



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS VERACRUZ**

**POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES**

**MANEJO INTEGRADO DE LA ACAROFUNA DEL PAPAYO  
Y SU TRANSFERENCIA EN EL ESTADO DE VERACRUZ**

**MARYCRUZ ABATO ZÁRATE**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL GRADO DE**

**DOCTORA EN CIENCIAS**

**TEPETATES, MANLIO F. ALTAMIRANO, VERACRUZ**

**2011**

La presente tesis titulada: Manejo Integrado de la Acarofauna del Papayo y su Transferencia en el Estado de Veracruz, realizada por la alumna: **Marycruz Abato Zárate**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS

AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA JIMÉNEZ

ASESOR:



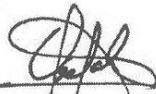
DR. CATARINO ÁVILA RESÉNDIZ

ASESOR:



DR. JUAN LORENZO RETA MENDIOLA

ASESOR:



DR. GABRIEL OTERO COLINA

ASESOR:



DR. ELÍAS HERNÁNDEZ CASTRO

Tepetates, Manlio F. Altamirano, Veracruz, 28 de marzo de 2011

MANEJO INTEGRADO DE LA ACAROFAUNA DEL PAPAYO  
Y SU TRANSFERENCIA EN EL ESTADO DE VERACRUZ

Marycruz Abato Zárate, Dra.

Colegio de Postgraduados, 2011

Este trabajo integró información sobre la acarofauna presente en agroecosistemas papayeros de municipios del estado de Veracruz, México, con bases ecológicas observadas en la dinámica poblacional de los ácaros del papayo. Se determinó la efectividad de acaricidas y su selectividad a los ácaros que funcionan como depredadores, como alternativa a la aplicación excesiva de acaricidas al ambiente. En la difusión de estas innovaciones, se evaluó el modelo de transferencia de tecnología de Grupos de Crecimiento Productivo Simultáneo (GCPS). Un diagnóstico inicial con miembros del Consejo Estatal de Productores de Papayo (CEPP), corroboró a los ácaros como segundo problema en importancia en el cultivo. La acarofauna se identificó a través de la colecta de hojas de diferentes huertas, ubicadas en la zona Centro del Estado, procesadas mediante el método de extracción “lavado y tamizado”. Se encontraron los ácaros fitófagos *Eutetranychus banksi*, *Eotetranychus lewisi*, *Tetranychus merganser* y *T. urticae* de la familia Tetranychidae, así como *Calacarus citrifolii* de la familia Eriophyidae. *E. lewisi* presentó dos picos poblacionales en enero y julio, y fue la especie dominante. *E. banksi* prefiere temperaturas más altas que *E. lewisi* y sus máximas poblaciones ocurren en mayo. Los ácaros depredadores más abundantes pertenecieron a la familia Phytoseiidae: *Euseius hibisci* y *Galendromus helveolus*, utilizados comúnmente como agentes de control biológico en cítricos y aguacate, lo que indica su potencial en papayo. Se recomienda el muestreo continuo de ácaros desde el semillero, ya que las condiciones ambientales son favorables todo el año. Los plaguicidas con mayor efectividad biológica fueron aceite parafínico de petróleo, dicofol en rotación con bifentrina, el azufre en polvo y el régimen ácidos grasos, aceite parafínico de petróleo y azadiractina. Durante la transferencia de la innovación tecnológica mediante GCPS, el grupo objetivo estuvo integrado por productores líderes pertenecientes al CEPP, del municipio de Cotaxtla, Ver. La aceptación de la nueva tecnología fue de 75 %; 70 % de los participantes pudieron distinguir entre ácaro depredador y ácaro plaga y 83 % reconocieron que los acaricidas selectivos son menos dañinos a la fauna benéfica. Finalmente los productores estuvieron de acuerdo con el modelo de transferencia de tecnología GCPS.

Palabras clave: GCPS, ácaros fitófagos, ácaros depredadores, acaricidas selectivos.

INTEGRATED MANAGEMENT OF THE PAPAYA ACAROFUNA  
AND ITS TRANSFER IN THE STATE OF VERACRUZ

Marycruz Abato Zárata, Dra.

Colegio de Postgraduados, 2011

This work integrates information of the acarofauna present in papaya agroecosystems of municipalities of the state of Veracruz, Mexico, with the ecological bases observed on the population dynamics of the mites. The efficacy of acaricidas and their selectivity to mites working as predators was determined, as an alternative to the excessive spray of acaricidas to the environment. To difuse these innovations, the technology transfer model based on Groups of Simultaneous Productive Growth (GCPS) was evaluated. An initial diagnosis with members of the State Council of Papaya Growers (CEPP), corroborated mites as the second problem in importance in orchards. The acarofauna was identified across collections of leaves of different orchards, located in the Central zone of the State, processed with “wash and sift” extraction method. Phytophagous mites found were *Eutetranychus banksi*, *Eotetranychus lewisi*, *Tetranychus merganser* and *T. urticae* of the family Tetranychidae, as well as *Calacarus citrifolii* of the family Eriophyidae. *E. lewisi* reached two population peaks in January and in July; and was the dominant species. *E. banksi* prefers higher temperatures that *E. lewisi* and his maximum populations occurs in May. The most abundant predatory mites belonged to the family Phytoseiidae: *Euseius hibisci* and *Galendromus helveolus*, commonly used as biological control agents in citrus and avocado indicating their potential in papaya. Continuous mite sampling is recommended from the seedbed, since the environmental conditions are favorable all the year round. Pesticides with major biological efficacy were petroleum parafinic oil, dicofol followed by bifentrin, dust sulphur and the regime fat acids, parafinic oil and azadirachtin. During the transference of the technological innovation based on GCPS, the focal group was integrated by leading producers belonging to the CEPP. The acceptance of the new technology was 75 %; 70 % of the participants could distinguish by themselves between mite predator and pest mite, and 83 % admitted that selective acaricidas are less harmful to the beneficial fauna. Finally, producers agreed with the technology transfer model GCPS.

Keywords: GCPS, pest mites, predatory mites, selective acaricidas.

Esta tesis doctoral fue financiada parcialmente por el CONACYT a través del proyecto 106183, Convocatoria CB-2008-01, titulado: “Identificación y dinámica poblacional de los diferentes ácaros presentes en las principales zonas papayeras de México”, por el Fideicomiso Revocable de Administración e Inversión No. 167304 para el Establecimiento y Operación de los Fondos para la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del Centro Público Colegio de Postgraduados, con el proyecto “Implementación del control biológico de ácaros plaga en papayo en Veracruz”, así como por los fondos de investigación aportados por el Colegio de Postgraduados Campus Veracruz.

## AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT, por el apoyo económico recibido para la realización de este postgrado y al Colegio de Postgraduados, por la formación Académica que en él recibí.

A los integrantes de mi Consejo Particular Dr. Juan A.Villanueva-Jiménez, Dr. Juan Retamendiola, Dr. Catarino Ávila-Reséndiz, Dr. Gabriel Otero-Colina y al Dr. Elías Hernández-Castro, por su invaluable contribución, sin la cual no se habría culminado la presente obra.

A los miembros del Consejo Estatal de Productores de Papayo de Veracruz, A.C., y a su presidente el Ing. Gonzalo Cervantes Sánchez, gracias por el interés y apoyo recibido.

Al Dr. Octavio Ruiz Rosado por proporcionarme la información climática de la estación meteorológica del Campus Veracruz (CPVerAS1).

A la Dra. Celia Gómez Roldán y al M. en C. Gabriel May Mora por extenderme la carta de recomendación y darme su voto de confianza para ingresar al postgrado, mil gracias.

A la M. en C. Doris Castillo Rocha por apoyarme siempre y por su amistad mil gracias.

Al M. en C. Rubén Ramiro Sandoval, al Dr. Héctor López Moctezuma y al M. en C. Rubén Mandujano por permitirme coleccionar ácaros en su huerta y por darme información sobre el manejo, mil gracias.

Al Dr. Gustavo Ortiz Ceballos y al M. en C. Javier Castañeda Guerrero por todas las facilidades brindadas para poder culminar la tesis.

A la Mtra. Carolina Loyo y al Lic. Ricardo Diz por todas las facilidades brindadas durante mis estudios de postgrado.

A Noel Reyes y Andrés Morales por su ayuda en las colectas; a Rosaura José Pablo, Heidi López Hernández y Juanita Díaz, por el apoyo en los conteos de ácaros y montajes; a Iván Zavala Del Ángel, Gervasio Saucedo, Ismael Quiroz Guerrero, Wilfrido Méndez García por su colaboración en las aplicaciones del experimento de efectividad biológica y a Carlos Quiroz Aparicio por el apoyo en la concentración de los datos climatológicos a todos ellos mil gracias.

Al Sr. Santos Escalante y Rodolfo Hernández por su apoyo en las labores de campo de la huerta de papayo del Campus y compartirme su experiencia en el cultivo.

A todos los productores integrantes del **GCPS “Cotaxtla”** por su interés y participación durante el proceso de transferencia y a Octavio Cano y Rosaura José Pablo.

## DEDICATORIA

A Dios, por iluminarme y llenarme de fe aun en los momentos más álgidos de este proceso.

A mi madre Paula Zárate Bailón (Pavis), por darme la vida, su tiempo y en todo momento aconsejarme y darme ánimos. A ella que forma parte de este logro, con todo mi amor.

A mi padre Reveriano Abato De los Santos† por ser un ejemplo de dedicación, porque a pesar de tu ausencia estás siempre presente en mi vida.

A Noemí Reyes Abato, porque has dado una inmensa alegría a mi vida y porque después de largas jornadas siempre me recibes con una sonrisa llena de amor.

A Noel Reyes Pérez, por ser mi media naranja, mi compañero y por tu apoyo en estas grandes aventuras llamadas postgrado, ser padres y vida.

A mis hermanos, Marco, Carmen y Carlos con todo mi cariño, respeto y admiración, porque aunque no siempre podemos frecuentarnos, nos queremos mucho; y por los gratos recuerdos de mi niñez y adolescencia, por haber sido mí equipo en las tareas de casa y en las aventuras inolvidables de esos tiempos.

Para mis sobrinos Carlos Huetzin, Marycruz, Odeth, Sandra, Yessica, Indira, Marco, Joanie Carol, Gael y Erik, con mucho cariño, con el propósito de ser un ejemplo y porque para mí son la mejor representación de las generaciones futuras por quienes debemos crear un desarrollo sustentable. Con todo mi cariño para las familias Zárate Bailón y Reyes Pérez.

A mis amigas y amigos: Teresa Aguas por su invaluable amistad y por acompañarme en el estira y afloja durante el postgrado. A Lupita Arcos Medina por ser una persona con un gran corazón, ¡que fortuna conocerte!. A Rosendo San Juan Hernández, el lado masculino del equipo en los cursos. Amigo por tu gran apoyo mil gracias.

A mis compañeros de generación: las chicas Itzel, Sandra y Sebastiana; a los chicos Sergio, Roberto, Régulo, Seseña, Daniel, Marcelo y a Gonzalo†, por ser parte de esta inolvidable etapa de mi vida.

A todos mis compañeros y al personal del Campus Veracruz.

Para todos mis colegas, los Ingeniero Agrónomos y a todos aquellos que dignifican nuestra profesión.

A los productores que día a día luchan contra todas las adversidades ambientales, políticas, económicas y carencias tecnológicas y que a pesar de todo ello generan alimentos y servicios ambientales para la sociedad rural y urbana.

## CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
1. Planteamiento del problema.....	2
2. Hipótesis .....	3
2.1 Hipótesis general .....	3
2.2 Hipótesis específicas .....	3
3. Objetivos.....	3
3.1 Objetivo general .....	3
3.2 Objetivos específicos.....	4
4. Revisión de literatura .....	4
4.1 Distribución e importancia económica internacional y nacional del cultivo de papayo.....	4
4.2 Conceptos del manejo integrado de plagas .....	5
4.3. Tácticas de control de MIP .....	8
4.4 Transferencia de tecnología.....	9
4.5. Transferencia de tecnología y MIP.....	12
4.6. Aspectos que determinan la eficiencia de la capacitación y transferencia a productores .....	14
4.7. Importancia de los ácaros en papayo.....	14
4.8. Especies de ácaros depredadores en la agricultura.....	15
4.9. Manejo de ácaros en papayo.....	16
5. Literatura citada .....	17
CAPÍTULO I. ACAROFAUNA ASOCIADA A HUERTAS DE PAPAYO EN VERACRUZ, MÉXICO.....	24
1.1 Introducción.....	26
1.2 Materiales y métodos.....	28
1.3 Resultados.....	29
1.4 Discusión .....	32
1.5 Conclusiones.....	38
1.6 Literatura citada.....	39
CAPÍTULO II. DINÁMICA POBLACIONAL DE ÁCAROS TETRANÍQUIDOS Y FITOSEIDOS ASOCIADOS AL PAPAYO.....	45
2.1 Introducción .....	47
2.2 Materiales y métodos .....	48
2.3 Resultados y discusión.....	51
2.4 Conclusiones.....	59
2.6 Literatura citada .....	59

CAPÍTULO III. ACARICIDAS COMPATIBLES CON MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL PAPAYO ( <i>Carica papaya</i> L.) EN VERACRUZ.....	65
3.1 Introducción .....	67
3.2 Materiales y métodos .....	67
3.3 Resultados y discusión.....	68
3.4 Conclusiones.....	74
3.5 Literatura citada .....	74
CAPÍTULO IV. GRUPOS DE CRECIMIENTO PRODUCTIVO SIMULTÁNEO (GCPS): MODELO DE INNOVACIÓN EN EL MANEJO DE ÁCAROS PLAGA DEL PAPAYO.....	79
4.1 Introducción .....	81
4.2. Materiales y métodos .....	82
4.3. Resultados y discusión.....	86
4.4 Conclusiones.....	97
4.5 Literatura citada .....	97
CONCLUSIONES GENERALES.....	102
1. ¿Qué se aprendió?.....	102
2. Literatura citada .....	104
ANEXOS .....	107
Anexo 1. Cuestionario para el Diagnóstico de productores de papaya.....	107
Anexo 2. Bitácora utilizadas para el programa de capacitación sobre ácaros plaga y depredadores en papayo.....	108
Anexo 3. Instrumentos de evaluación antes y después del plan de transferencia.....	111
Anexo 4. Instrumento de evaluación aplicado al GCPS.....	112
Anexo 5. Folleto técnico tipo bolsillo para identificar ácaros benéficos de ácaros plaga presentes en papayo. Observe en la última fotografía el folleto integra una lupa 4X y su diseño de bolsillo permite cargarlo en la camisa.....	113

## LISTA DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.1	Localización geográfica de las huertas de papayo donde se obtuvieron las muestras por lavado-tamizado de hojas, para conocer la acarofauna asociada. Veracruz, México, 2007-2008.....	28
Cuadro 1.2	Promedio por hoja de ejemplares de ácaros colectados en 20 hojas por cada estrato de papayo, en trece localidades de la zona Centro del estado de Veracruz. ....	30
Cuadro 2.1	Productos aplicados durante el desarrollo del cultivo.....	49
Cuadro 2.2	Fechas de aplicación de insecticidas y acaricidas en la plantación de papayo donde se observó la fluctuación poblacional de ácaros.....	50
Cuadro 2.3	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.....	51
Cuadro 3.1	Descripción de los tratamientos y plaguicidas utilizados para la prueba de efectividad biológica de acaricidas en papayo en Veracruz, México. ....	68
Cuadro 3.2	Promedio de ácaros plaga encontrados en cinco muestreos realizados antes y después de la aplicación de los acaricidas.....	69
Cuadro 3.3	Promedio de ácaros depredadores encontrados en cinco muestreos realizados antes y después de la aplicación de los acaricidas. ....	70
Cuadro 3.4	Análisis de varianza para ácaros plaga por hoja, después de la tercera aplicación . ....	73
Cuadro 4.1.	Variedades de papayo que utilizan los productores de la zona Centro de Veracruz. ....	87
Cuadro 4.2	Problemas que se presentan en el desarrollo de la plantación de papayo en la zona Centro de Veracruz. ....	88
Cuadro 4.3	Plaguicidas empleados por los productores de papayo de la zona Centro de Veracruz, México, para el control de ácaros.....	88
Cuadro 4.4	Productos aplicados para el control de ácaros por los productores de la zona Centro de Veracruz, México. ....	89
Cuadro 4.5	Promedio de ácaros por hoja presentes en la huerta del Sr. Juan A. Estrada Chiñas en el primer y segundo muestreo. ....	91
Cuadro 4.6	Promedio de ácaros por hoja obtenidos en la huerta del Sr. Polín Parra Cruz.....	92
Cuadro 4.7	Promedio de ácaros por hoja presentes en la Huerta del Sr. Javier Gutiérrez Morales.....	92
Cuadro 4.8	Promedio de ácaros por hoja en la huerta del Sr. Gerardo Basurto Rivera.....	93

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Especies de ácaros fitófagos: a) Macho de <i>Eotetranychus lewisi</i> , flecha indicando el edeago en forma de flama con terminación delgada, y b) Hembra de <i>Eutetranychus banksi</i> , flecha indicando setas cortas en forma de bate. ....	14
Figura 1.1 Promedio de ejemplares de ácaros colectados por especie y estrato en que se dividieron las plantas.....	32
Figura 2.1 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 .....	53
Figura 3.1 Ácaros plaga promedio por hoja, cinco semanas después de la primera aplicación con diferentes acaricidas.....	73
Figura 4.1 Daños a la fruta ocasionados por ácaros plaga del papayo. ....	95

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Siglas</b>	<b>Significado</b>
CIP	Centro Internacional de la Papa
CEPP	Consejo Estatal de Productores de Papaya
CTTA	Comunicación para la Transferencia de Tecnología Agrícola
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAOSTAT	Base de datos estadísticos de agricultura de la FAO
GCPS	Grupos de Crecimiento Productivo Simultáneo
MIP	Manejo Integrado de Plagas
NDE	Nivel de Daño Económico
OIRSA	Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
ONGs.	Organizaciones No Gubernamentales
PCPC	Productora y Comercializadora de Papaya de Cotaxtla
SAGARPA	Secretaría De Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Antes Sagar)
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
UA	Umbral de Acción
UE	Umbral Económico
VITINEX	Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación No Tradicional

## INTRODUCCIÓN GENERAL

El papayo (*Carica papaya* L.) es un cultivo ampliamente distribuido en las regiones tropicales. La producción mundial de fruta de papaya de los principales veinte países productores durante 2008 fue de 9'732,158 ton (FAOSTAT, 2010). Su consumo es principalmente como fruta fresca, ya que contiene vitaminas A y C; además se emplea en conservas y se utiliza para la extracción de pectinas y papaína (Agustí, 2004). México es el quinto productor a nivel mundial (FAOSTAT, 2010) y el estado de Veracruz el primero a nivel nacional (SIAP, 2010).

En los agroecosistemas con base en papayo, uno de los factores que limitan su producción a nivel mundial es el daño ocasionado por los ácaros. Al alimentarse de los contenidos celulares de las hojas, se disminuye la actividad fotosintética y puede ocasionar defoliación. La defoliación ocasiona que los frutos se quemen y se afecte su calidad. Cuando los ácaros se alimentan de la fruta le causan cicatrices o abultamientos que demeritan su apariencia (Constantinides y McHugh, 2008; Teixeira *et al.*, 2007). El manejo de los ácaros se dificulta debido a que apenas son visibles a simple vista, además poseen altas tasas reproductivas, diferentes formas de reproducción, ciclo de vida corto, tienen fácil diseminación y amplia adaptación a diferentes ambientes (Ohlendorf, 2000).

