: G. Needham, R. Mitchell, D. J. Horn y W. C. Welbourn (eds.). Acarology IX: Vol 2, Symposia. Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio.
- Badii M.H., J.A. McMurtry & A.E. Flores. 1999. Rates of development, survival and predation of immatures stages of *Phytoseiulus longipes*. (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae). Exp. & Appl. Acarol. 23(8): 611-621.
- Badii, M.H., A.E. Flores & G. Ponce. 2000. Control biológico de arañas rojas. Pp. 255-278. In: M.H. Badii, A.E. Flores y L.J. Galán (eds.). Fundamentos y Perspectivas de Control Biológico. UANL, Monterrey.
- Badii, M.H., A.E. Flores, S. Flores, H. Quiróz, R. Foroughbakhch & R. Torres. 2001. El papel de los phytoseiidae en control biológico de las arañas rojas. Pp. 7-20. In: M. Vargas, O.J. Polaco y G. Zúñiga (coordinadores). Contribuciones Entomológicas. I. P. N., México D. F.

- Badii, M.H., S. Varela, A.E. Flores & J. Landeros. 2003. Temperature-based life history and life table parameters of Texas citrus mite on orange. *Systematic & Applied Acarology*, 8: 25-38.
- Badii, M.H., E. Hernández-Ortiz, A.E. Flores & J. Landeros. 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. & J.L. Abreu. 2006a. Metapoblación, conservación de recursos y sustentabilidad. *Daena International J. of Good Conscience*, 1(1): 37-51.
- Badii, M.H. & J.L. Abreu. 2006b. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *Daena International J. of Good Conscience*, 1(1): 82-89.
- Badii, M.H. & J. Landeros. 2007. Invasión de especies o el tercer jinete de Apocalipsis ambiental. *Daena* 2(1): 39-53.
- Badii, M.H. & J. Castillo. (eds). (2009). *Desarrollo Sustentable: Bases Socioeconómicas y Ambientales*. UANL, Monterrey, México.
- Badii, M.H. & J. Castillo. (eds). (2009). *Desarrollo Sustentable: Métodos, Aplicaciones y Perspectivas*. UANL, Monterrey, México.
- Barnes, M.M. & K.L. Andrews. 1978. Effects of spider mites on almond tree growth and productivity. *J. Econ. Entomol.* 71:555-558.
- Chant, D.A. & J.A. McMurtry. 1994. A review of the subfamilies Phytoseiinae and Typhlodrominae (Acari: Phytoseiidae). *Internat. J. Acarol.* 20: 223-310.
- Cerna, E., J. Landeros, E. Guerrero, A.E. Flores & M.H. Badii. 2005. Detección de resistencia enzimática por productos sinergistas en una línea de campo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Folia Entomol. Mex.* 44(3): 287-295.
- Cerna, E., Y. Ochoa, L. Aguirre, M. Badii, G. Gallegos & J. Landeros. 2009. Niveles de resistencia en poblaciones de *Tetranychus urticae* en el cultivo de fresa (resistance level of *Tetranychus urticae* in strawberry crops). *Revista Colombiana de Entomología*. 35(1):47-51.
- Collyer, E. 1980. Integrated control of apple pests in New Zealand. 16. Progress with integrated control of European red mite. *N. Z. J. Zool.* 7: 271-280.
- Cone, W.W., S. Predki & E.C. Klostermeyer. 1971. Pheromone studies of the twospotted spider mite 2 Behavioral response of males to quiescent deutonymphs *J. Econ. Entomol.* 64:379-382
- Croft, B. A. 1975. Integrated control of apple mites. *Coop. Ext. Serv. Mich. State Univ. Ext. Bull.* E-825: 12 pp.
- Dicke, M. & A. Groeneveld. 1986. Hierarchical structure in kairomone preference of the predatory mite *Amblyseius potentillae*: dietary component indispensable for diapause induction affects prey location behavior. *Ecol. Entomol.* 11: 131-138.
- Dicke, M., M.W. Sabelis, J. Takabayashi, J. Bruin & M. Posthumus. 1990. Plant strategies of manipulating predator-prey interactions through allelochemicals: prospects for application in pest control. *J. Chem. Ecol.* 11:3091-3118.
- Dosse, G. 1961. Über die bedeutung der pollennahrung für *Typhlodromus (T.) pyri* Sceuten (Tiiie Oud) (Acari, Phytoseiidae). *Ent. Exp. Appl.* 4: 191-195.
- Flaherty, D.L. & M.A. Hoy. 1971. Biological control of pacific mites and Willamette mites in the San Joaquin Valley vineyards. III Role of tydeid mites. *Res. Popul. Ecol.* 13: 80-96.
- Grout, T.G. & G.I. Richards. 1992. *Euseius adoensis* an effective predator of citrus thrips, *Scolothrips aurantii*, in the eastern Cape Province of South Africa. *Exp. Appl. Acarol.* 15: 1-13.
- Gruys, P. 1982. Hits and misses: the ecological approach to pest control in orchards. *Ent. Exp. Appl.* 31: 70-87.
- Helle, W. & M.W. Sabelis. 1985. *Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam.
- Helle, W., H.R. Holland, R. Van Arendonk, R. de Boer, G.G.,M. Schuster & V.M. Russel. 1978. Genetic evidence for biparental males in haplo-diploid predator mite. *Genetica*, 48: 165-171.