En México los ácaros que se han encontrado atacando al papayo son *Eutetranychus banksi* McGregor, *Panonychus citri* McGregor, *Tetranychus desertorum* Banks, *T. gloveri* Banks, *T. kanzawai* Kishida, *T. marianae* McGregor y *T. urticae* Koch (García, 1981), *Oligonychus yothersi* McGregor, *T. cinnabarinus* Boisduval, *T. gloveri*, *T. ludeni* Zacher, *T. mexicanus* McGregor (Estébanes-González y Baker, 1966) y *T. merganser* Boudreaux (Deloya y Valenzuela, 1999). Además, se ha registrado a *P. latus* en el Soconusco, Chiapas (De Coss, 2006).

En Veracruz, los productores consideran a los daños que ocasionan los ácaros como el segundo problema fitosanitario en importancia en este cultivo (García *et al.*, 2004). Diferentes investigadores indican la presencia de *T. cinnabarinus*, sin abundar en la identidad taxonómica, guiados quizás por su color carmín (De los Santos *et al.*, 2000; García *et al.*, 2004). *Eotetranychus lewisi* McGregor se encontró afectando hojas de la variedad hawaiana (Deloya y Valenzuela, 1999). Además, De los Santos *et al.* (2000) incluyen a *P. latus* como una de las plagas importantes del cultivo en Veracruz. Sin embargo, en la zona Centro del estado no existen

registros actualizados de la acarofauna presente en papayo; incluso, se presenta información inconsistente de la identidad de ácaros plaga en la región, lo que podría afectar su manejo.

Entre las principales causas del incremento de los ácaros como plagas están el desconocimiento de su biología, ecología, manejo y principalmente el abuso en el uso de plaguicidas con potencial de desarrollo de resistencia a estos productos (Ochoa *et al.*, 1991; Cranham y Helle, 1985; Price *et al.*, 2002; Stumpf y Nauen, 2002; Herron *et al.*, 2004). Un sistema de manejo integrado de plagas incluye diversas tácticas de control, donde el control genético y el biológico son las tácticas más adecuadas para evitar contaminación. En el caso del control biológico de tetraníquidos, los fitoseidos son considerados los agentes más importantes (Mirabal, 2003).

### **1. Planteamiento del problema**

Veracruz es el principal estado productor de papayo en México (SIAP, 2010); destacan en orden de importancia por su superficie sembrada los municipios de Tlaxicoyan, Isla, Cotaxtla, Tierra Blanca y Soledad de Doblado, entre 45 municipios productores.

Sin embargo, dentro del proceso de producción del cultivo, el productor enfrenta diferentes problemas. García *et al.* (2004) mencionan que en el estado de Veracruz las plagas, la comercialización y el financiamiento son los problemas principales, detectados a través de entrevistas a productores de papayo de las comunidades Llano de Zárata, Oxaquilla, Alta Luz y El Pozo Mata Ramírez, pertenecientes a los municipios de Actopan, Soledad de Doblado, Manlio Fabio Altamirano y Paso de Ovejas, respectivamente. El virus de la mancha anular del papayo (VMAP) y el ácaro conocido como araña roja (*T. cinnabarinus*) fueron las plagas mencionadas con mayor frecuencia (Machain, 1983; Cisneros *et al.*, 1993; De los Santos *et al.*, 2000; García *et al.*, 2004).

El ácaro blanco *P. latus* ha sido indicado como presente en el Soconusco, Chiapas (De Coss, 2006) y en Veracruz (De los Santos *et al.*, 2000).

Para el control de la araña roja los productores han aplicado Dicofol® (AK-20), Neck®, Agrimec® (Abamectina), Kelthane MF® y Tamarón 600® (Cisneros *et al.*, 1993; Thomson PLM, 2004). Todos estos productos químicos son un riesgo para el ambiente y la fauna silvestre u otros organismos a los que no va dirigida la aplicación, además de representar también riesgos para el aplicador y afectar el estatus de inocuidad de la fruta, necesario para su comercialización internacional.

Por lo tanto, se presenta como necesario el determinar las especies de ácaros fitófagos, reconocer las especies de ácaros depredadores en Veracruz, así como conocer la dinámica poblacional y los plaguicidas selectivos a la fauna benéfica. Lo anterior debe servir para establecer un programa de manejo integrado de ácaros plaga en papayo que contribuya con los productores en una mejor toma de decisiones. Es importante considerar la participación de los productores como piezas clave en el proceso de transferencia y adopción de tecnología para el manejo de los ácaros fitófagos.

## **2. Hipótesis**

### **2.1 Hipótesis general**

Al incorporar dentro del manejo integrado del papayo los conocimientos sobre la acarofauna y su dinámica poblacional, se puede proponer el manejo integrado de los mismos, tomando como base el control biológico y el químico.

### **2.2 Hipótesis específicas**

- a) Dentro de la acarofauna asociada al papayo en Veracruz, se presentan a través del año ácaros depredadores con potencial para el control biológico de al menos dos especies de tetraníquidos plaga presentes.
- b) La aplicación de acaricidas específicos para abatir las poblaciones de ácaros fitófagos permite la supervivencia de las poblaciones de ácaros depredadores.
- c) El modelo de transferencia de tecnología basado en los grupos de crecimiento productivo simultáneo (GCPS) ayuda en la difusión de la tecnología generada, así como a la concientización de la problemática de los ácaros en el cultivo de papayo.

## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivo general**

Generar las bases para establecer un programa de manejo integrado de ácaros plaga del papayo en Veracruz, mediante el conocimiento de la acarofauna presente en la zona Centro del estado y su dinámica poblacional, así como su relación con el control biológico y químico.

### **3.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar las especies y abundancia de ácaros plaga y depredadores en huertos de los principales municipios productores del cultivo en Veracruz.
- b) Evaluar la efectividad de acaricidas de uso común y selectivo a ácaros depredadores.
- c) Evaluar la factibilidad del modelo de transferencia de GCPS para la difusión de los conocimientos generados en este trabajo.

### **4. Revisión de literatura**

A continuación se describe brevemente la importancia del cultivo de papayo nacional e internacional (*Carica papaya* L.), el estatus de los ácaros como plaga, así como teorías y conceptos sobre manejo integrado de plagas y transferencia de tecnología.

#### **4.1 Distribución e importancia económica internacional y nacional del cultivo de papayo**

La papaya es uno de los cultivos tropicales de mayor importancia en el mundo. Durante 2008, México ocupó el quinto lugar en la producción mundial con 638,237 ton, superado por la India, Brasil, Nigeria e Indonesia que tuvieron una producción de 3'629,000, 1'890.286, 765,000 y 653,276 de ton, respectivamente (FAOSTAT, 2010). En el país la superficie plantada durante 2009 fue de 17,745 ha; los estados con mayor superficie plantada y cosechada a diciembre de 2009 fueron Veracruz, Michoacán, Chiapas y Oaxaca; el 30.0 % de la superficie plantada correspondió a Veracruz con una superficie de 5473 ha. A nivel municipal, destacan en Veracruz los municipios de Tlalixcoyan, Isla, Cotaxtla y Tierra Blanca con una superficie sembrada de 800, 750, 700 y 600 ha, respectivamente, sembradas con la variedad Maradol (SIAP, 2010).

La importancia del cultivo es social y económica debido a que genera el sustento para muchas familias. Se emplean aproximadamente 200 jornales por hectárea al año (Guillén-Sánchez, 2000). El cultivo tiene un gran potencial debido a la creciente demanda de fruta en el mercado nacional y extranjero.

La explotación tecnificada en México está restringida a pocas regiones; aun así la tecnificación es una limitante en la fase de producción, debido a que la planta de papaya es atacada por varias plagas de suma importancia, que pueden provocar pérdidas de hasta 100 % (OIRSA, 2003). El control de plagas en el cultivo de papayo representa aproximadamente 30 % del costo total del proceso de producción (Guillén-Sánchez, 2000).

El fruto es una fuente de vitaminas A, B1, B2 y C; además de minerales como hierro y calcio (Agustí, 2004; De los Santos *et al.*, 2000); aunado a esto, es importante por su uso medicinal, industrial y alimenticio. La papaya puede cocinarse cuando está verde y en estado tierno, o puede usarse para hacer conservas, salsas o pasteles. Se elaboran a base de papaya mediante deshidratación productos enlatados o curtidos y en conserva. Últimamente, se ha incrementado el interés en producir la enzima papaína para usarse como ablandador de carne; sin embargo, no ha llegado a ser una industria importante, probablemente debido a que se requiere una tecnología especial para la recolección y el secado del látex (OIRSA, 2003).

La planta puede producir alrededor de 100 frutos por año. Los frutos provenientes de plantas femeninas son lisos y redondos, grandes, con muchas semillas y con una cicatriz pentagonal en la base del fruto. Los frutos producidos por plantas hermafroditas son elipsoides o alargados, con surcos en la superficie y con una cicatriz redondeada en la base; estos frutos son más pequeños, con más pulpa, menos semillas (OIRSA, 2003).

#### **4.2 Conceptos del manejo integrado de plagas**

El manejo integrado de plagas (MIP) es un sistema de manejo que, en el contexto del ambiente en cuestión y de la dinámica de población de las especies plagas, utiliza diferentes métodos y técnicas apropiadas compatibles entre sí, para que mantengan las poblaciones plaga a niveles inferiores de aquéllas que causan daño económico (FAO, 1998; Romero, 2004). Esta definición implica el uso de diferentes formas de control, desde el biológico hasta el químico, apoyándose en el genético con el uso de variedades resistentes, y prácticas culturales como la rotación de cultivos, entre otras (FAO, 1998).

Para el desarrollo y aplicación de un programa de MIP se debe conocer cómo afecta al agroecosistema a las poblaciones de artrópodos plaga y sus depredadores, con la finalidad de poder modificar el binomio plaga-hospedero mediante alguna táctica de control, antes de llegar al uso del control químico con plaguicidas (Romero, 2004). Un programa de MIP se diseña para una plaga en particular o un complejo de plagas en un cultivo determinado y en un área geográfica específica (SAGARPA, 2002). La estrategia del MIP busca mejorar la capacidad de los agricultores para enfrentar los problemas de plagas. El MIP es un "menú de opciones", del cual el mismo agricultor debe seleccionar las prácticas de control que más se adapten a sus circunstancias (Ortiz *et al.*, 1997).

El diseño de un programa de MIP es un trabajo complejo que requiere un estudio minucioso de la dinámica de las poblaciones, la ecología y el comportamiento de las especies que componen el complejo de las plagas y sus enemigos naturales, las prácticas agronómicas actuales del área determinada, y los nuevos métodos que podrían introducirse. Se trata de un trabajo para equipos de investigación, cuyo diseño puede tardarse varios años. Aunque se puede aprender de un programa de MIP enfocado a un cultivo en una zona que es aplicable al mismo cultivo en otra área, en general, para que un programa tenga éxito debe elaborarse específicamente para el cultivo, plaga y área determinada (Andrade *et al.*, 1994; SAGARPA, 2002).

Es importante que los investigadores incluyan a los agricultores locales cuando planifiquen sus estrategias, ya que es necesario que las recomendaciones sean pertinentes y se puedan aplicar, considerando aspectos sociales y sistemas de producción. Algunos programas de MIP no son empleados por los agricultores de un área por restricciones sociales y económicas, o por no ajustarse a sus prácticas agrícolas habituales (SAGARPA, 2002).

La mayoría de los sistemas de MIP se basan en el concepto de aplicar una estrategia de manejo cuando sea necesaria, ya sea química, biológica o cultural. Para ello es fundamental establecer un umbral económico o un umbral de acción para ese complejo cultivo/plaga, dependiendo del número de organismos plaga presentes. El cultivo debe ser supervisado mediante el muestreo de plagas y realizado por un especialista en servicios de extensión o el mismo agricultor, quien debe tomar decisiones de manejo basado en los resultados de dicho muestreo (Keith, 1989; SAGARPA, 2002).

**Umbral económico.** Metcalf y Luckmann (1990) explican que el umbral económico (UE) de una plaga es la densidad de la población a la que se deben aplicar medidas de control, con el fin de evitar el aumento en la población plaga e impedir que ocasione un daño económico. El umbral económico representa una densidad de plagas menor que la del nivel de daño económico (NDE) y es en este momento donde se deben iniciar las medidas de control, de tal manera que se puedan llevar a cabo antes de que la densidad de la plaga exceda el nivel de daño económico. Por tanto, para calcular el UE, debemos conocer el NDE. El umbral económico es un parámetro básico de decisión para iniciar el control de una plaga. El costo del método de control escogido debe ser menor al costo de los daños que evite (Metcalf y Luckmann, 1990).

**Nivel de daño económico.** El NDE es una medida cuantitativa de la densidad de la plaga que determina si un insecto componente del agroecosistema se puede considerar como plaga. Este

dato es importante para poder establecer las tácticas adecuadas (Metcalf y Luckmann, 1990). La determinación del nivel de daño económico es primordial para establecer el umbral económico en un programa de MIP y para reducir el nivel de población de la plaga a la densidad a la cual el daño causado todavía es tolerable; de excederse esta densidad poblacional, se puede reducir con tácticas específicas para impedir brotes significativos que causen daños considerables al cultivo. Stern *et al.* (1959) consideran que el nivel de daño económico es la más baja densidad de la población que causa daño económico o el nivel en el cual el daño ya no es tolerable y, por tanto, es deseable que al alcanzarlo se inicien actividades específicas de control. Otros autores, lo consideran como la densidad más crítica en que las pérdidas causadas por la plaga igualan en valor al costo de las medidas de control de que se dispone (NAS, 1969).

Metcalf y Luckmann (1990) explican que el concepto de NDE es flexible y varía de un área a otra, de variedad a variedad y aun entre dos campos adyacentes, dependiendo de las prácticas agronómicas específicas. El nivel de daño económico disminuye en tanto aumenta el valor del cultivo y el perfil del consumidor. Está en relación inversa al precio del producto y directamente relacionado con el costo del control. Esta variabilidad, además de la diferente susceptibilidad de las variedades y los ambientes de los cultivos, han hecho difícil su aplicación. Por ello, en muchas ocasiones, se obvia el cálculo del NDE, haciendo uso de la experiencia de los agricultores y asesores en las diferentes regiones, con respecto a cuál densidad poblacional sería considerada dañina al cultivo. Esta forma “heurística” de obtener la información no permite obtener un umbral económico, sólo facilita el utilizar un criterio operativo, también conocido como umbral de acción.

El nivel de daño económico es la base para determinar umbrales económicos, es el criterio operacional para ejercer o no una acción contra la plaga El nivel de daño económico es valioso para el manejo preventivo de las plagas (Higley y Pedigo, 1996); representa el punto donde los costos son iguales a los beneficios. Las pérdidas representan los costos asociadas con el daño de la plaga y los costos de control de su manejo; los beneficios son menores por la medida preventiva de manejo.

Higley y Pedigo (1996) establecen que el nivel de daño económico puede ser determinado a partir de la siguiente fórmula:  $NDE = C / V D' K$ , donde K representa la reducción proporcional en daño (pérdida de rendimiento). C representa el costo de manejo por unidad de producción, V es igual al valor de mercado por unidad de productos (precio por kg) y D es igual a pérdida en

rendimiento por plaga. Por tanto, el NDE es un parámetro para estimar el potencial destructivo de una población de una plaga.

**Umbral de acción.** Higley y Pedigo (1996) indican que el término umbral de acción o nivel de acción son criterios de decisión subjetivos que no están basados en el nivel de daño económico, sino en la experiencia de especialistas.

### **4.3. Tácticas de control de MIP**

Existen siete tácticas para el combate de plagas, que se pueden incorporar en un programa de MIP, como las propuestas por Keith (1989):

**Control biológico.** Implica la manipulación del ambiente de los enemigos naturales mediante la provisión artificial o suplementaria de alimentos, el aumento de enemigos naturales mediante la cría masiva de parásitos o depredadores y su subsecuente liberación en campo para controlar a una plaga o para restablecer la población de un enemigo natural diezmada por cataclismo, o la importación y establecimiento de enemigos naturales exóticos que implica su transferencia, referido también como control biológico clásico, la cual puede resultar en una permanente reducción de poblaciones plaga. Además, el control biológico implica la utilización de agentes microbiológicos (hongos, bacterias, virus) para la supresión de plagas.

**Uso de control fitogenético.** Se utilizan cultivares que sean resistentes o tolerantes a plagas.

**Uso de prácticas culturales.** Implican una serie de manipulaciones agronómicas para reducir las poblaciones de plagas, como la preparación del suelo, control del agua, cultivos intercalados, uso de cultivos trampa, control de épocas de siembra y cosecha, entre otras.

**Uso de control mecánico y físico.** Se recomienda la recolección y destrucción manual de plagas, la construcción de barreras físicas, el uso de ultrasonido y la modificación de gases atmosféricos.

**Uso de medidas legales.** Son instrumentos regulatorios gubernamentales que pueden requerir que los agricultores usen ciertas técnicas o que eviten usar otras. Los gobiernos pueden también llevar a cabo ciertos esfuerzos y procedimientos de manera más notable, como la erradicación o cuarentena que los agricultores en forma individual no pueden hacer. Estos esfuerzos pueden ser ajustados a los programas del MIP aplicados a nivel del agricultor.

**Utilización de técnicas autocidas y etológicas.** Son técnicas donde se aprovecha el conocimiento de la naturaleza de los insectos y su comportamiento. Dentro de estas técnicas se

incluye la liberación de insectos estériles, el uso de feromonas y otras sustancias modificadoras del comportamiento.

**Control químico.** Es el uso de plaguicidas para el control o disminución del daño por plagas. Se recomienda el uso de control químico debido a que los plaguicidas son versátiles, fáciles de usar, eficaces y comercialmente atractivos; sin embargo, sus serias inconveniencias de contaminación ambiental y resistencia de las plagas limitan su utilidad y demandan un manejo cuidadoso y juicioso.

**Plaguicidas en general.** Los plaguicidas se clasifican según su composición química en minerales, organoclorados, organofosforados, carbamatos, insecticidas botánicos y derivados, piretroides, reguladores de crecimiento, insecticidas microbiales y otras opciones (Lagunes-Tejeda y Villanueva-Jiménez, 1994).

**Plaguicidas selectivos.** Un plaguicida selectivo permite la supervivencia y viabilidad de enemigos naturales como depredadores y parasitoides (Villanueva-Jiménez y Hoy, 2003).

#### **4.4 Transferencia de tecnología**

Uno de los elementos del desarrollo económico es la transferencia de tecnología, en donde la innovación tecnológica encuentra una forma de difusión organizada que permite su aprovechamiento por la sociedad (Reta, *et al.*, 2004; Van Den Berg y Jiggins, 2007).

Mata (1997) menciona los diferentes modelos de transferencia de tecnología que se han utilizado a través del tiempo: el difusionista, el de “paquetes”, el “método productor-experimentador”, el modelo “agrónomo-Productor” y el de comunicación para la transferencia de tecnología agrícola:

**Difusionista.** Este modelo se caracterizó por suponer que, al proponer tecnologías que generaran mayor eficiencia productiva, su adopción estaba garantizada. Este modelo enfatiza la comunicación de la información, la motivación y la persuasión de mensajes y comunicados para inducir al ensayo y uso de las innovaciones tecnológicas, involucrando a los extensionistas.

**De paquetes.** Con la finalidad de mejorar el modelo anterior, surge este modelo; toma su nombre por proponer la integración de un paquete tecnológico (semilla, fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas, implementos y maquinaria) y un paquete de servicios (información, asesoría, crédito, seguro, mercado y comercialización entre otros). Este modelo se inició en la década de 1960. En este modelo se dificultó la coordinación de centros de investigación con dependencias que prestan servicios institucionales al productor. Un elemento fundamental fue la

interrelación y la comunicación entre los productores y las instituciones involucradas en el proceso de transferencia de tecnología.

**Productor-experimentador.** Este modelo surge al modificar el esquema general de transferencia de tecnología, ubicando al agente extensionista como un contacto entre el investigador y el productor-experimentador. El productor probaba la tecnología y si la validaba, la adoptaba. Entonces se esperaba que los productores vecinos por imitación adoptaran la tecnología.

**Agrónomo-productor.** El objetivo de este modelo fue demostrar que contando con crédito y asistencia técnica se pueden lograr mejorías en la producción. La transferencia se llevaba a cabo con la participación de agrónomos que pusieron en práctica sus conocimientos en igualdad de condiciones y en las comunidades de los productores, para demostrar que con el uso de diferentes tecnologías podían superar los rendimientos locales. Con lo anterior, se lograba la adopción de la tecnología por imitación de los agricultores.

**De comunicación para la transferencia de tecnología agrícola (CTTA).** En este modelo se fortalece el trabajo del extensionista dándole mayor capacitación y preparación para atender a los productores.

Nuevos modelos. Sin embargo, los modelos anteriores no logran la adopción, objetivo final de la transferencia de tecnología, ya que sólo 7 % del total de las unidades de producción se califican como tecnificadas (SAGAR-SAGARPA, 1995-2000). Esto ha generado nuevos modelos de transferencia de tecnología con el objetivo de promover y fomentar la participación de los agricultores en dicho proceso. Ojeda (2000), con su modelo denominado innovación tecnológica interactiva, destaca la interacción entre los actores que intervienen en el proceso, para una mejor cimentación del modelo de transferencia de tecnología, y promueve la innovación tecnológica considerando los conocimientos, problemáticas, análisis, prioridades, condiciones socioeconómicas y agroecológicas de los usuarios, y sobre todo que se enfoque a atender las necesidades sentidas de este actor social.

Por otro lado, el modelo de transferencia de tecnología de Grupos de Crecimiento Productivo Simultáneo (GCPS) (Hernández *et al.*, 2002) se basa en el enfoque de investigación participativa (Priou *et al.*, 2004) en combinación con el enfoque de redes (Muñoz *et al.*, 2007) y los procesos de innovación rural (Salazar y Rosabal, 2007). Tiene como objetivo impulsar la innovación de tecnología para la productividad en los sistemas agrícolas a través de la participación de

productores como los controladores del sistema; se apoya en la experiencia y el criterio del productor, su conocimiento técnico y práctico, y su disposición para compartir información con otros productores, a lo que se le conoce como capacitación de productor a productor (Reta *et al.*, 2004). Los GCPS, por ser un modelo incluyente, permiten la participación de los diferentes estratos sociales así como el manejo de distintas especies y sistemas-producto.

El modelo de GCPS fomenta la formación de grupos solidarios de trabajo, con los cuales se realiza investigación participativa, para que los productores desarrollen sus competencias orientadas al manejo adecuado del agroecosistema y al aprovechamiento integral de los recursos; procura mantener la sustentabilidad de los sistemas productivos y respetar el ambiente (Hernández *et al.*, 2002). La investigación participativa estimula la generación de una conciencia crítica en los adultos para la definición de acciones en la transformación social (Aguilar *et al.*, 2005) y es un proceso activo, donde la población local toma la iniciativa y se guía por sus propias ideas y procesos, sobre los cuales tiene control, en colaboración de técnicos o investigadores (Guéye, 2000; Aguilar *et al.*, 2005).

**Transferencia de tecnología en participación.** Según Aguilar *et al.* (2005), el desarrollo de tecnología en forma participativa tiene tres componentes:

- 1) Un componente técnico, cuyo objetivo es aportar la solución técnica en el proceso de desarrollo del cultivo, buscando en lo posible la sustitución de agroquímicos sintéticos y la asignación de manera óptima de labores culturales.
- 2) Un componente social, como resultado de las interacciones “intensivas” del grupo, generando nuevas formas de cooperación entre agricultores, incluyendo la administración de los experimentos, la concurrencia al mercado y el mantenimiento de equipos, entre otras actividades.
- 3) El componente metodológico, para facilitar y manejar el cambio, incluye:
  - a) Herramientas de aprendizaje para detectar problemas y oportunidades del agricultor y de la comunidad, y fijar su visión y estrategias;
  - b) Desarrollo de las competencias en los agricultores en la observación, análisis, experimentación, reflexión, organización, y negociación de la producción;
  - c) Desarrollo de instituciones conductoras y condiciones de política, diseño de tecnologías apropiadas para la comunicación e información, lo cual facilita la generación multidisciplinaria del conocimiento, su validación y almacenamiento; y
  - d) El diseño, monitoreo y evaluación de la comunicación participativa entre los actores.

El proceso de generación de tecnología agrícola y su transferencia implica proponer técnicas de producción que sean adoptadas por los productores para aumentar la producción, mejorar la calidad de los productos, lograr crecimiento económico y desarrollo social (Just y Antle, 1990; Graham-Tomasi, 1991; Crosson y Anderson, 1993). Tiene la finalidad de favorecer incrementos en la producción, mejoramiento en los beneficios netos del productor e idealmente mejoramiento de la base de los recursos.

La apropiación de tecnología es un proceso que requiere de un acercamiento entre el enfoque tecnológico y los enfoques social, económico y político (Barret, 1999). El proceso de generación y difusión de tecnología tiene que partir de la experiencia local y de la participación de los campesinos en todas las etapas del proceso (Triomphe, 1998).

Tradicionalmente, se ha considerado a la transferencia de tecnología agrícola como un traslado de tecnología del extensionista o experto hacia el agricultor, lo que implica una transferencia vertical, en la cual se considera al agricultor como un receptor pasivo que debe ser llenado con recomendaciones o paquetes tecnológicos.

Desde finales del siglo pasado, se reconoció que tanto el agricultor como el extensionista o el investigador tienen conocimientos válidos (Ortiz *et al.*, 1997). El agricultor tiene un conocimiento importante sobre aspectos referidos a su sistema de producción, el cual le ha permitido sobrevivir por muchos años (Rhoades, 1984; Okali *et al.*, 1994). De igual manera los extensionistas e investigadores son expertos en temas específicos y manejan gran cantidad de información constantemente actualizada; ellos pueden contribuir a solucionar nuevos problemas generados en los rápidos cambios de las condiciones socioeconómicas y del medio ambiente. Es necesario que se combinen ambos tipos de conocimiento para enfrentar dichos cambios (Salas, 1992; Agraval, 1995; Park y Seaton, 1996).

#### **4.5. Transferencia de tecnología y MIP**

La estrategia del Programa de Manejo Integrado de Plagas del Centro Internacional de la Papa (CIP) se basa en intercambiar información con las comunidades rurales, a través de los programas nacionales y de las ONGs. Dentro de esta perspectiva, el concepto de transferir una tecnología cambia por el de enseñarla. En el caso del MIP, implica la disseminación secuencial y paulatina de información, la consecuente asimilación y la generación de conocimiento y su aplicación en la práctica por los agricultores (Ortiz *et al.*, 1997).

Las estrategias que se generen se basan en el conocimiento del ecosistema natural y en general en el conocimiento de los agroecosistemas de los productores, lo cual se refleja en la disminución de pérdidas en el cultivo, a través de una cuidadosa integración de varias técnicas de monitoreo y control que maximicen el uso de componentes biológicos y culturales (OIRSA, 2003), con la finalidad de obtener productos como papaya de alta calidad, que sea lo menos susceptible al deterioro por manejo postcosecha y evite pérdidas debido al ataque de plagas, con una menor dependencia de plaguicidas sintéticos (OIRSA, 2003).

Existe el antecedente del desarrollo de un programa de manejo integrado de plagas y del cultivo del papayo, con la finalidad de disminuir los daños ocasionados al cultivo por el virus de la mancha anular del papayo (VMAP) en el estado de Veracruz, donde se lograron mayores ingresos con el MIP que con el manejo tradicional (Andrade *et al.*, 1994; Hernández-Castro *et al.*, 2006).

Según Ortiz *et al.* (1997), el MIP no se transfiere, se enseña a través de un proceso secuencial que inicia con la identificación de los vacíos de conocimiento que tienen los agricultores con respecto a las plagas. Continúa con la enseñanza de los aspectos que los agricultores no conocen, como el ciclo biológico del insecto, su comportamiento, la relación con el ciclo del cultivo y las fuentes de infestación. Después se enseñan las prácticas de control, enfatizando la comprensión de los principios técnicos de cada una de ellas, para de esta manera mejorar el proceso de toma de decisiones.

El proceso de enseñanza del MIP debe aprovechar los recursos de la naturaleza como principal material didáctico. Los materiales audiovisuales juegan un papel complementario, sobre todo para despertar interés y reforzar la información difundida. Además, se deben desarrollar métodos no convencionales como concursos de recolección de insectos, de dibujo u otros para apoyar la enseñanza del MIP. La organización comunal es un factor muy importante para lograr la difusión del MIP en mayor escala. No se puede tener éxito en el control de una plaga si no se logran acciones conjuntas basadas en el conocimiento e información compartidos por los miembros de una comunidad. De igual manera, la información sobre MIP debe ser difundida también a niveles institucionales, gubernamentales, educativos y de organizaciones de agricultores; de esta manera se contribuiría a uniformizar criterios de acción relacionados al control de plagas agrícolas (Ortiz *et al.*, 1997).

#### 4.6. Aspectos que determinan la eficiencia de la capacitación y transferencia a productores

El grado de escolaridad puede influir en la actitud del productor para conocer e incorporar cambios tecnológicos en sus procesos productivos; de igual manera afecta la calidad de la recepción y dificulta el proceso de transmisión de información, ya que hace necesario utilizar técnicas didácticas que faciliten el entendimiento mutuo entre las partes involucradas. La edad podría ser un factor que afecte la forma en que se promueve la incorporación de nuevas y mejores técnicas o actividades agrícolas, encaminadas a mejorar la rentabilidad o sanidad de un cultivo (Castillo *et al.*, 2004, Aguilar *et al.*, 2005).

#### 4.7. Importancia de los ácaros en papayo

Existen dos grupos de ácaros asociados al cultivo del papayo, los fitófagos (especies plaga) ó parásitos (Figura 1) y los ácaros depredadores; estos últimos sirven para regular las poblaciones de los primeros. A continuación se describe cada uno de estos grupos:

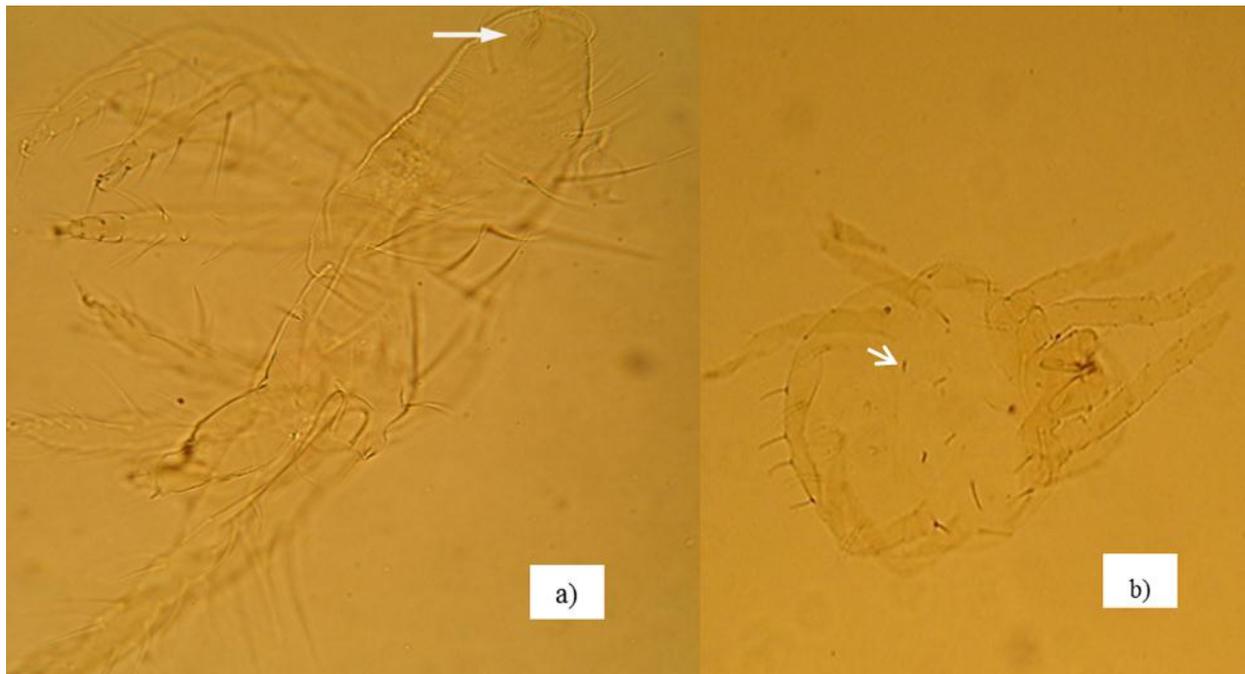


Figura 1. Especies de ácaros fitófagos: a) Macho de *Eotetranychus lewisi*, flecha indicando el edeago en forma de flama con terminación delgada, y b) Hembra de *Eotetranychus banksi*, flecha indicando setas cortas en forma de bate.

**Especies de ácaros plaga en papayo.** Bolland *et al.* (1998) mencionan que en el mundo existen 32 especies de la familia Tetranychidae que atacan a plantas de papayo, distribuidos en los principales países productores. Amrine y Stansy (1994) reportan tres especies de la familia Eriophyidae para *C. papaya*. De la familia Tarsonemidae, el único ácaro reportado atacando papayo es *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Gerson, 1992). Los ácaros causan daños severos; entre las especies más dañinas para el cultivo están *Eutetranychus orientalis* Klein, *Oligonychus yothersi* Mc Gregor, *Tetranychus evansi* Baker, *Tetranychus lambi* Pritchard & Baker, *Tetranychus lombardini* Baker & Pritchard, *Tetranychus neocaledonicus* André y *Tetranychus truncatus* Ehara (familia Tetranychidae), así como *Calacarus citrifolii* (familia Eriophyidae); esta última especie es vector de la mancha concéntrica de los cítricos (Amrine y Stansy, 1994). Afortunadamente, no existen reportes de la presencia de esta enfermedad en México; sin embargo, la introducción de los ácaros antes citados puede repercutir en pérdidas económicas para los agricultores.

Como se mencionó en la introducción, los ácaros detectados en México atacando al papayo son *Eutetranychus banksi*, *Panonychus citri*, *Tetranychus desertorum*, *T. gloveri*, *T. kanzawai*, *T. marianae*, *T. urticae* (Tuttle *et al.*, 1976; García, 1981; Otero-Colina, 1987, Pantoja *et al.*, 2002) y *Polyphagotarsonemus latus* (De Coss, 2006); este último causa reducción del área foliar y deformaciones de las hojas de papayo, síntomas parecidos a los descritos en el Soconusco, Chiapas, como “mano de mono”.

#### **4.8. Especies de ácaros depredadores en la agricultura**

Los ácaros son las plagas más dañinas de la agricultura (Mirabal, 2003), después de los insectos. Su control químico es difícil debido a la rapidez para adquirir resistencia, la que puede ser múltiple (Cranham y Helle, 1985). En la actualidad existen múltiples organismos para desarrollar el control biológico de los ácaros nocivos como microorganismos entomopatógenos, insectos y ácaros depredadores, siendo estos últimos los más utilizados. El control biológico de fitoácaros a través de ácaros depredadores ha tenido gran éxito, de modo que muchos de ellos forman parte de programas de manejo integrado en diversos cultivos en todo el mundo (Mirabal, 2003).

Según su biología, existen cuatro grupos de ácaros que pueden ser empleados dentro de un programa de MIP (McMurtry y Croft, 1997).

Los de tipo I son los depredadores especializados de especies de ácaros del género *Tetranychus*, representados por especies de *Phytoseiulus*.

Los de tipo II son los depredadores selectivos de ácaros tetraníquidos frecuentemente asociados con especies que producen telarañas), representadas por *Galendromus*, algunos *Neoseiulus*, y unas pocas especies de *Typhlodromus*.

Los del tipo III son depredadores generalistas representados por algunos *Neoseiulus* y la mayoría por especies del género *Typhlodromus* y *Amblyseius*.

Finalmente, los del tipo IV son ácaros que se alimentan de polen y pueden ser depredadores generalistas, representados por especies del género *Euseius* (McMurtry y Croft, 1997).

En el caso particular de los tetraníquidos, los más utilizados son los depredadores de la familia Phytoseiidae. Aun cuando tiene la desventaja de tardar algún tiempo para hacer efectivo el control, resultan amigables con el ambiente y la salud humana. De este modo, el control biológico continúa imponiéndose como un método de manejo de plagas universal, dado por los beneficios que ha ofrecido a lo largo de su historia, como su permanencia, seguridad, conservación del entorno y especialmente por evitar problemas tan graves como la resistencia y el resurgimiento de plagas (Mirabal, 2003).

Collier *et al.* (2004) reportaron la presencia del ácaro depredador *Neoseiulus idaeus*, en huertos de papayo con empleo de acaricidas, por lo que lo recomiendan para programas de control biológico de *Tetranychus urticae*.

#### **4.9. Manejo de ácaros en papayo**

Para lograr el abatimiento de las poblaciones de ácaros plaga, se recomienda realizar aspersiones de agua durante la época seca; la destrucción de hospederos alternos en la cercanía del campo antes de la siembra, con el propósito de reducir focos de infestación; la liberación de depredadores como la mariquita negra *Stethorus* sp., cecidómidos y chinches; además de aplicaciones de productos a base de azufre y posteriormente, si es necesario, utilizar productos específicos como la abamectina (OIRSA, 2003), así como a el uso de ácaros depredadores (Collier *et al.*, 2004 y Mirabal, 2003).