- Hislop, R.G. & L.R. Jeppson. 1976. Morphology of the mouthparts of several species of phytophagous mites. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 69:1125-1135.
- Hoy, M.A. 1982. Genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae, Pp. 72-89. In: M. A. Hoy (ed.). *Recent Advances in the Knowledge of the Phytoseiidae*. University of California Press, Berkeley.
- Hoy, M.A. & J.A. Smilanick. 1979. A sex pheromone produced by immature and adult females of the predatory mite *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *Ent. Exp. Appl.* 26: 291-300.
- Hoy, M.A., R.T. Roush, K.B. Smith & L.W. Barklay. 1979. Spider mites and predators in the San Joaquin Valley almond orchards. *Calif. Agric.* 33: 11-13.
- Hoyt, S.C. 1969. Integrated chemical control of insects and biological control of mites on apple in Washington. *J. Econ. Entomol.* 62: 74-86.
- Huang, M. 1978. Studies on the integrated control of the citrus red mite with the predaceous mite as a principal controlling agent. *Acta Entomol. Sinica*, 21: 260-270.
- Huffaker, C.B. & C.E. Kennet. 1956. Experimental studies on predation: predation and cyclamen mite on strawberries in California. *Hilgardia*, 26: 191-222.
- Hussey, N.W. & W.J. Parr. 1963a. Dispersal of the glasshouse red spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) *Entomol. Exp. Appl.* 6: 207-214
- Hussey, N.W. & W.J. Parr. 1963b. The effect of glasshouse red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on the yield of cucumbers. *J. Hort. Sci.* 38:255-263.
- Jeppson, L.R., H.H. Keifer y E.W. Baker. 1975. *Mites injurious to Economic plants*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- Johnson, D.T. & B.A. Croft. 1976. Laboratory study of the dispersal behavior of *Amblyseius fallacis* (Acarina: Phytoseiidae). *An. Entomol. Soc. Am.* 69: 1019-1023.
- Krantz, C.W. 1973. Dissemination of *Kampimodromus aberrans* by the filbert aphid. *J. Econ. Entomol.* 66: 575-576.
- Laing, J. E. 1972. Evaluating of effectiveness of *Paracheyletia bakeri* (Acarina: Cheyletidae) as a predator of the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Division of Biological Control, University of California, Berkeley.
- Landeros, J., S. Rodriguez, M.H. Badii, P.A. Cerda & A.E. Flores. 2001. Functional response and population parameters of *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) on *Tetranychus urticae* Koch. *Southwestern Entomologist*, 26 (3): 253-257.
- Landeros, J., N. Mora. M. Badii, P. A. Cerda & A.E. Flores. 2002. Effect of sublethal concentrations of Avermectin on population parameters of *Tetranychus urticae* on strawberry. *Southwestern Entomologist*. 27(3/4): 283-289.
- Landeros, J., J. Balderas, M.H. Badii, V.M. Sánchez, E. Guerrero & A.E. Flores. 2003a. Distribución espacial y fluctuación poblacional de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) en cítricos de Güemez, Tamaulipas. *Acta Zoológica Mexicana*, 89: 129-138.
- Landeros, J., L.P. Guevara, M.H. Badii, A.E. Flores and A. Pamanes. 2003b. Effect of different densities of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on CO₂ assimilation, transpiration, and stomatal behaviour in rose leaves. *Experimental & Applied Acarology*, 32: 187-198.
- Landeros, L., E. Cerna, M.H. Badii, S. Varela, & A.E. Flores. 2004. Patron 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*, 20(3): 147-155.
- Leigh, T. & G. Hyer. 1963. Spider mite-resistant cotton, *Calif. Agric.*, Feb. 6-7.
- McMurtry, J.A. 1982. The use of Phytoseiidae for biological control: progress and future prospects. Pp. 23-48. In: M.A. Hoy (ed.). *Recent Advances in the Knowledge of the Phytoseiidae*. University of California Press, Berkeley.
- McMurtry, J.A. & M.H. Badii. 1991. Greenhouse trips *Heliothrips haemorrhoidalis*, in California avocado orchards, biological control studies. Pp. 393-398. In: B. Parker, M. Skinner y T. Lewis