## 5. Literatura citada

- Agraval, A. 1995. Indigenous knowledge and scientific knowledge: some critical comments. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*. 3(3): 3-6.
- Aguilar, A. J., Santoyo, C. V. H., Solleiro, R. J. L., Altamirano, C. J. R., Baca Del Moral, J. 2005. *Transferencia e Innovación Tecnológica en la Agricultura*. Fundación Produce Michoacán-Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 19-41.
- Agustí, M. 2004. *Fruticultura*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 478-488.
- Amrine, J. W, Stansy, T. A. 1994. *Catalogue of the Eriophyoidea (Acari: Prostigmata) of the world*, Indira Publishing. Bloomfield, USA. 1186 p.
- Andrade, H., Ávila, C., García, E., Mora, A., Nieto, D., Téliz, D., Villanueva, J. 1994. La mancha anular del papayo en Veracruz, México y su manejo integrado. VII Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz. Veracruz, México. pp. 87-92.
- Barret, P. 1999. Hacia una reflexión sobre las experiencias de apropiación de tecnologías. En: *La Apropiación de Tecnologías para el Desarrollo Rural. Memorias del Encuentro Taller*. Pátzcuaro, Michoacán, México. 81 p.
- Bolland, H. R., Gutierrez, J., Flechtmann, C. H. W. 1998. *World Catalogue of the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae)*. Brill Academic Publishers. Boston, USA. 384 p.
- Castillo M., J. A., Villanueva-Jiménez, J. A., Ortega A., L. D. 2004. Capacitación de productores en investigación acción: Estudio de caso del control biológico del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) en agroecosistemas de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 4: 15-20.
- Cisneros S., V. M., Martínez P., D., Díaz C., S., Torres R., J. A., Guadarrama Z., C., Cruz L., A. 1993. *Caracterización de la Agricultura de la Zona Central de Veracruz*. Centro Regional Universitario Oriente (CRUO). Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 117 p.

- Collier, K. F. S., De la Lima, J. O. G., Albuquerque, G. S. 2004. Predacious mites in papaya (*Carica papaya* L.) orchards: in search of a biological control agent of phytophagous mite pest. *Neotropical Entomology*. 33(6): 799-803.
- Constantinides, L. N., McHugh, J. J. (eds.). 2008. Pest management strategic plan for papaya production in Hawaii. University of Hawaii at Mānoa Hilo, Hawaii. 110 p.
- Cranham, J. E., Helle, W. 1985. Pesticide resistance in Tetranychidae. In: Helle, W., Sabelis, M. W. (eds.). *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1B. Amsterdam, Elsevier Science. USA. pp. 405-422.
- Crosson, P., Anderson, J. R. 1993. Concerns for sustainability: integration of natural resource and environmental issues in the research agendas of NARS. ISNAR Research Report No. 4. The Hague: International Service for National Agricultural Research. 60 p.
- De Coss F., M. E. 2006. Bioecología y herbivoría del ácaro *Polyphagotarsonemus latus* (banks) en *Carica papaya* L. Tesis doctoral Universidad Autónoma de Chiapas. México. 171 p.
- 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. INIFAP-SAGAR-Fundación Produce Veracruz. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico Núm. 17. Veracruz, México. 87 p.
- Deloya, A. C., Valenzuela, J. E. 1999. Catálogo de Insectos y Ácaros Plaga de los Cultivos Agrícolas de México. Sociedad Mexicana de Entomología. México. 176 p.
- Estébanes-González, M. L. y Baker, E. W. 1966. Arañas rojas de México (Acarina: Tetranychidae). *Annales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*. 15: 61-133.
- FAO. 1998. Noticias. 27 de noviembre de 1998. <http://www.fao.org/NOTICIAS/1998/ipm-s.htm>. (Consultado: 1/04/2007).
- García G., C. G., Villanueva J., J. A., Bustillo G., L. C., Gallardo L., F., González M., M. V. 2004. Análisis exploratorio sobre la problemática de la producción de papaya (*Carica papaya* L.) en cuatro comunidades de Veracruz, México. Colegio de Postgraduados. 1 p. [http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu\\_Publi/Avances2004/analisis\\_exploratorio\\_de\\_problemativa\\_papaya.html](http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu_Publi/Avances2004/analisis_exploratorio_de_problemativa_papaya.html) (Consultado: 03/05/2007).
- García, M. C. 1981. Lista de Insectos y Ácaros Perjudiciales a los Cultivos en México. *Fitófilo*. 86: 1-196.

- Gerson, U. 1992. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental and Applied Acarology*. 13: 163-178.
- Graham-Tomasi, T. 1991. Sustainability: concepts and implications for agricultural research policy. In: Pardey, P. G., Roseboom, J., Anderson, J. R. (eds.). *Agricultural Research Policy: International Quantitative Perspectives*. Cambridge University Press. USA. 275 p.
- Guéye, E. F. 2000. The role of family poultry in poverty alleviation, food security and the promotion of gender equality in rural Africa. *Agriculture*. 29(2): 129-136.
- Guillén-Sánchez, D. 2000. Plagas y enfermedades del papayo. En: Fuentes Dávila, G., Castillo Ponce, G. (eds.). *Fitosanidad de Cultivos Tropicales*. Sociedad Mexicana de Fitopatología. México. pp. 46-53.
- Hernández M., M., Reta M., J. L., Gallardo L., F., Nava T., M. E. 2002. Tipología de productores de mojarra tilapia (*Oreochromis* spp): base para la formación de grupos de crecimiento productivo simultáneo (GCPS) en el estado de Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 1: 13-19.
- Hernández-Castro, E., Reta-Mendiola, J., Del Ángel-Pérez, A. L., Villanueva-Jiménez, J. A., Riestra-Díaz, D. 2006. Comparación productiva, económica y energética de dos estrategias de manejo en el cultivo de papayo cv Maradol roja en la zona central de Veracruz. *Compendio de resúmenes. VI Seminario Internacional de Frutas Tropicales*. Colombia. 1-12 p.
- Herron, G. A., Rophail, J., Wilson, L. J. 2004. Chlorfenapyr resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Australian cotton. *Experimental and Applied Acarology*. 34: 315-321.
- Higley, L. G., Pedigo, L. P. 1996. *Economic Tresholds for Integrated Pest Management*. Universidad of Nebraska. London. 327 p.
- Just, R. E., Antle J. M. 1990. Interactions between agricultural and environmental policies. *American Economy Review*. 80(2): 197-202.
- Keith, L. A. 1989. Introducción a los conceptos de Manejo integrado de plagas. In: Andrews, K. L., Quesada J., R. (eds.). *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura*. CATIE, Costa Rica. 623 p.
- Lagunes-Tejeda, A., Villanueva-Jiménez, J. A. 1994. *Toxicología y Manejo de Insecticidas*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México. 264 p.

- Machain, L. M. 1983. Plagas del papayo en Veracruz y sus depredadores. Secretaría de Agricultura y Recursos hidráulicos (SARH). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro. Campo Agrícola Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico No. 1. Veracruz, México. 23 p.
- Mata, G. B. 1997. Avances de una Propuesta Metodológica para la Generación y Adopción de Tecnología Agrícola, En: Transferencia de Tecnología Agrícola en México: Crítica y Propuestas. Universidad Autónoma Chapingo, México. pp. 156-171.
- 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.
- Metcalf, R. L., Luckmann, W. H. 1990. Introducción al Manejo de Plagas de Insectos. Ed. Noriega. México. 710 p.
- Mirabal, L. 2003. Los ácaros depredadores como agentes de control biológico. *Revista Protección Vegetal*. 18 (3): 145-152.
- Muñoz, R. M., Aguilar, A. J., Rendón, M. R., Reyes, A. C. J. 2007. Análisis de la Dinámica de Innovación en Cadenas Agroalimentarias. Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM/PIIAI. Texcoco, México. 82 p.
- National Academy of Sciences (NAS). 1969. *Insect Pest Management and Control*. Publ. 1965. Washington, D. C. USA. 508 p.
- Ochoa, R., Aguilar, H., Vargas, C. 1991. *Ácaros Fitófagos de América Central: Guía Ilustrada*. CATIE, Costa Rica. 251 p.
- Ohlendorf, B. (ed.). 2000. *Spider Mites, Integrated Pest Management in the Home Garden*. Pest Notes. Publication 7405. Universidad de California. Division of Agriculture and Natural Resources. USA. 3 p.
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2003. *Manual Producción Ecológica con Énfasis en Cultivos Tropicales*. Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación No Tradicional (VITINEX). Manual del Seminario de Producción Ecológica con Énfasis en Cultivos Tropicales y Miel. República de China-OIRSA. Petén, Guatemala. 76 p.
- Ojeda, E. L. A. 2000. *Innovación Tecnológica Interactiva: Bases y perspectivas en México, Estudio en la Cuenca del Papaloapan*, Tesis de Doctorado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Chapingo. México. 267 p.

- Okali, C., Sumberg, J., Farrington, J. 1994. Farmer Participatory Research. Rhetoric and Reality. Intermediate Technology Publications. London. 159 p.
- Ortiz, O., Alcázar, J., Palacios, M. 1997. La enseñanza del manejo integrado de plagas en el cultivo de la papa: La experiencia del CIP en la Zona Andina del Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 9/10(1).
- Otero-Colina, G. 1987. Ácaros colectados sobre plantas cultivadas en el estado de Tabasco, México y su importancia. *Folia Entomología Mexicana*. 69: 127-147.
- Pantoja, A., Follett, P. A., Villanueva-Jiménez, J. A. 2002. Pests of Papaya. In: *Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control*. CAB International. USA. pp. 131-156.
- Park, J., Seaton R. 1996. Integrative research and sustainable agriculture. *Agricultural Systems*. 50: 81-100.
- Price, J. F., Legard, D. E., Chandler, C. K. 2000. Mite Resistance to abamectin on strawberry and strategies for resistance management. In: Hietaranta, T., Linna, M. M., Palonen, P., Parikka, P. (eds.). *Proceedings of 4th International Strawberry Symposium*. *Acta Horticulturae*. 567: 683-685.
- Priou, S., Barea, O., Equise, H., Aley, P. 2004. Capacitación e investigación participativa para el manejo integrado de la marchitez bacteriana de la papa. *Experiencias en Perú y Bolivia*. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 80 p.
- Reta M., J. L., Asiain H., A., Gallardo L., F., Suárez S., C. 2004. Modelo de transferencia de tecnología para la optimización de la producción de tilapia en Veracruz, México. [http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu\\_Publi/Avances2004/Transferencia\\_tilapia.html](http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu_Publi/Avances2004/Transferencia_tilapia.html) (Consultado: 10/11/2010).
- Rhoades, R. 1984. Para comprender a los pequeños agricultores. *Perspectivas socioculturales de la investigación agrícola*. Departamento de Ciencias Sociales. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 9 p.
- Romero, R. F. 2004. *Manejo Integrado de Plagas*. Universidad Autónoma Chapingo-Colegio de Postgraduados. México. 96 p.
- SAGARPA. 2002. Manejo integrado de plagas. En: SAGARPA, SSA, STPS, SEMARNAP, CESAVEG Y AMIFAC (Eds.) 2002. *Programa Nacional contra Riesgos por el Uso de Plaguicidas*. México. pp. 1-14.

- Salas, M. 1992. Extension and indigenous knowledge systems in conflict. Strengthening the Andean Knowledge Systems in Peru. *Journal of Extension Systems*. 8: 18-29.
- Salazar, L. L., Rosabal, N. Y. 2007. Procesos de innovación rural: una mirada al desarrollo rural desde la reflexión y experiencia de América Latina. Digesa, Lara., S.A. Barquisimeto. Venezuela. 422 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR-SAGARPA). 1995-2000. Programa Agropecuario y de Desarrollo Rural. México, D. F.
- SIAP. 2010. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIAP-SAGARPA. <http://www.siap.gob.mx/> (Consultado: 06/12/2010).
- Stern, V. M., Smith, R. F., Van den Bosch, R., Hagen, K. S. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia*. 29(2): 81-101.
- Stumpf, N., Nauen, R. 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 72: 111-121.
- Teixeira da S., J. A., Rashid, Z., Tan, N. D., Sivakumar, D., Gera, A., Teixeira, S. M., Tennant, P. F. 2007. Papaya (*Carica papaya* L.) biology and biotechnology. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*. 1(1): 47-73.
- Thomson PLM. 2004. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 14a ed. CD interactivo. Thomson PLM S. A de C. V. México.
- Triomphe, B. 1998. Introducción a la experimentación campesina. En: *Gestión de Recursos Naturales* No. 10. México. 63 p.
- Tuttle, D. M., Baker, W. E., Abbatiello, M. J. 1976. Spider mites of Mexico (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*. 2(2): 1-102.
- Van Den Berg, H., Jiggins, J. 2007. Investing in farmers: The impact of farmers field schools in relation to integrated pest management. *World Development*. 35(4): 663-686.
- Villanueva-Jiménez, J. A., Hoy, M. A. 2003. Integración del control biológico con el control químico. En: *Memorias del Curso de Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Guadalajara, Jalisco, México. pp. 143-154.



# CAPÍTULO I. ACAROFAUNA ASOCIADA A HUERTAS DE PAPAYO EN VERACRUZ, MÉXICO

## Resumen

Varios autores han generado confusión acerca de la identidad de las especies de ácaros presentes en papayo en México, principalmente de las que ocasionan daños en el cogollo. Con el objetivo de aclarar esa confusión se realizaron colectas en hojas de tres estratos (alto, medio y bajo) para determinar la acarofauna asociada al papayo en siete municipios de la zona Centro del estado de Veracruz. Se georreferenciaron las huertas estudiadas. Las hojas colectadas se procesaron con la técnica de lavado-tamizado. Se encontraron cuatro tetraníquidos: *Eotetranychus lewisi* McGregor, *Eutetranychus banksi* McGregor, *Tetranychus merganser* Boudreaux y *Tetranychus urticae* Koch. Dos fitoseidos fueron los más abundantes: *Euseius hibisci* (Chant) y *Galendromus helveolus* Chant. Se localizó al eriófido errante *Calacarus citrifolii* Keifer en tres municipios sobre hojas viejas. No se presentaron el ácaro blanco, *Polyphagotarsonemus latus* Banks, ni el ácaro carmín *Tetranychus cinnabarinus* Koch, consignados previamente para la zona. Las especies de fitoseidos encontradas no son de reciente introducción, se han utilizado como agentes de control biológico de tetraníquidos en huertas de aguacate y cítricos.

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

## ACAROFAUNA ASSOCIATED TO PAPAYA ORCHARDS IN VERACRUZ, MEXICO

### Abstract

Species identity of papaya mites present in Mexico has been confused by several authors, mainly those causing damage to apical leaves. To solve this confusion, collections on papaya leaves from three strata (high, medium and low), were performed to determine the acarofauna associated with papaya trees in seven municipalities of the Central zone of Veracruz state. Studied orchards were georeferenced. Collected leaves were sieve-washed. Four tetranychids were found: *Eotetranychus lewisi* McGregor, *Eutetranychus banksi* McGregor, *Tetranychus merganser* Boudreaux and *Tetranychus urticae* Koch. Two phytoseids were the most abundant: *Euseius hibisci* (Chant) and *Galendromus helveolus* Chant. The errant eriophyid species *Calacarus citrifolii* Keifer was located in elder leaves from three municipalities. Neither the white mite *Polyphagotarsonemus latus* Banks, nor the carmine mite *Tetranychus cinnabarinus* Koch were present, both species recorded previously in the area. The species of phytoseids found are not recently established, and have been used elsewhere as biological control agents of tetranychids in orchards of avocado and citrus.

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

## 1.1 Introducción

Se conocen varias familias de ácaros importantes en la agricultura, como la familia Tetranychidae en la cual todas sus especies son fitófagas (Badii *et al.*, 2010); muchas de estas especies forman parte de un complejo conocido por los agricultores como “arañitas rojas”. Otras especies de importancia agrícola pertenecen a la familia Eriophyidae, donde se encuentran ácaros que pueden transmitir virus (Thresh, 1974 y Agrios, 2002) y a la familia Tarsonemidae, que incluye especies fitófagas de gran importancia (Jeppson *et al.*, 1975). Sin embargo, también existen familias de ácaros benéficos, las más importantes son Phytoseiidae, Ascidae, Tydeidae, Bdellidae, Stigmaeidae y Cheyletidae (Mirabal, 2003). Los ácaros fitófagos se han considerado plagas potenciales de los principales alimentos, fibras y ornamentales desde la década de los 50's (Rabbinge, 1985) debido a la promoción de la agricultura intensiva, que recurre al uso excesivo de plaguicidas, con lo que se eliminan depredadores naturales y existe un desequilibrio que favorece el crecimiento poblacional de los ácaros fitófagos (Hoy, 1985; Rabbinge, 1985; Raupp *et al.*, 2004) además de favorecerlos al encontrar tejido succulento por la aplicación de fertilizantes y riego (Rabbinge, 1985).

En el mundo existen 32 especies de la familia Tetranychidae que dañan al cultivo de papayo, distribuidas en los principales países productores (Bolland *et al.*, 1998). Entre las especies más dañinas para el cultivo se conoce a *Eutetranychus orientalis* Klein, *Oligonychus yothersi* McGregor, *Tetranychus evansi* Baker, *Tetranychus lambi* Pritchard & Baker, *Tetranychus lombardini* Baker & Pritchard, *Tetranychus neocaledonicus* André y *Tetranychus truncatus* Ehara (McMurtry, 1985; Doreste, 1988; Pantoja *et al.*, 2002), además de *Calacarus citrifolii* Keifer de la familia Eriophyidae, vector de la mancha concéntrica de los cítricos (Amrine y Stansy, 1994). En México no existen registros de la presencia de alguno de ellos (excepto la cita de *O. yothersi* de Estébanes y Baker, 1968); sin embargo, la introducción de alguno podría repercutir en mermas económicas para los agricultores. *Polyphagotarsonemus latus* Banks es un ácaro de la familia Tarsonemidae, conocido a nivel mundial y que ocasiona drásticos daños a los brotes del papayo (Aubert *et al.*, 1981; Gerson, 1992). Otros eriófidos que la literatura cita como plagas del papayo son *Calacarus citrifolii* Keifer, que afecta al follaje (De la Torre, 2005), *Calacarus brionesae* Keifer, sobre hojas y fruto (Pantoja *et al.*, 2002), y *Calacarus flagelliset* Flechtmann, de Moraes y Barbosa, en hojas (González *et al.*, 2007).

En México los ácaros que se han encontrado atacando al papayo son *Eutetranychus banksi* McGregor, *Panonychus citri* McGregor, *Tetranychus desertorum* Banks, *T. gloveri* Banks, *T. kanzawai* Kishida, *T. marianae* McGregor, *T. urticae* Koch (García, 1981), *Oligonychus yothersi* McGregor, *T. cinnabarinus* Boisduval, *T. gloveri* Banks, *T. ludeni* Zacher, *T. mexicanus* McGregor (Estébanes y Baker, 1968) y *T. merganser* Boudreaux (Deloya y Valenzuela, 1999). Además, se ha registrado a *P. latus* en el Soconusco, Chiapas (De Coss, 2006). En el estado de Veracruz, los daños ocasionados por ácaros son el segundo problema fitosanitario en importancia en este cultivo (García *et al.*, 2004). Diferentes investigadores indican la presencia de *T. cinnabarinus* en este estado, sin abundar en su identidad taxonómica (De los Santos *et al.*, 2000; García *et al.*, 2004), guiados quizás por su color carmín. También *Eotetranychus lewisi* McGregor se encontró afectando hojas de papaya tipo hawaiana (Deloya y Valenzuela, 1999). Además, De los Santos *et al.* (2000) incluyen a *P. latus* como una de las plagas importantes del cultivo en Veracruz. Sin embargo, en la zona Centro del estado no existen registros actualizados de la acarofauna que vive sobre papayo. Incluso, se presenta información inconsistente de la identidad de ácaros plaga en la región, lo que afecta su manejo.

De manera generalizada los productores de papayo en México han notado un incremento reciente en la importancia de los daños causados por ácaros a ese cultivo, hecho que llevó a autoridades mexicanas a considerar ese tema como prioritario a nivel nacional (CONACYT, 2006). Ante el desconocimiento de la identidad de los ácaros asociados a ese incremento en daños, surge la pregunta de si se debe al ingreso de una especie exótica al país, particularmente al estado de Veracruz, o si especies nativas o establecidas en México por largo tiempo han tenido brotes recientes, probablemente como resultado de las prácticas agrícolas, sobre todo uso de plaguicidas, que eliminan a los enemigos naturales, con lo que los ácaros presentes quedan sin control. El objetivo de este estudio fue actualizar la información sobre las especies de ácaros, tanto plagas como depredadores, presentes en los municipios papayeros del centro del estado de Veracruz, y con ello caracterizar las poblaciones y explicar porqué los productores han notado el incremento en importancia de los ácaros plaga en el papayo.

## 1.2 Materiales y métodos

Se muestrearon huertas de papayo var. Maradol roja, de mayo 2007 a octubre 2008 en los municipios de Paso de Ovejas (en “El arenal” de la comunidad de San Marcos), Emiliano Zapata (La Cumbre), Alto Lucero (Santa Ana 1 y Santa Ana 2), Manlio Fabio Altamirano (Tepetates y San Juan De Estancia), Cotaxtla (Cerro el Frayle, Mata Tambor y Loma Angosta), Puente Nacional (Paso de Varas y Parcela Escolar) y Actopan (Mozombo), en el estado de Veracruz, México. En cada huerta se realizó una colecta sistemática en diagonal, en 20 plantas y una hoja por cada uno de los estratos de la copa de cada planta (alto o cogollo, parte media y parte baja). Cada huerta fue geo-referenciada con un equipo Garmin GPS map 76CSx (Cuadro 1.1). En la huerta del Arenal se realizó la colecta en dos fechas.

Cuadro 1. 1 Localización geográfica de las huertas de papayo donde se obtuvieron las muestras por lavado-tamizado de hojas, para conocer la acarofauna asociada. Veracruz, México, 2007-2008.

Municipio	Localidad	Coordenadas		
		Latitud N	Longitud O	Altitud
Cotaxtla	Loma Angosta	18° 53' 00.00"	96° 24' 14.50"	54 m
Cotaxtla	Mata Tambor	18° 53' 38.00"	96° 22' 42.20"	70 m
Cotaxtla	Cerro del Frayle	18° 55' 21.70"	96° 21' 50.90"	42 m
Manlio F. Altamirano	Tepetates	19° 11' 38.10"	96° 20' 17.60"	14 m
Manlio F. Altamirano	San Juan de Estancia	19° 08' 18.80"	96° 20' 07.60"	3 m
Paso de Ovejas	El Arenal, San Marcos	19° 18' 05.30"	96° 23' 53.30"	28 m
Puente Nacional	Paso de Varas	19° 21' 23.30"	96° 25' 05.30"	46 m
Puente Nacional	Parcela Escolar Primaria	19° 19' 52.40"	96° 28' 47.40"	99 m
Actopan	Mozombo	19° 30' 37.56"	96° 27' 55.66"	63 m
Alto Lucero	Santa Ana 1	19° 53' 25.08"	96° 30' 42.30"	9 m
Alto Lucero	Santa Ana 2	19° 53' 06.36"	96° 30' 50.70"	15 m
Emiliano Zapata	La Cumbre	19° 23' 18.70"	96° 38' 45.60"	353 m

Los ácaros presentes en las hojas se desprendieron de éstas mediante lavado en un fuerte chorro de agua sobre una columna de dos tamices (de aberturas 1000 y 30  $\mu$ m) y se recuperaron del último de dichos tamices con un chorro de alcohol aplicado con una piceta. Posteriormente, los ácaros se conservaron en frascos con alcohol 70 %, y ejemplares representativos de morfo-especies se transfirieron a una solución de ácido láctico al 85 %. Los ácaros se separaron por familia y morfo-especie y se contabilizaron. Se presenta el promedio aritmético de la muestra compuesta de 20 hojas lavadas y tamizadas en conjunto, en un estrato dado, indicado como

ácaros por hoja, por lo cual no fue posible obtener una medida de dispersión por estrato. Para la determinación de las especies asociadas al papayo se realizaron preparaciones permanentes con líquido de Hoyer. Inicialmente se emplearon claves dicotómicas de Krantz y Walter (2009) para la determinación de familias; posteriormente se determinaron género y especies de tetraníquidos mediante las claves de Tuttle *et al.* (1976), con la corroboración del Dr. Gabriel Otero Colina, especialista en Acari.

### 1.3 Resultados

En los municipios estudiados, las especies de ácaros plaga encontrados fueron *E. lewisi*, *E. banksi*, *T. merganser* y *T. urticae*. Además, se ubicó a *C. citrifolii* en las comunidades de El Arenal, San Marcos, municipio de Paso de Ovejas en hojas del estrato bajo; Loma Angosta, en los estratos medio y bajo, y Cerro del Frayle, en el estrato medio, ambas comunidades del Municipio de Cotaxtla, así como en San Juan de Estancia, municipio de Manlio F. Altamirano, en el estrato bajo (Cuadro 1.2). Esta especie se considera un ácaro errante debido a que no vive dentro de yemas ni ocasiona agallas.

La especie más abundante en los tres estratos en Santa Ana, municipio de Alto Lucero fue *T. merganser*. También se encontró a esta especie en San Juan de Estancia (Manlio F. Altamirano) en los estratos medio y bajo y en Loma Angosta (Cotaxtla) en los estratos medio y bajo, pero en menores densidades.

*E. lewisi* fue más abundante en la comunidad de Mozomboa, seguido de Loma Angosta. *E. lewisi* también fue abundante en Cerro del Frayle.

*E. banksi* fue menos abundante que *E. lewisi* y se encontró casi siempre con mayor abundancia en los estratos bajo y medio (Cuadro 1.2). En Matatambor, Cotaxtla, a diferencia de las demás comunidades, dominó *E. banksi* en los estratos bajo y medio. También en la comunidad Loma Angosta esta especie fue dominante.

Por su parte, *T. urticae* sólo estuvo presente en el municipio de Alto Lucero, en las dos parcelas de Santa Ana (Cuadro 1.2). Las especies de ácaros depredadores más abundantes fueron *Euseius hibisci* (Chant) y *Galendromus helveolus* Chant, siendo la primera las más abundante de las dos. El fitoseido *E. hibisci* fue más abundante en Cerro del Frayle, municipio de Coaxtla, y en Santa Ana, municipio de Alto Lucero, hasta con 21 ácaros por hoja tanto en el estrato medio como en el bajo. Se observó una tendencia de todos los ácaros encontrados a ubicarse principalmente en

los estratos medio y bajo de las plantas, aunque esta tendencia varió entre especies. La Figura 1.1 presenta los promedios de ejemplares de cada especie por estratos, para todas las especies y localidades.

Por otra parte, *E. banksi* apareció siempre en las mismas colectas con una o más especies de ácaros fitófagos, en la mayor parte de las veces con *E. lewisi*, mientras que en la localidad de Santa Ana esta última especie estuvo ausente de las muestras, siendo remplazada por *T. urticae* y *T. merganser*. *C. citrifolii*, por su parte, en todos los sitios donde se le colectó apareció junto con una o más especies de tetraníquidos (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2 Promedio por hoja de ejemplares de ácaros colectados en 20 hojas por cada estrato de papayo, en trece localidades de la zona Centro del estado de Veracruz.

Localidad	Estratos	<i>E. banksi</i>	<i>E. lewisi</i>	<i>T. urticae</i>	<i>T. merganser</i>	<i>G. helveolus</i>	<i>E. hibisci</i>	<i>C. citrifolii</i>
Loma Angosta	cogollo	21.45	45.00	0.00	0.00	0.15	1.15	0.00
	medio	15.45	57.60	0.00	2.90	0.05	0.15	0.20
	bajo	22.15	52.55	0.00	22.50	2.45	5.05	0.20
	<b>Total</b>	<b>59.05</b>	<b>155.15</b>	<b>0.00</b>	<b>25.4</b>	<b>2.65</b>	<b>6.35</b>	<b>0.40</b>
Mata Tambor	cogollo	4.70	7.850	0.00	0.00	0.25	0.35	0.00
	medio	10.70	15.05	0.00	0.00	1.85	0.85	0.00
	bajo	22.25	12.90	0.00	0.00	2.90	3.10	0.00
	<b>Total</b>	<b>37.65</b>	<b>35.80</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>5.00</b>	<b>4.30</b>	<b>0.00</b>
Cerro del Frayle	cogollo	7.80	34.750	0.00	0.00	0.00	8.35	0.00
	medio	4.50	16.90	0.00	0.00	0.25	21.7	0.10
	bajo	0.35	13.65	0.00	0.00	0.15	13.35	0.00
	<b>Total</b>	<b>12.65</b>	<b>65.30</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.40</b>	<b>43.4</b>	<b>0.10</b>
Tepetates	cogollo	0.050	5.20	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00
	medio	0.050	5.50	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00
	bajo	10.05	20.6	0.00	0.00	0.35	1.80	0.00
	<b>Total</b>	<b>10.15</b>	<b>31.4</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.35</b>	<b>3.95</b>	<b>0.00</b>
San Juan De Estancia	cogollo	0.35	4.95	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
	medio	4.50	8.50	0.00	0.95	0.00	0.10	0.00
	bajo	7.80	6.50	0.00	4.70	0.00	0.15	0.05
	<b>Total</b>	<b>12.65</b>	<b>19.95</b>	<b>0.00</b>	<b>5.65</b>	<b>0.00</b>	<b>0.35</b>	<b>0.05</b>
Paso de Ovejas Fecha 1	cogollo	0.55	0.70	0.00	0.00	0.70	0.70	0.00
	medio	0.25	0.20	0.00	0.00	0.30	0.45	0.00
	bajo	1.75	0.10	0.00	0.00	0.20	0.35	3.45
	<b>Total</b>	<b>2.55</b>	<b>1.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.20</b>	<b>1.50</b>	<b>3.45</b>

Continuación cuadro 1.2 ...

<b>Localidad</b>	<b>Estratos</b>	<i>E. banksi</i>	<i>E. lewisi</i>	<i>T. urticae</i>	<i>T. merganser</i>	<i>G. helveolus</i>	<i>E. hibisci</i>	<i>C. citrifolii</i>
Paso de Ovejas								
Fecha 2	cogollo	0.60	1.95	0.00	0.00	0.05	0.40	0.00
	medio	0.95	3.00	0.00	0.00	0.15	0.90	0.00
	bajo	2.05	9.35	0.00	0.00	0.15	0.10	0.00
	<b>Total</b>	<b>3.6</b>	<b>14.3</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.35</b>	<b>1.40</b>	<b>0.00</b>
Paso de Varas								
	cogollo	0.05	0.2	0.00	0.00	0.05	0.30	0.00
	medio	0.5	1.4	0.00	0.00	0.10	0.95	0.00
	bajo	2.5	2.55	0.00	0.00	0.05	3.45	0.00
	<b>Total</b>	<b>3.05</b>	<b>4.15</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.20</b>	<b>4.70</b>	<b>0.00</b>
Parcela Escolar Primaria								
	cogollo	0.05	1.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00
	medio	1.35	3.35	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00
	bajo	5.95	11.50	0.00	0.00	0.25	1.35	0.00
	<b>Total</b>	<b>7.35</b>	<b>15.85</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.35</b>	<b>1.45</b>	<b>0.00</b>
Mozombo								
	cogollo	1.65	5.85	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00
	medio	6.20	19.7	0.00	0.00	0.25	0.25	0.00
	bajo	25.65	66.65	0.00	0.00	1.85	0.95	0.00
	<b>Total</b>	<b>33.50</b>	<b>92.20</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2.10</b>	<b>1.60</b>	<b>0.00</b>
Santa Ana 1								
	cogollo	0.40	0.00	2.30	8.70	0.00	1.75	0.00
	medio	0.00	0.00	0.25	0.95	0.30	16.5	0.00
	bajo	0.20	0.00	1.35	5.10	0.30	21.75	0.00
	<b>Total</b>	<b>0.60</b>	<b>0.00</b>	<b>3.90</b>	<b>14.75</b>	<b>0.60</b>	<b>40.00</b>	<b>0.00</b>
Santa Ana 2								
	cogollo	0.00	0.00	4.40	16.45	0.00	9.65	0.00
	medio	0.00	0.00	14.1	52.95	0.00	0.55	0.00
	bajo	0.00	0.00	18.4	69.15	0.15	6.9	0.00
	<b>Total</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>36.9</b>	<b>138.55</b>	<b>0.15</b>	<b>17.1</b>	<b>0.00</b>
La Cumbre								
	cogollo	0.10	0.30	0.00	0.00	0.20	1.50	0.00
	medio	0.00	0.35	0.00	0.00	0.20	1.50	0.00
	bajo	0.05	0.30	0.00	0.00	0.00	3.75	0.00
	<b>Total</b>	<b>0.15</b>	<b>0.95</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.40</b>	<b>6.75</b>	<b>0.00</b>

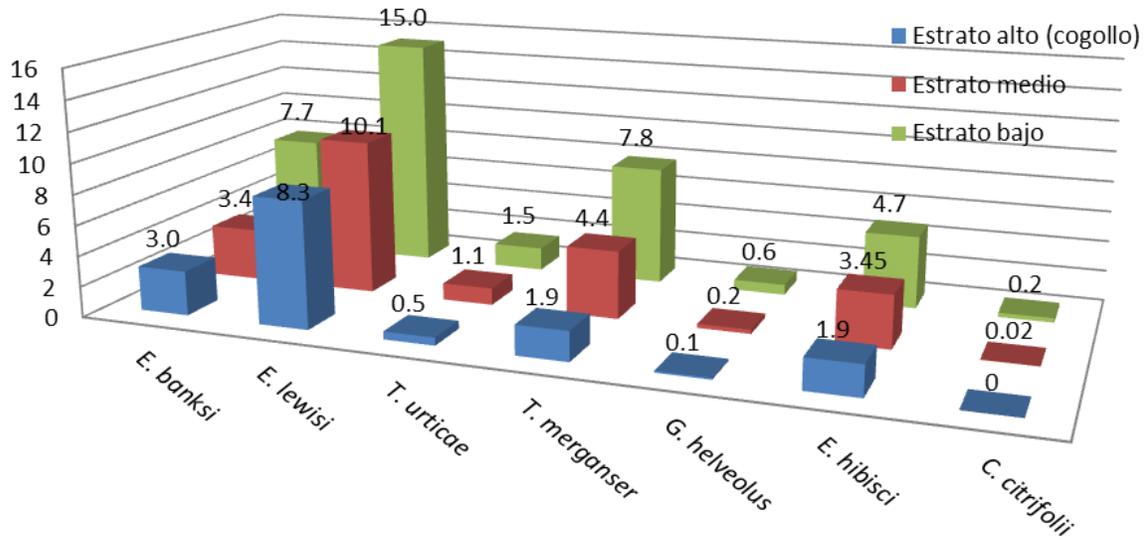


Figura 1.1 Promedio de ejemplares de ácaros colectados por especie y estrato en que se dividieron las plantas.

#### 1.4 Discusión

**Ácaros fitófagos.** Se presentan enseguida datos acerca de los hábitos y distribución de cada especie de ácaros fitófagos que se colectó, así como una interpretación de su papel ecológico y económico en el cultivo de papayo en Veracruz.

*Eotetranychus lewisi* es un ácaro polífago conocido comúnmente como araña cristalina o ácaro blanco. Bolland *et al.* (1998) presentan una lista de 64 hospederos de este ácaro; tiene una amplia distribución en el Continente Americano, sobre todo en áreas tropicales y subtropicales; se distribuye asimismo en numerosos sitios disyuntos en otros países, como Libia, Islas Madeira y Sudáfrica, y recientemente se le ha detectado en Filipinas y Taiwan, donde al parecer se ha dispersado por comercio de material vegetal contaminado, muy probablemente la nochebuena *Euphorbia pulcherrima* (Corpus-Raros, 2001; Ho y Shih, 2004). Se ha localizado en México, Costa Rica, El Salvador, Honduras y Nicaragua sobre papayo (Salas, 1978, EPPO, 2006).

Las colonias se concentran en el envés de las hojas a los lados de la nervadura principal y secundarias hasta cubrir completamente toda la lámina foliar (Reséndiz y Fausto-Moya, 2010); esta especie produce abundante telaraña (Jeppson *et al.*, 1975). De las especies encontradas en el presente estudio, *E. lewisi* es la que alcanzó poblaciones más altas en los estratos medio y superior de las plantas (Figura 1.1), donde se encuentran hojas en estado más temprano de desarrollo. Ochoa *et al.* (1991) mencionan que causa severas deformaciones a las hojas,

consistentes en una gran reducción del área foliar, que deja a las hojas prácticamente reducidas a las nervaduras, con aspecto similar a deformaciones que se atribuyen a otro ácaro: *Polyphagotarsonemus latus* (Aubert *et al.*, 1981; De Coss, 2006), así como al virus de la mancha anular del papayo (Téliz *et al.*, 1991). Por el hecho de que este ácaro es capaz de atacar hojas en crecimiento, es factible que cause deformaciones como las descritas, pero con los datos obtenidos no hubo forma de determinar si esto ocurre porque en el área de estudio está presente también el virus de la mancha anular (GIP, 1995).

En contraste, a lo largo de todas las observaciones no se encontraron nunca ejemplares de *P. latus* atacando papayo, por lo que se puede afirmar que, al menos en el área de estudio, este ácaro no está asociado ni se puede considerar causante de las deformaciones citadas, conocidas localmente como mano de mono o mano de chango. *E. lewisi* es conocido localmente como ácaro blanco, este mismo nombre común se aplica también para *P. latus*, lo que causa confusión. Contrario a lo mencionado por De los Santos *et al.* (2000), en este estudio no fueron encontrados el ácaro carmín *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval ni el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Banks como dos de las principales plagas en papayo.

Otra especie presente, *E. banksi*, es conocida como la araña texana; este ácaro fue descrito en 1914 con ejemplares colectados en *Ricinus communis* y *Mucuna deeringiana*, en Orlando, Florida, U.S.A (McGregor, 1914). Fue también descrito con diferentes nombres procedente de los Estados Unidos de América, México, Argentina, Perú, Italia, Israel, Egipto, Sudáfrica y la India, pero Pritchard y Baker (1955) colocaron esos nombres como sinónimos de *E. banksi*. Dichos autores postulan que este ácaro se ha dispersado por todo el mundo con el traslado de cítricos y probablemente plantas ornamentales. Considerando que muchos datos de la distribución de esta especie en realidad se refieren a *Eutetranychus orientalis*, Bolland *et al.* (1998) asignan a *E. banksi* una amplia distribución en el Continente Americano, con una lista de 84 especies de plantas hospedantes. Sin embargo, existen datos de su presencia en Hawaii (Raros y Haramoto, 1974) y la India (Sandhu *et al.*, 1982).