- (eds.). Towards Understanding Thysanoptera. USDA, FS, NFES, AES UV, Cereal Technical Report, NE-147.
- McMurtry, J.A. & D.L. Flaherty. 1977. An ecological study of phytoseiid and tetranychid mites on walnut in Tulare Contry, California. *Environ. Entomol.* 6: 286-292.
- McMurtry, J.A. & H.G. Johnson. 1966. An ecological study of the spider mites *Oligonychus punicae* (Hirst) and its natural enemies. *Hilgardia*, 37: 363-402.
- McMurtry, J.A., C.B. Huffaker & M. Van de Vrie. 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies. A review. I. Tetranychid enemies. Their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia*, 40: 331-390.
- McMurtry, J. A., M.H. Badii & H.G. Johnson. 1984. The broad mite, *Polyphagotarsonemus latus*, as a potential prey for phytoseiid mites in California. *Entomophaga*, 29: 83-86.
- Mori, H. & S. Imabayashi. 1975. Suppression of tetranychid populations using the predaceous mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot in some agroecosystems of Hokkaido (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). *J. Fac. Ag. Hokkaido Univ.* 58: 271-282.
- Oatman, E.R. & J.A. McMurtry. 1966. Biological control of the two-spotted spider mites on strawberry in southern California. *J. Econ. Entomol.* 58: 433-439.
- Oatman, E.R., J.A. McMurtry, F.E. Gilstrap & V. Voth. 1977. Effect of release of *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* on the two-spotted spider mite on strawberry in southern California. *J. Econ. Entomol.* 70: 45-47.
- Osman, E.R. & G. Zahdi. 1976. Suppression of the spider mites on cotton with mass releases of *Amblyseius gossipi* (El-Badry). *Z. Ang. Entomol.* 81: 245-248.
- Putman, W.L. 1962. Life history and behavior of the predaceous mite *Typhlodromus (T.) causiglans* Schuter (Acarina: Phytoseiidae) in Ontario, which notes on the prey of related species. *Can. Ent.* 94: 163-177.
- Ramackers, P.M.J. 1978. Possibilities of biological control of *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. *Med. Fac. Landbouww Rijksuniv Gent.* 43: 463-469.
- Ramackers, P.M.J. 1980. Biological control of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) with *Amblyseius* sp. (Acari: Phytoseiidae). *Bull SROP/WPRS III*, 3: 203-207.
- Readshaw, J. L. 1975. Biological control of orchard mites in Australia using an insecticide-resistant predator. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 41: 213-214.
- Regev, S. & W.W. Cone. 1976a. Analyses of pharate female two-spotted spider mites for nerolidol and geraniol: evaluation for sex attraction of males. *Environ. Entomol.* 5: 133-138.
- Regev, S. & W.W. Cone. 1976b. Evidence of gonadotropic effect of farnesol in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Environ. Entomol.* 5: 517-519.
- Rock, G.C., R.J. Monroe & D.R. Yergen. 1976. Demonstration of a sex pheromons in the predaceous mite *Neoseiulus fallacis*. *Environ. Entomol.* 5: 264-288.
- Sabelis, M.W. 1985. Predation on spider mites. Pp. 103-129. In: W. Helle y M. W. Sabelis (eds.). *Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1B. Elsevier, Amsterdam.
- Schuster, R. O. & A.E. Pritchard. 1963. Phytoseiid mites in California. *Hilgardia*, 34: 191-285.
- Summers, F.M., R.H. Gonzalez & R.L. Witt. 1973. The mouthparts of *Bryobia rubrioculuc* (Sch) (Acarina: Tetranychidae) *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 75: 96-111.
- Tanaka, M. & T. Kashio. 1977. Biological studies on *Amblyseius largoensis* Muma (Acari: Phytoseiidae) as a predator of the citrus red mite *Oligonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). *Bull Fruit Tree Res. Stn. Japan*, D1: 49-67.
- Tanigoshi, L.K. 1982. Advances in the knowledge of the biology of the Phytoseiidae. Pp. 1-22. In: M.A. Hoy (ed.). *Recent Advances in the Knowledge of the Phytoseiidae*. University of California Press, Berkeley.
- Van de Vrie, M. & F.M. Backels. 1968. Some observations on the distributions of predaceous mites (Phytoseiidae) and prey (*Panonychus ulmi*) on leaves of apple tree. VI th European Symposium Acarology, Versailles.

- Westigard, P.H. 1971. Integrated control of spider mites on pear. J. Econ. Entomol. 64: 496-501.
- Westigard. P.H., B. Lombard & J.H. Grim.1966. Preliminary investigations of the effect of feeding of various levels of two-spotted spider mite on its Anjou pear host. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89: 117-22.
- Wilson, E.O. 1992. The Diversity of Life. Harvard University Press, Cambridge.
-

***Acerca de los autores**

El Dr. Mohammad Badii es Profesor e Investigador de la Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás, N.L., México, 66450. mhbadiiz@gmail.com

El Dr. E. Cerna es Profesor e Investigador en UAAAN, Saltillo, Coah.

El Dr. J. Landeros es Profesor e Investigador en UAAAN, Saltillo, Coah.