Este ácaro se alimenta principalmente del follaje donde, a diferencia de las otras especies de tetraníquidos colectados, prefiere establecerse en el haz de las hojas y produce escasa cantidad de telaraña. Causa amarillamiento, defoliación, pérdida general del vigor y provoca mermas en la producción; es considerada una plaga muy dañina para los frutales en México (Landeros *et al.*, 2004). En el papayo la caída de las hojas jóvenes reduce la fotosíntesis, pero en el caso de hojas

medias y bajas, esto deja expuestos los frutos al sol, lo cual les causa quemaduras y demerita su calidad (De los Santos *et al.*, 2000). Las poblaciones observadas en general pueden considerarse bajas; únicamente en la colecta realizada en Loma Angosta se observó un promedio de 52 ácaros por hoja en el estrato bajo, lo que probablemente representa un daño económico pero no hay bases para establecer la asociación entre poblaciones y daño en papayo.

*T. merganser* fue descubierta y descrita en 1954 por H. Bruce Boudreaux, separándola de *T. tumidus* Banks y de *T. atlanticus* McGregor. La principal característica que lo separó de estas especies es la forma de su edeago, que es parecido a la cabeza de un ganso, así como diferencias en las espinas empodiales. El espécimen tipo fue colectado en aligustre (*Ligustrum vulgare*) en Baton Rouge, en el estado de Louisiana, Estados Unidos de Norteamérica (Boudreaux, 1954). *T. merganser* ha sido una especie poco estudiada debido a que hasta hace unos años no figuraba como plaga de importancia económica, pero en tiempos recientes esta especie ha expandido tanto su gama de hospedantes como su distribución geográfica, con lo que se ha mostrado como una importante especie invasora.

Este ácaro fue colectado en *Thalictrum* sp. en China (Wang y Ma, 1993) y ha sido recientemente detectado en Japón en calabaza y pepino exportados a ese país desde México y los EE. UU. Para determinar el potencial de establecimiento de esta especie en Japón, Ullah *et al.* (2010) estudiaron sus parámetros demográficos a diferentes temperaturas; demostraron que *T. merganser* se desarrolla con éxito al estado adulto en un intervalo de temperatura de 15 a 35 °C con un alto porcentaje de supervivencia (79.2 %).

En México *T. merganser* ha sido citado en *C. papaya*, *Solanum nigrum*, *Solanum rostratum* (Tuttle *et al.*, 1976), *Arachis hipogea*, *Capsicum frutescens* var. *gnossum*, *Tagetes erectum*, *Ficus* sp., *Hydrangea macrophylla* y *Xanthosoma robustum* (Rodríguez-Navarro y Estébanes-González, 1998; Rodríguez-Navarro, 1999), mientras que Lomelí-Flores *et al.* (2008) lo citan en Tlalnepantla, estado de Morelos, atacando nopal (*Opuntia ficus-indica*), siendo el primer reporte en esta especie. Es notable su cambio de una especie prácticamente desconocida a una plaga importante de cada vez mayor gama de hospedantes y distribución. Se postula que probablemente ha surgido como plaga inducida resultado de cambios en la tecnología de explotación de cultivos con excesivo uso de plaguicidas.

*T. urticae* es una especie polífaga con más de 150 hospederos a nivel mundial, entre éstos *C. papaya*, *Gossypium barbadense*, *Phaseolus vulgaris*, *Fragaria x ananassa*, *Citrus* spp., *Dianthus*

*caryophyllus*, *Prunus amygdalus*, *Rosa* spp., *Carya illinoensis*, y además, en invernaderos ataca a *Cucumis sativus*, *Lycopersicon esculentum*, *Solanum melongena* y *Capsicum* spp. El daño ocasionado por sus colonias establecidas en el envés produce zonas amarillas y en infestaciones altas produce zonas rojas en el haz de las hojas. La temperatura óptima para este ácaro es aproximadamente de 30 °C. El tiempo de desarrollo de huevecillo a adulto es de 8-12 días, produce 114 huevecillos por hembra con un pico máximo de 14 huevos por día, la diapausa es inducida por el fotoperíodo, la temperatura y el alimento (Badii *et al.*, 2010).

Dada la amplia gama de hospedantes de *T. urticae*, la cual incluye al papayo, como ha sido observado por varios autores en México (García, 1981; Rodríguez, 1999, entre otros), es sorprendente que se haya encontrado sólo en dos huertas en este estudio, donde presentó poblaciones muy bajas (Cuadro 1.2, Figura 1.1). Su hallazgo coincide con la ausencia de *E. lewisi* en las mismas muestras, lo que sugiere un desplazamiento competitivo entre estas especies. Reséndiz y Fausto-Moya (2010) identificaron tanto a *T. urticae* como a *T. cinnabarinus* en papayo en el estado de Colima, México, especies que identifican por la forma de microtubérculos presentes en la cutícula y por el color. Persiste la discusión acerca de si *T. cinnabarinus* y *T. urticae* son una sola especie o dos, como lo discuten Zhang y Jacobson (2000). En el presente estudio no se encontraron ejemplares con las características de *T. cinnabarinus*; se postula que la cita de esta especie en Veracruz por de los Santos *et al.* (2000) en realidad corresponde a *T. merganser*, las hembras del cual también es de color rojo vivo.

*Calacarus citrifolii* es notable entre los eriófidos porque tiene una amplia gama de hospedantes; ataca a *Brunfelsia* sp., *Carica papaya*, *Dianthus* sp., *Euphorbia pulcherrima*, *Lippia* sp., *Mimusops* sp., *Pappea* sp., *Passiflora quadrangularis*, *Prunus persica*, *Rhamnus* sp., *Rhus* sp. y *Zantheschia aethiopica*, en total plantas de 11 familias (Oldfield, 1996; Smith Meyer, 1996). Se colectó originalmente en Sudáfrica, donde se asocia (o transmite) a una enfermedad de los cítricos conocida como “concentric ring blotch”, al parecer causada por un espiroplasma (McCoy, 1996). Pantoja *et al.* (2002) citan a este ácaro en las Antillas Orientales, y De la Torre (2005) lo colectó en Cuba, ambos sobre papayo. Sobre este cultivo no se han observado graves daños y tampoco se observaron síntomas de daño durante el presente estudio; su importancia radica en el hecho de ser vector de la enfermedad citada, la cual no está presente en México pero están presentes hospedantes susceptibles, cítricos de varias especies. Su hallazgo durante el presente estudio representa el primer registro en México. Dada la amplia variedad de plantas que

puede parasitar, es difícil postular la forma como llegó de África a las Antillas y luego a México; probablemente se haya trasladado con material vegetal contaminado, como cítricos o nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*).

Los ácaros fitófagos encontrados en asociación con el papayo: *C. citrifolii*, *E. lewisi*, *E. banksi*, *T. merganser* y *T. urticae* forman un complejo y más de una especie se puede encontrar en una planta o huerta dada (Cuadro 1.2). *E. banksi* y *C. citrifolii* se encontraron en coexistencia con cualquiera de las especies colectadas, pero en la mayor parte de los casos no se observó coexistencia entre *E. lewisi* y *T. merganser* o *T. urticae*. Lo anterior se puede explicar en términos del principio de exclusión competitiva, que establece que dos especies taxonómicamente cercanas y que explotan un recurso de manera similar, no pueden coexistir de manera estable, sino que una tenderá a desplazar a la otra (Hardin, 1960).

En el caso de *C. citrifolii*, la coexistencia se puede explicar por el hecho de tratarse de familias distintas (Eriophyidae vs. Tetranychidae). *E. banksi* habita en el haz de las hojas, lo que reduce la competencia con las otras especies de tetraníquidos, que viven en el envés. Por su parte, *E. lewisi*, *T. merganser* y *T. urticae*, aparte de vivir en el envés, son todas ellas productoras de abundante telaraña, que juega un papel importante al impedir el establecimiento de otros individuos (Gerson, 1985).

El papayo, aunque es una planta perenne, es explotada comercialmente en un ciclo que dura aproximadamente 1.5 años, luego de lo cual es derribado, lo que causa la muerte de los ácaros establecidos en él. En una nueva plantación la acarofauna se establece “de novo”, a partir de ácaros presentes en plantas vecinas, sea desde el vivero o en etapas tempranas de su desarrollo en campo. Se postula que cualquiera de las especies citadas puede establecerse en las plantas, pero la que llega primero interfiere con el posterior establecimiento de las demás; este fenómeno debe ser particularmente importante en *E. lewisi*, *T. merganser* y *T. urticae*, lo que explicaría que en la mayor parte de los casos no se encontraron en coexistencia.

**Ácaros depredadores.** Durante el presente estudio se colectaron dos ácaros de la familia Phytoseiidae, considerados depredadores de ácaros fitófagos y de pequeños insectos: *Galendromus helveolus* y *Euseius hibisci*. Ambos tienen una amplia distribución desde la parte norte de Sudamérica hasta el sur de los EE. UU., incluyendo las Antillas, pero *E. hibisci* ha sido encontrado en Angola, la India y la Isla Madeira (de Moraes *et al.*, 2004), a donde probablemente fue introducido accidentalmente. Las dos especies son consideradas parte de la

fauna nativa de Veracruz o al menos que están establecidas en este sitio desde hace mucho tiempo.

En la definición del papel de los fitoseidos en el control biológico, McMurtry y Croft (1997) definieron cuatro estilos de vida: tipo I, fitoseidos especializados en la depredación de ácaros del género *Tetranychus*; tipo II: depredadores selectivos de tetraníquidos, más frecuentemente de los que producen abundante y densa telaraña; tipo III: depredadores generalistas; tipo IV: especialistas en alimentarse de polen/depredadores generalistas. Dentro de esa clasificación, *G. helveolus* queda ubicado en el tipo II, mientras que *E. hibisci* se ubica en el grupo IV.

Los ácaros de los tipos I y II están morfológica y fisiológicamente adaptados para depredar ácaros que pueblan colonias densas y producen abundante telaraña; son específicos en mayor o menor medida para alimentarse exclusivamente de ácaros y son altamente voraces y fecundos cuando se alimentan de ácaros. Por estas características son favorecidos para su uso en control biológico, lo que aplica para *G. helveolus*, el que ha sido usado para el control de *Oligonychus perseae* (Takano-Lee y Hoodle, 2002), *O. punicae* (Tanigoshi y McMurtry, 1977), *Eotetranychus sexmaculatus*, así como para el control de especies que producen poca o ninguna telaraña, como *Eutetranychus banksi* (Muma, 1970), *Brevipalpus californicus* (Chen *et al.*, 2006), *Panonychus citri* y *Phyllocoptruta oleivora* (Cáceres *et al.*, 1991).

Los ácaros del tipo IV se supone que se alimentan principalmente de polen, así como de jugos y néctares, pero que son depredadores facultativos. Se supone que juegan un papel de regulación natural de ácaros plaga, aunque no son capaces de contener aumentos de población de ácaros tetraníquidos ni son susceptibles de multiplicación masiva y uso en control biológico aumentativo; pese a ello, para el caso de *E. hibisci* se ha demostrado su capacidad para controlar a *P. citri* (McMurtry, 1985b), e incluso a *T. urticae*, especie que produce abundante telaraña (Hernández-Ortiz *et al.*, 1994).

Las especies encontradas en este estudio han sido utilizadas en programas contra ácaros plaga (Chant, 1985; McMurtry, 1985a, Takano-Lee y Hoddle, 2002 y Chen *et al.*, 2006). La información obtenida permitirá diseñar estrategias de manejo de la acarofauna en papayo en Veracruz. En México se importan ácaros depredadores para el control de diversos ácaros de importancia agrícola (CNRCB, 1999). Por ello, se debe generar información sobre la efectividad de especies como *G. helveolus* y *E. hibisci*, que provea la base para su estudio con miras a su desarrollo comercial.

Por el método de colecta empleado no se observó la actividad de los ácaros depredadores citados; sin embargo, por lo que indica la literatura suponemos que *E. hibisci* depreda a *E. banksi*, que no es telarañera y *G. helveolus* a *E. lewisi*, *T. merganser* y *T. urticae*, que son especies telarañeras. Al combinarse estas dos especies pueden tener mayor efectividad en el control del complejo de ácaros presentes en el agroecosistema con papayo.

*E. hibisci* es un indicador de agroecosistemas no perturbados y *G. helveolus* de agroecosistemas más perturbados (McMurtry y Croft, 1997). Por lo tanto consideramos que los agroecosistemas con papayo en Veracruz presentan un manejo medio de aplicaciones de agroquímicos.

Por lo tanto, se recomienda para evitar la explosión de las poblaciones de los tetraníquidos en el cultivo de papayo, evitar la aplicación de acaricidas de amplio espectro y de ser necesario aplicar acaricidas selectivos como azufre, aceite refinado de petróleo y azadiractina, además se recomienda favorecer la diversidad de cultivos para tener áreas de refugio de enemigos naturales. Se debe conservar la fauna benéfica en los agroecosistemas a través de la difusión de su importancia y el conocimiento de cómo evitar la pérdida de biodiversidad en los agroecosistemas.

## 1.5 Conclusiones

En el área de estudio se encontraron cuatro ácaros fitófagos polífagos de la familia Tetranychidae, uno de la familia Eriophyidae y dos especies de ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae. *T. merganser* y *T. urticae* están compitiendo por nichos con *E. lewisi*.

El control biológico de los ácaros tetraníquidos en papayo en el estado de Veracruz es ejercido por ácaros fitoseidos. *E. hibisci* es un ácaro depredador generalista y fue la especie depredadora más abundante en papayo.

*T. merganser* ha pasado a tomar importancia como plaga debido a que ha sido más exitosa en el establecimiento e incremento de sus poblaciones que las otras especies en este agroecosistema.

No hay elementos nuevos en la acarofauna del papayo en la zona de estudio; todas las especies son nativas o al menos no son de reciente introducción y establecimiento en esa zona. Sólo *T. merganser* puede ser considerada una especie en proceso de expansión.

En Veracruz, la posible manifestación reciente de un aumento en importancia de los ácaros puede atribuirse al uso de plaguicidas, derivados del cambio en la tecnología que se ha dado en el cultivo de papayo.

## 1.6 Literatura citada

- Agrios, G. N. 2002. Fitopatología. Segunda Edición. Ed. Limusa. México. 838 p.
- Amrine, J. W., Stansy, T. A. 1994. Catalogue of the Eriophyoidea (Aceria: Prostigmata) of the World, Indira Publishing. Bloomfield, MI, USA. 1186 p.
- Aubert, B., Lossois, P., Marchal, J., Rabaud, J., Boisvilliers, P. 1981. Mise en evidence des dégats causes par *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) sur papayer á l' île de la Réunion. Fruits. 36(1): 9-24.
- Badii, M. H., Landeros, J., Cerna, E. 2010. Regulación Poblacional de Ácaros Plaga de Impacto Agrícola. International Journal of Good Conscience. 5(1): 270-302.
- Bolland, H. R., Gutierrez, J., Flechtmann, C. H. W. 1998. World Catalogue of the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae). Brill, Leiden. Boston, Köln. 392 p.
- Boudreaux, H. B. 1954. New species of tetranychid mites. Pan Pacific Entomologist. 30 (3): 181-183.
- CNRCB. 1999. Taller de cría masiva de ácaros fitoseidos. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico-SAGARPA. Instituto de Fitosanidad-Colegio de Postgraduados. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Montecillo, México. 12 y 13 de Agosto. 45 p.
- Corpus-Raros, L. A., 2001. New mite pests and new host records of phytophagous mites (Acari) from the Philippines. The Philippine Agricultural Scientist. 84: 341-351.
- Chant, D. A. 1985. Systematic and Taxonomy. In: Helle, W., Sabelis, M.W. (eds.) Spider mites their biology, natural enemies and control. Vol. 1-B. Elsevier. New York. Pp.17-29.
- Chen, T.-Y., French, J. V., Liu, T.-X., Da Graca, J. V. 2006. Predation of *Galendromus helveolus* (Acari: Phytoseiidae) on *Brevipalpus californicus* (Acari: Tenuipalpidae) Biocontrol Science and Technology. 16(7): 753-759.
- De Coss, F. M. E. 2006. Bioecología y herbivoría del ácaro *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) en *Carica papaya* L. Tesis doctoral Universidad Autónoma de Chiapas. México. 171 p.

- De Moraes, G. J., Lopes, P. C., and Fernando, L. C. P. 2004. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) of coconut growing areas in Sri Lanka, with descriptions of three new species. *Journal of the acarological Society of Japan* 13 (2):141-160.
- De la Torre, S. P. E. 2005. Colectas acarológicas de ciudad de la habana Registradas por la sanidad vegetal. *Fitosanidad*. 9(1): 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. INIFAP-SAGAR-Fundación Produce Veracruz. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico Num. 17. Veracruz, México. 87 p.
- 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, Número 1. México. 174 p.
- Doreste, S. E. 1988. *Acarología Segunda edición*. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 385 p.
- Estébanes-Gonzalez, 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.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). 2006. *Eotetranychus lewisi*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*: 36 (1): 161-163. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2338.2006.00929.x/pdf>. (Consultado 07/03/2010).
- García G., C. G., Villanueva J., J. A., Bustillo G., L. C., Gallardo L., F., González M., M. V. 2004. Análisis exploratorio sobre la problemática de la producción de papaya (*Carica papaya* L.) en cuatro comunidades de Veracruz, México. Colegio de Postgraduados. 1p. [http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu\\_Publi/Avances2004/analisis\\_exploratorio\\_de\\_problemativa\\_papaya.html](http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu_Publi/Avances2004/analisis_exploratorio_de_problemativa_papaya.html). (Consultado: 7/03/2008).
- García M., C. 1981. Lista de insectos y ácaros perjudiciales a los cultivos en México. *Fitófilo*. 86: 1-196.

- Gerson, U. 1992. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental & Applied Acarology*. 13: 163-178.
- GIP (Grupo Interdisciplinario del Papayo: Flores-Revilla, C., García, E., Nieto-Ángel, D., Téliz-Ortiz, D., Villanueva-Jiménez, J. A.). 1995. Integrated management of papaya in México. *Acta Horticulturae*. 370: 151-158.
- 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 flagellista* Fletchman, De Moraes y Barbosa 2001 sobre el cultivo de papaya “Maradol Roja” en Cuba. *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas*. 33: 45-51.
- Ho, C. C., Shih, S. P. 2004. *Eotetranychus lewisi*, a new pest of poinsettia from Taiwan. *Plant Protection Bulletin (Taipei)*. 46: 173-176.
- Hoy, M. A. 1985. Integrated to mite management for California almond orchards. In: Helle, W., Sabelis, M. W. (eds.). *Spider mites their biology, natural enemies and control*. Vol. 1-B. Elsevier. New York. USA. pp. 299-310.
- Jeppson, L. R., Keifer, H. H., Baker, E. W. 1975. *Mites Injurious to Economic Plants*. University of California Press. Berkeley, USA. 614 p.
- Krantz, G. W., Walter, D. E. (eds.). 2009. *A Manual of Acarology*. Third Edition. Texas Tech University Press; Lubbock, Texas, USA. 807 p.
- 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*. 20(3): 147-155.
- McGregor, E. A. 1914. Four new tetranychids. *Annals of the Entomological Society of America*. 7: 354-364.
- McMurtry, J. A. 1985a. Avocado. In: Helle, W., Sabelis, M. W. (eds.). *Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control*. Vol-1B. Elsevier. New York, USA. pp. 327-332.

- McMurtry, J. A. 1985b. Citrus. In: Helle, W., Sabelis, M. W. (eds.). Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control. Vol-1B. Elsevier. New York, USA. pp. 339-347.
- 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.
- Mirabal, L. 2003. Los ácaros depredadores como agentes de control biológico. Revista Protección Vegetal. 18 (3): 145-152.
- Pantoja, A., Follett, P. A., Villanueva-Jiménez, J. A. 2002. Pests of papaya. 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. pp. 131-156.
- Pritchard, A. E., Baker, E. W. 1955. A revision of the spider mite family Tetranychidae. Pacific Coast Entomological Society Memories. Series 2. 472 p.
- Rabbinge, R. 1985. Aspects of damage Assessment. In: Helle, W., Sabelis, M.W. (eds.). Spider mites their biology, natural enemies and control. Vol. 1-B. Elsevier. New York, México. pp. 261-272.
- Raros, E. S., Haramoto, F. H. 1974. Biology of *Shtethorus siphonulus* Kapur (Coccinellidae: Coleoptera), a predator of spider mites, in Hawaii. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society. 21: 457-465.
- Raupp, M. J., Webb, R. E., Szczepanec, A., Booth, D., Ahern, R. 2004. Incidence, abundance, and severity of mites on Hemlocks following applications of imidacloprid. Journal of Arboriculture. 30 (2): 108-113.
- Reséndiz, G. B., Fausto-Moya, T. J. 2010. Identificación de los ácaros asociados al papayo (*Carica papaya* L.). En: Sánchez G., M. C., Sandoval I., J. S., Estrada V., E. G. (eds.). Memorias del Primer Simposio Internacional de Acarología. Universidad Autónoma Chapingo, México. 2-6 de Agosto. pp. 25-31.
- Rodríguez-Navarro, S. 1999. Ácaros. En: Deloya López A. C., Valenzuela González J. E. (eds.) Catálogo de Insectos y Ácaros de los Cultivos Agrícolas de México. Sociedad Mexicana de Entomología. México. 174 p.

- Rodríguez-Navarro, S., Estébanes-González, M. L. 1998. Acarofauna asociada a vegetales de importancia agrícola y económica en México. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México. 103 p.
- Sandhu, M. S, Gatoria, G. S., Sandhu, S. S, Singh, S. 1982. Chemical control of tetranychid mite (*Eutetranychus banksi* McGregor) infesting cotton in Punjab. Journal of Research, Punjab Agricultural University. 19: 127-129.
- Takano-Lee, M., Hoddle, M. 2002. Predatory behaviors of *Neoseiulus californicus* and *Galendromus helveolus* (Acari: Phytoseiidae) attacking *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology. 26: 13-26.
- Tanigoshi, L. K., McMurtry, J. A. 1977. The dynamics of predation of *Stethorus picipes* (Coleoptera. Coccinellidae) and *Typhlodromus floridanus* on the prey *Oligonychus punicae* (acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Hilgardia. 45: 237-288.
- Téliz-Ortiz, D., Mora-Aguilera, A., Nieto-Angel, D., Gonsalves, D., García-Pérez, E., Matheis, L., Ávila-Resdendiz, C. 1991. Mancha anular del papayo en México. Revista Mexicana de Fitopatología. 9: 64-68.
- Thresh, J. M. 1974. Vector relationships and the development of epidemics: The epidemiology of plant viruses. Phytopathology. 64: 1050-1056.
- Tuttle, D. M., Baker, W. E., Abbatiello, M. J. 1976. Spider mites of Mexico (Acari: Tetranychidae). International Journal of Acarology. 2(2): 1-102.



## CAPÍTULO II. DINÁMICA POBLACIONAL DE ÁCAROS TETRANÍQUIDOS Y FITOSEIDOS ASOCIADOS AL PAPAYO

### Resumen

Con el aumento en el uso de plaguicidas en el papayo, las poblaciones de los ácaros fitófagos se han incrementado como resultado de un desbalance en las poblaciones, ocasionando daños considerables. Por ello, se determinaron la fluctuación poblacional y la correlación espacio-temporal entre ácaros fitófagos y ácaros depredadores en el agroecosistema papayo en Manlio F. Altamirano, Veracruz, México, con manejo convencional que incluía la aplicación de fertilizantes y plaguicidas. Se realizaron colectas de tres hojas por planta (de los estratos alto, medio y bajo) en un total de 20 plantas, en nueve muestreos de mayo 2007 a septiembre 2008. *Eotetranychus lewisi* fue la especie más abundante en los tres estratos, seguida de *Eutetranychus banksi*, que tuvo sus mayores poblaciones en los estratos bajo y medio. Se encontró al ácaro depredador generalista *Euseius hibisci* y al ácaro depredador *Galendromus helveolus*, especializado en alimentarse de tetraníquidos. 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 a los dos meses después del trasplante, ya que en la zona Centro del estado de Veracruz existen condiciones ambientales favorables para el desarrollo de ácaros fitófagos. Reconocer la importancia de las poblaciones de los depredadores es fundamental para establecer programas de manejo integrado de ácaros.

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

## POPULATION DYNAMICS OF TETRANYCHID AND PHYTOSEID MITES IN PAPAYA

### Abstract

Since the pesticide use has augmented in papaya, phytophagous mite populations have increased, as a result 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) in a total of 20 plants, in nine samplings from May 2007 to September 2008. *Eotetranychus lewisi* was the most abundant species in all three strata, followed by *Eutetranychus banksi* that had major populations in the low and middle strata. The generalist predator *Euseius hibisci* and the tetranychid-specialized predator *Galendromus helveolus* 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, beginning 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. It is necessary to recognize the importance of predator populations to establish programs of integrated mite management.

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

## 2.1 Introducción

La fruta de papaya (*Carica papaya* L.) es cultivada ampliamente en las regiones tropicales del mundo. La mayor producción comercial se da entre los 23° de Latitud N y S. Esta fruta es rica en vitaminas A y C, se consume en fresco, se industrializa en conservas y mermeladas y se le extraen pectinas y papaína, entre otras sustancias (Agustí, 2004). En el estado de Veracruz, México, los principales municipios productores de papaya se ubican dentro del trópico subhúmedo, en la zona Centro (Cisneros *et al.*, 1993; SIAP, 2010).

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; inicia al trasplante con tres a cinco hojas y un año después puede llegar a tener alrededor de 100 hojas (Castro, 2010). La tasa de fotosíntesis se reduce con la edad de las hojas (Acosta, 1998); según Rodríguez-Navarro (2002), cuando cuenta con menos de 30 hojas fisiológicamente activas, la producción ya no es redituable. Las hojas nuevas de papayo se producen durante todo el año, con las hojas jóvenes localizadas en la punta (Fournier *et al.*, 2004). Nakasone y Paull (1998) indican que 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.

Los ácaros fitófagos dañan las hojas de papayo al alimentarse del contenido celular. Cuando sus poblaciones son altas, pueden disminuir la actividad fotosintética y el área foliar por la caída de hojas. En los frutos causan cicatrices y disminuyen su contenido de azúcar (Constantinides y McHugh, 2008; Teixeira *et al.*, 2007). En el mundo se conocen 32 especies de la familia Tetranychidae que afectan la producción, distribuidos en los principales países productores (Bolland *et al.*, 1998). Entre las especies más dañinas para el cultivo se conoce a *Eutetranychus orientalis* Klein, *Oligonychus yothersi* McGregor, *Tetranychus evansi* Baker, *Tetranychus lambi* Pritchard & Baker, *Tetranychus lombardinii* Baker & Pritchard, *Tetranychus neocaledonicus* André y *Tetranychus truncatus* Ehara (familia Tetranychidae), así como *Calacarus citrifolii* Keifer (familia Eriophyidae); esta última especie es vector de la mancha concéntrica de los cítricos (Amrine y Stansy, 1994; Naumann, 2002; De la Torre, 2005). El ácaro *Polyphagotarsonemus latus* Banks (familia Tarsonemidae) es conocido a nivel mundial por ocasionar drásticos daños al cultivo (Gerson, 1992). Otros ácaros de la familia Eriophyidae que atacan papayo son *Calacarus brionese* Keifer, que afecta hojas y fruto (Pantoja *et al.*, 2002), y *Calacarus flagelliseta*, en hojas (González *et al.*, 2007). En México los ácaros que se han

registrado asociados al papayo son *Eutetranychus banksi* Mc Gregor, *Panonychus citri* McGregor, *Tetranychus desertorum* Banks, *T. gloveri* Banks, *T. kanzawai* Kishida, *T. marianae* McGregor, *T. urticae* Koch (García, 1981), *Oligonychus yothersi*, *T. cinnabarinus*, *T. gloveri*, *T. ludeni*, *T. mexicanus* (Estébanes-González y Baker, 1966), *T. merganser* Boudreaux (Deloya y Valenzuela, 1999) y *P. latus* (De Coss, 2006). En el estado de Veracruz, México, se ha determinado a las arañas rojas como los principales ácaros nocivos, entre ellas *Eotetranychus lewisi* McGregor, *E. banksi* y *T. merganser* (Abato-Zárate *et al.*, 2010). Afortunadamente existen ácaros depredadores como *Euseius hibisci* Chant y *Galendromus helveolus* (Chant) que regulan las poblaciones de los fitófagos y con ello evitan su expresión como plagas (Abato-Zárate *et al.*, 2010).

La dinámica poblacional es el desarrollo de las poblaciones en el tiempo, asociadas a un ambiente específico, en relación con los factores que regulan su desarrollo; 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.

## 2.2 Materiales y métodos

**Huerta experimental.** Para el estudio de la dinámica poblacional de los ácaros se estableció una huerta en mayo de 2007, con productores cooperantes del municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México, (19 ° 20 ' 11.30 " LN y 96 ° 20 ' 17.20 " LO). El clima de la zona es de tipo Aw1 o 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, concentrada en 90 % de mayo a septiembre. El suelo presenta un pH de 6.8, considerado dentro del rango óptimo para el cultivo, con conductividad eléctrica de 0.61 dS m<sup>-1</sup>, no salino y apto para el desarrollo del papayo (Castro, 2010).

**Muestreo de ácaros.** Previo al establecimiento de la plantación, se realizó un muestreo de lavado de hojas (que se explica a continuación) en dos charolas de 48 orificios con plantas de vivero, en el que no se encontraron poblaciones de ácaros. Posteriormente, se realizaron muestreos aproximadamente cada dos meses durante el ciclo de producción de papayo hasta los

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. Las hojas colectadas se sometieron a lavado y tamizado bajo un chorro de agua potable, sobre una columna de tres tamices, colocados de mayor a menor abertura (3 mm, 1.2 mm y 21.8  $\mu$ m). Los ácaros fueron retenidos en el último tamiz y se conservaron en etanol 70 %. Se realizaron montajes en portaobjetos con líquido de Hoyer (Krantz y 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 y Walter (2009) para la determinación de las familias Tetranychidae y Phytoseiidae, y las de Tuttle *et al.* (1976) para géneros y especies de Tetranychidae. La determinación de las especies de ácaros se corroboró por el Dr. Gabriel Otero Colina, especialista en Acari. Se obtuvo información climática de la estación meteorológica del Campus Veracruz (CPVerAS1) y de las estaciones contiguas de Puente Jula y Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, proporcionadas por la Comisión Nacional del Agua.

Las poblaciones de ácaros de la familia Phytoseiidae y 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 comparación de medias con diferencia mínima significativa (LSD).

**Manejo del cultivo.** A lo largo del desarrollo del cultivo, se utilizaron los fungicidas indicados en el Cuadro 2.1, para el control de enfermedades durante el periodo vegetativo y productivo.

Cuadro 2.1 Productos aplicados durante el desarrollo del cultivo.

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

Continuación cuadro 2.1...

Fecha	Producto	Observaciones
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
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

Se emplearon los siguientes fertilizantes: Gro green®, Nutriboro®, triple 17, Nitrocel® foliar, Nutricel®, Brexil®, calcio líquido, Agromil-plus®, Humiextra/Brotamin®. Como regulador del crecimiento se utilizó Biozyme® (Cuadro 2.1). Se obtuvo un total de 49,865 kg de fruta en una superficie de 7,500 m<sup>2</sup>.

**Aplicación comercial de acaricidas.** Los productores realizaron aplicaciones de insecticidas a partir del mes de junio de 2007, un mes posterior al trasplante, con la finalidad de controlar el piojo harinoso (*Paracoccus marginatus* Williams y Granara de Willink). Además, la huerta fue tratada con cuatro aplicaciones de AK-20® (dicofol) entre diciembre 2007 y abril 2008. Las aplicaciones se iniciaron cuando se observó la presencia de ácaros y fueron dirigidas al cogollo (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 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 °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.

### 2.3 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 2.3).

Cuadro 2.3 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 sp.</i>
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 no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Ácaros fitófagos.** La especie fitófaga *Eotetranychus lewisi* fue consistentemente más abundante que *Eutetranychus 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 2.3, Figuras 2.1a, 2.1b, 2.1c).

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), así como Reséndiz y Fausto-Moya (2010) mencionan que los daños que ocasiona esta especie son más evidentes en el estrato alto, causando incluso una deformación y reducción foliar llamada localmente “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 reiteradamente confundido como daño por el “ácaro blanco” (*Polyphagotarsonemus latus*) (De los Santos *et al.*, 2000), el cual nunca fue detectado por los autores en este estudio e investigaciones previas en la zona Centro de Veracruz (Abato-Zárate *et al.*, 2010).

Las colonias de *E. lewisi* se encuentran en el envés de las hojas a los lados de las nervaduras centrales y secundarias, hasta cubrir toda la lámina foliar. La telaraña es fina, a veces imperceptible, a la que se adhieren las posturas. Su sintomatología también se confunde con el daño por fitotoxicidad ejercido por un herbicida hormonal (Ochoa *et al.*, 1991). *E. lewisi* es

partenogenética, arrenotoca, haploide y multivoltina (Reséndiz y Fausto-Moya, 2010); con bajas temperaturas y un fotoperiodo corto inverna como huevecillo en el tronco del hospedero.

Las poblaciones de *E. banksi* presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el estrato alto y el bajo, siendo este último el preferido por dicho fitófago. Sin embargo, la cantidad de ácaros presentes, tanto en el estrato alto como el medio, no rebasan en promedio niveles que podrían ocasionar un daño económico (Cuadro 2.3). *E. banksi* mantuvo poblaciones promedio cercanas a las que podrían considerarse dañinas, pero sólo en el estrato bajo, donde en ausencia de depredadores sus poblaciones pudieran incrementarse, ocasionar defoliación y dañar a los frutos por exposición al sol.

*Eutetranychus banksi* es conocida como la araña texana. Este ácaro se alimenta principalmente del follaje, causa amarillamiento, defoliación y pérdida general del vigor, lo que provoca mermas en la producción (Constantinides y McHugh, 2008); es considerada una plaga muy dañina para los frutales en México (Landeros *et al.*, 2004). En el papayo la caída de las hojas jóvenes reduce la fotosíntesis, pero en el caso de hojas medias y bajas deja expuestos los frutos al sol, lo cual causa quemaduras y demerita su calidad (Constantinides y McHugh, 2008; Teixeira *et al.*, 2007). *E. lewisi* y *E. banksi* coexisten en hojas de papayo, lo que se puede explicar porque una especie vive en el haz y la otra en el envés (Jeppson *et al.*, 1975; Salas, 1978; Reséndiz y Fausto-Moya, 2010). El alimento de ambas especies nunca estuvo limitado en este estudio; las hojas de papayo Maradol son de gran tamaño, el pecíolo de una hoja palmeada puede medir de 85 a 95 cm (Rodríguez, 2002) y nunca se observaron poblaciones de ácaros que cubrieran un área importante de la superficie foliar; solamente llegaron a producir de tres a cuatro colonias en las hojas. Para poder coexistir, Jeppson *et al.* (1975) indican que una especie debería incubar antes que la otra, reducir el número de huevos o incrementar el número de huevos no viables.

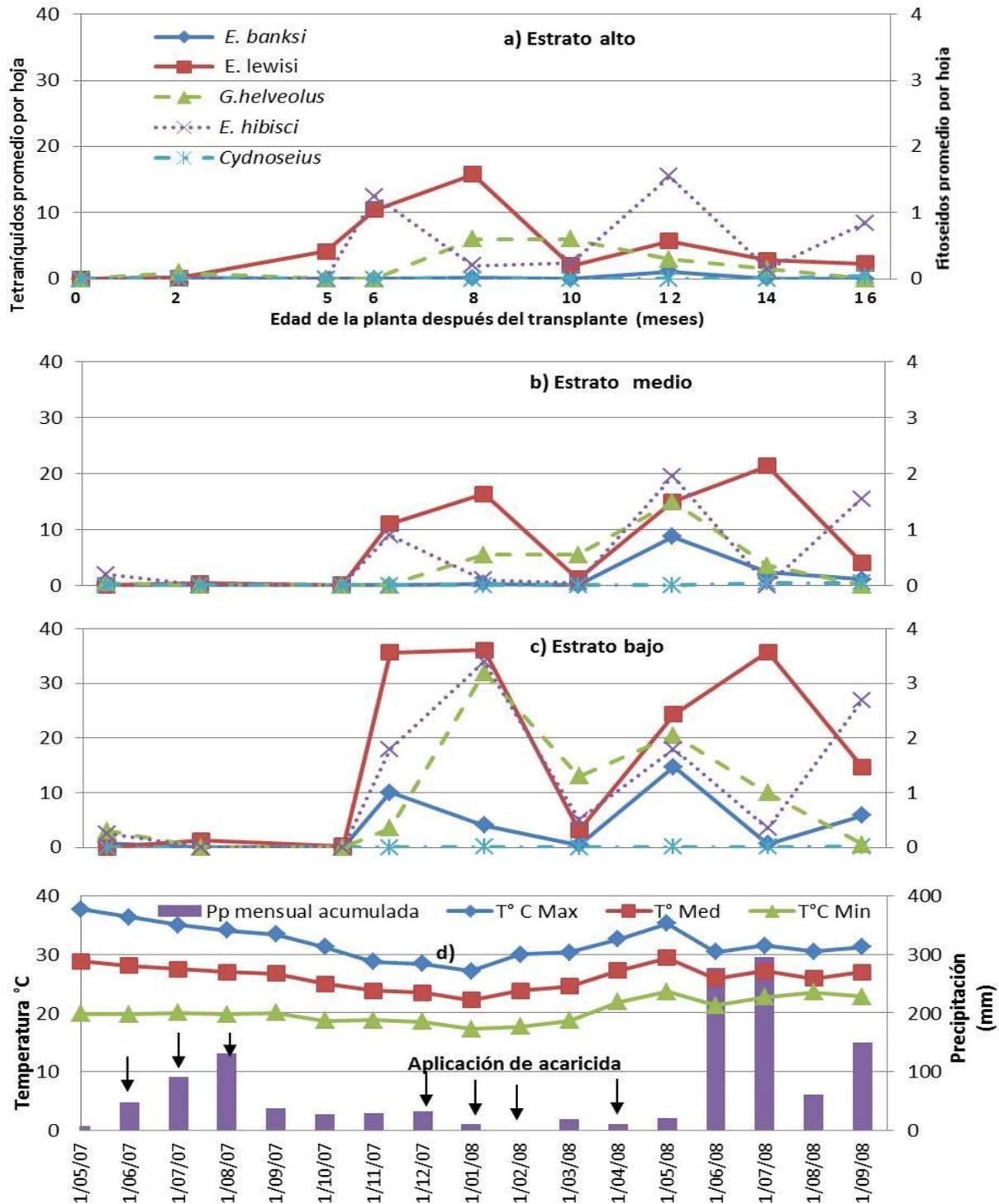


Figura 2.1 Abundancia estacional de ácaros fitófagos y depredadores en hojas por estrato de papayo, muestreados de mayo 2007 a septiembre 2008, en el municipio de Manlio F. Altamirano, Veracruz, México. a) Estrato alto; b) Estrato medio; c) Estrato bajo; d) Condiciones ambientales, Pp = Precipitación 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

Contrario a lo mencionado por De los Santos *et al.* (2000), quienes mencionan a *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval y *Polyphagotarsonemus latus* Banks 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. Lo anterior puede explicarse debido a la permanente reposición de hojas en verano.

**Estrato alto.** *E. lewisi* fue la especie fitófaga dominante en el estrato alto (Figura 1.1a), 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; volvió a incrementar sus poblaciones en mayo (6 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 (Constantinides y McHugh, 2008). 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 responsable de dicho síntoma fue *E. lewisi*, lo cual coincide con lo indicado por Reséndiz y Fausto-Moya (2010). No se presentaron los síntomas de manchas de aceite en los tallos ocasionadas por el virus, lo que sugiere que los síntomas descritos fueron causados por el ácaro mencionado y no por el virus. Por su parte, el tetraníquido *E. banksi* se presentó en poblaciones escasas en el estrato alto (Figura 2.1a).

**Estrato medio.** *E. 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; luego disminuyó sus poblaciones en septiembre hasta cuatro ácaros en promedio por hoja.

La segunda especie en abundancia fue *E. banksi*, con el máximo promedio de ácaros por hoja (9) en mayo de 2008, a los 12 meses de edad del cultivo (Figura 2.1b). *E. banksi* por el contrario, disminuyó a partir de la época de lluvias.

**Estrato bajo.** De igual manera, en el estrato bajo la especie dominante fue *E. lewisi*, con incremento poblacional a partir de noviembre de 2007 (Figura 2.1c), que se mantuvo hasta enero de 2008 (36 ácaros promedio por hoja) a los seis y ocho meses de edad del cultivo. En marzo de 2008 disminuyó drásticamente, pero se volvió a incrementar en mayo; alcanzó su máximo (36 ácaros por hoja) en el mes de julio, que junto con junio fueron los meses con mayor precipitación acumulada. El tetraníquido *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, pero a partir de la época de lluvias disminuyeron sus poblaciones (Figura 2.1c). Cabe señalar que las hojas de papayo del estrato inferior, al ser de mayor tamaño, albergan una mayor cantidad de ácaros; si son atacadas después de haber alcanzado su tamaño definitivo ya no son susceptibles de deformarse con el ataque de ácaros. Además, las hojas de este estrato no tienen tanta importancia para determinar la calidad de los frutos, como las hojas del cogollo.

### **Ácaros depredadores**

Las poblaciones de *Euseius hibisci* y *Galendromus helveolus* fueron significativamente mayores ( $p = 0.02$ ) a las poblaciones de *Cydnoseius* sp., pero no fueron diferentes entre sí, por lo que pueden presentarse como poblaciones mixtas en papayo. Las poblaciones de *Cydnoseius* sp., fueron demasiado raras como para atribuirles una función de control natural.

El incremento poblacional del fitoseido *G. helveolus* coincide con el del tetraníquido *E. lewisi* en el estrato alto, aunque con un ligero desfase, como lo propuesto por McMurtry y Croft (1997). Además, se observa el incremento poblacional de *E. hibisci* respecto a las bajas densidades de *E. banksi*, una de sus fuentes de alimento (Figura 2.1a), lo cual es una característica de los depredadores generalistas (McMurtry, 1992). *E. hibisci* fue más sensible al efecto de los acaricidas aplicados, 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 tetraníquidos *E. banksi* y *E. lewisi* (Figura 2.1b). *E. hibisci* está 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.*, 1999). Las especies encontradas en este estudio ya han sido utilizadas en programas contra ácaros plaga (Chant, 1985; McMurtry,

1985a, 1985b; McMurtry y Croft, 1997). *E. hibisci* y *G. helveolus*, por ser especies nativas, están adaptadas a las condiciones del clima y manejo de este agroecosistema y se pueden considerar especies potenciales para un programa de manejo integrado de tetraníquidos plaga en papayo y otros cultivos.

Los ácaros depredadores especialistas como *G. helveolus*, poseen alta tasa intrínseca de crecimiento cuando la población de la presa es alta y además tienen 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 y Croft, 1997).

Los depredadores generalistas no siempre tienen una distribución correlacionada con la de la presa, aunque para este caso la correlación fue positiva entre *E. hibisci* y *E. banksi* ( $r^2 = 0.639$ ). Las especies de tetraníquidos y fitoseidos de este estudio mostraron una correlación positiva a través del tiempo, a pesar de que *E. hibisci* no es un depredador especializado; esta característica ayuda a que no sea eliminado del agroecosistema en ausencia de alguna de sus presas, en este caso *E. banksi*, lo que permite su éxito en programas de manejo integrado (Badii *et al.*, 1999).

*E. hibisci* está ampliamente distribuido en zonas aguacateras de California; presenta dos picos de abundancia durante el año, el de primavera se relaciona con la presencia de polen de aguacate, y el de verano u otoño se relaciona con el incremento de *Oligonychus punicae* Hirst; sin embargo tiene baja efectividad de control, ya que presenta baja tasa de reproducción, no vive congregado y no es capaz de atrapar presas de ácaros formadores de telaraña (McMurtry, 1985a). También se alimenta de *P. citri*, y se ha encontrado sobre árboles asperjados con acaricidas selectivos (McMurtry, 1985b). *Galendromus* spp., son especies depredadoras selectivas a tetraníquidos y frecuentemente asociadas con especies productoras de telaraña, como *E. lewisi*. Se encuentran comúnmente en agroecosistemas altamente perturbados; son poco comunes en ecosistemas con un manejo más racional (McMurtry y Croft, 1997). *G. helveolus* está asociada con agroecosistemas alterados, a diferencia de *E. hibisci* (McMurtry y Croft, 1997). *G. helveolus* ataca a *Olygonichus perseae* (Tuttle *et al.*, 1976) y está adaptado para invadir los nidos protegidos por telaraña debido a sus sedas en la placa dorsal y en las patas (Takano-Lee y Hoddle, 2002); en este estudio la especie productora de abundante telaraña fue *E. lewisi*.

**Relación de ácaros plaga y depredadores.** *E. hibisci*, aunque es un depredador generalista, no es muy apto para alimentarse de ácaros telarañeros como *E. lewisi*, pero sí de *E. banksi* (McMurtry, 1985a). Por otro lado, *G. helveolus* es considerado un depredador especialista en

tetraníquidos telarañeros como *E. lewisi*, pero no *E. banksi* (McMurtry y Croft, 1997). Si se considera la sumatoria del complejo de especies fitófagas y depredadoras por estrato en el tiempo, la relación aproximada fue de 10 a 1 (Cuadro 2.3, Abato-Zárate *et al.*, 2010). Esta relación sería suficiente para mantener un balance natural de las especies que evite explosiones demográficas incontroladas. A pesar de ello, algunas poblaciones de fitófagos se presentaron en una relación superior a 10 fitófagos por cada depredador, pero lo hicieron por periodos de tiempo cortos (Figuras 2.1a, 2.1b, 2.1c). Los promedios de ácaros depredadores por hoja fueron similares o mayores a los encontrados por Fadamiro *et al.* (2009) en huertos de cítricos, pero ya que las hojas de papayo son mucho más grande, se postula que el daño causado por las poblaciones estudiadas aquí es menor.

Se presentó una correlación positiva ( $r^2 > 0.5$ ) 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* ( $r^2 = 0.59$ ). Además, cuando *E. banksi* aumentó, también lo hicieron los depredadores *G. helveolus* (0.53) y *E. hibisci* (0.64). A su vez, cuando *E. lewisi* se incrementó, así mismo lo hicieron *G. helveolus* (0.62) y *E. hibisci* (0.57). No se presentó correlación significativa entre las poblaciones de la especie depredadora *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.** En la Figura 2.1d se resume la información climática calculada de mayo 2007 a septiembre 2008. La temperatura media máxima registrada fue de 29 °C durante 2007 y la temperatura media mínima de 22 °C. Se registraron dos períodos 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. Durante los meses de junio y julio de 2008 la precipitación mensual acumulada fue de 277 mm y 294 mm, respectivamente (Figura 2.1d), en agosto 61.4 mm y en septiembre 149 mm. 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* disminuyeron en este mismo periodo; esta especie vive en el haz de las hojas, por lo que está expuesta a la acción directa de la lluvia.

Jeppson *et al.* (1975) indican que altas temperaturas asociadas con baja humedad incrementa las poblaciones de tetraníquidos. Se conoce que 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 se registraron únicamente dos meses con temperaturas promedio entre 28 y 29 °C (mayo y junio), y es en el mes de mayo cuando esta especie presenta su pico poblacional en el estrato bajo, llegando a un máximo de 15 ácaros en promedio por hoja. A partir de los diez meses de haber sido trasplantado el papayo, comenzaron a aumentar las poblaciones de ácaros en el cogollo y desde el onceavo mes en el estrato medio y bajo, llegando hasta a 35 ácaros. De acuerdo a lo anterior, pueden generarse al menos nueve generaciones de ácaros fitófagos en los meses fríos con temperaturas promedio entre 22 y 25 °C y 12 generaciones en los meses más calurosos con temperaturas promedio entre 26 y 29 °C.

*E. banksi* presentó su explosión poblacional temporal en los estratos medio y bajo de manera similar a la de *E. lewisi*, aunque fue más abundante durante mayo 2008.

El rango de crecimiento poblacional determina la importancia de los ácaros plaga (Janssen y Sabelis 1992), y es la temperatura el factor principal que afecta el crecimiento poblacional (Mori *et al.* 2005) y la distribución espacial (Laing, 1969; Carey y Bradley, 1982) de ácaros en los agroecosistemas.

**Manejo de los ácaros.** Las aplicaciones de dicofol se redujeron drásticamente las poblaciones de *E. lewisi*, las cuales volvieron a surgir en cuanto se dejó de aplicar. Las poblaciones se abatieron nuevamente después 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 y 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 2008. Se esperaría que durante este tiempo en que se combinan temperatura alta con humedad baja y poca precipitación, las poblaciones fueran más altas, motivo para iniciar la aplicación de acaricidas. Los sobrevivientes están en condiciones de migrar y aumentar sus poblaciones, en lo cual fue más explosivo *E. lewisi*.

**Muestreo recomendado.** De acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda realizar muestreos para la detección de las plagas y sus depredadores durante todo el ciclo del cultivo. Se deben muestrear los tres estratos y realizar un control cuando no existan ácaros depredadores, ya que las condiciones ambientales siempre son adecuadas para infestar plántulas, excepto quizás

después de la época de lluvias, cuando el promedio mensual acumulado comúnmente excede los 200 mm. Cuando se detecten poblaciones mayores a cinco ácaros promedio por hoja, se deberá identificar la presencia de depredadores naturales, en una relación menor de 10:1 (se sugiere 5:1), o de lo contrario será el momento oportuno de utilizar otro método de control. Para lograr el manejo integrado de ácaros es recomendable utilizar plaguicidas selectivos (Capítulo III) si se quieren conservar y aumentar las poblaciones de las especies presentes.

## 2.4 Conclusiones

Se presentaron dos ácaros fitófagos a través de las distintas fases de desarrollo del cultivo de papayo. *E. lewisi* fue más abundante y se presentó en los tres estratos. *E. banksi* fue menos abundante y se presentó en los estratos medio y bajo. Ambas especies fueron más abundantes en el estrato bajo.

También se presentaron tres ácaros depredadores durante el desarrollo del cultivo. *E. lewisi* presentó dos picos poblacionales en un año en el estrato medio y bajo, mientras *E. banksi* sólo presentó dos picos poblacionales en el estrato bajo. *Cydnoseius* sp. fue poco abundante. Se presentó una correlación positiva entre los ácaros plaga y los principales ácaros depredadores.

## Agradecimientos

A CONAGUA por la información meteorológica proporcionada. Al CONACYT por el financiamiento otorgado.

## 2.6 Literatura citada

Abato-Zárate, M, Otero-Colina, G., Villanueva-Jiménez, J. A., Hernández-Castro, E., Reyes-Pérez, N. 2010. Acarofauna asociada al cultivo de papayo en el estado de Veracruz. En: Memoria del XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Del 11 al 13 de nov. Uruapan, Michoacán, México. pp: 438-441.

Acosta, Z. C. 1998. Biología floral y relaciones fuente demanda en papaya (*Carica papaya* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 133 p.

Agustí, M. 2004. Fruticultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp: 478-488.

Amrine, J. W., Stansy, T.M. 1994. Catalogue of the Eriophyoidea (Aceria: Prostigmata) of the World. Indira Publishing. Bloomfield, USA. 1186 p.

- Badii, M. H., Flores, A. E., Quiroz, H., Torres, R. 1999. El papel de los Phytoseiidae en control biológico de las arañas rojas. En: Rodríguez Leyva E., Escobar Aguayo, J. J. (eds.). Memorias del XXII Congreso Nacional de Control Biológico. Montecillo, Estado de México. pp: 227-240.
- 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.
- Bolland, H. R., Gutierrez, J., Flechtmann, C. H. W. 1998. World Catalogue of the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae). Brill. Boston, USA. 384 p.
- 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. *Acarología*. 23: 333-345.
- Castro C., R. 2010. Diferentes frecuencias de aplicación de nutrimentos minerales en el cultivo de papaya “Maradol” bajo condiciones de fertirriego. Tesis de Maestría en Ciencias. Recursos Genéticos y Productividad. Montecillo, México. 54 p.
- Chant, D. A. 1985. Systematics and taxonomy. In: Helle, W., Sabelis, M. W. (eds.). *Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier. New York, USA. pp: 17-29.
- Cisneros S., V. M., Martínez P., D., Díaz C., S., Torres R., J. A., Guadarrama Z., C., Cruz L., A. 1993. Caracterización de la Agricultura de la Zona Central de Veracruz. Centro Regional Universitario Oriente. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 117 p.
- Constantinides, L. N., McHugh, J. J. (eds.). 2008. Pest management strategic plan for papaya production in Hawaii. University of Hawaii, Manoa. Hilo, Hawaii. 110 p.
- De Coss F., M. E. 2006. Bioecología y herbivoría del ácaro *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) en *Carica papaya* L. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Chiapas. Chiapas, México. 121 p.
- De la Torre, P. E. 2005. Colectas acarológicas de Ciudad de La Habana registradas por la Sanidad Vegetal. *Fitosanidad*. 9(1): 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 p.
- 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 p.
- 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(1): 617-628.
- 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 M., C. 1981. Lista de Insectos y Ácaros Perjudiciales a los Cultivos en México. Fitófilo. 86: 1-196.
- Gerson, U. 1992. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Experimental and Applied Acarology. 13(3): 163-178.
- 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 p.
- 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(4): 942-944.

- Krantz, G. W., Walter, D. E. (eds.). 2009. A Manual of Acarology. Third Edition. Texas Tech University Press; Lubbock, Texas, USA. 807 p.
- Laing, J. E. 1969. Life history and life table of *Tetranychus urticae* Koch. *Acarología*. 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*. 20(3): 147-155.
- McMurtry, J. A. 1985a. Avocado. In: Spider Mites, their Biology, Natural Enemies and Control Helle, W., Sabelis, M. W. (eds.). New York, USA. pp: 327-332.
- McMurtry, J. A. 1985b. Citrus. In: Spider Mites, their Biology, Natural Enemies and Control. Helle, W., Sabelis, M. W. (eds.). New York, USA. pp: 339-347.
- 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(3-4): 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 p.
- 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: 18/01/2011).
- Ochoa, R., Aguilar, H., Vargas, C. 1991. Ácaros Fitófagos de América Central: Guía Ilustrada. CATIE, Costa Rica. 251 p.
- Pantoja, A., Follett, P. A., Villanueva-Jiménez, J. A. 2002. Pests of papaya. 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. pp: 131-156.

- Reséndiz G., B., Fausto-Moya, T. J. 2010. Identificación de los ácaros asociados al papayo (*Carica papaya* L.). In: Sánchez G., M. C., Sandoval I., J. S., Estrada V., E. G. (eds.). Memorias del Primer Simposio Internacional de Acarología. Universidad Autónoma Chapingo. México. Agosto 2-6, 2010. pp: 25-31.
- Rodríguez-Navarro, A. 2002. El Cultivo de la Papaya Maradol. INIFAT. Cuba. 113 p.
- Salas, F. L. A. 1978. Algunas notas sobre las arañas rojas (Tetranychidae: Acari) halladas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 2(1): 47-59.
- SIAP. 2010. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIAP-SAGARPA. México. <http://www.siap.gob.mx/> (Consultado: 06/12/2010).
- Takano-Lee, M., Hoddle, M. 2002. Predatory behaviors of *Neoseiulus californicus* and *Galendromus helveolus* (Acari: Phytoseiidae) attacking *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*. 26: 13-26.
- Tanigoshi, L. K. 1982. Advances in the knowledge of the biology of the Phytoseiidae. In: Hoy, M. A. (ed.). *Recent Advances in the Knowledge of the Phytoseiidae*. University of California Press, Berkeley, USA. pp: 1-22.
- Teixeira da Silva, J. A., Rashid, Z., Tan Nhut, D., Sivakumar, D., Gera, A., Teixeira Souza, M., Tennant, P. F. 2007. Papaya (*Carica papaya* L.) biology and biotechnology. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*. 1(1): 47-73.
- Tuttle, D. M., Baker, W. E., Abbatiello, M. J. 1976. Spider mites of Mexico (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*. 2(2): 1-102.



### CAPÍTULO III. ACARICIDAS COMPATIBLES CON MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL PAPAYO (*Carica papaya* L.) EN VERACRUZ

#### Resumen

Los ácaros son considerados la segunda plaga importante de papayo en Veracruz, México, debido a un incremento general en el uso de plaguicidas que pueden alterar las poblaciones de depredadores. Se evaluó la efectividad de plaguicidas contra ácaros fitófagos, y su selectividad a depredadores en papayo cv. Maradol. Se estableció un diseño experimental en bloques al azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Se presentaron diferencias significativas ( $p = 0.005$ ) en el número de ácaros plaga vivos por hoja después de la tercera aplicación. La comparación de medias mostró las menores poblaciones de ácaros por hoja (2.6, 3.9, 3.5 y 4.9) con los tratamientos: dicofol en rotación con bifentrina, aceite parafínico de petróleo solo, azufre en polvo solo y el régimen que combina ácidos grasos, seguido de aceite parafínico de petróleo y azadiractina 1.2%. La azadiractina 1.2% sola tuvo una efectividad menor al grupo anterior (5.8 ácaros por hoja); y los siguientes plaguicidas no fueron significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) al testigo (17.4 ácaros por hoja): ácidos grasos solos (6.7), azadiractina 4.5% sola (9.5) e imidacloprid al suelo (7.6). No se presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos en el número de ácaros depredadores, debido posiblemente a las bajas densidades encontradas.

Palabras clave: Efectividad biológica, *Tetranychus merganser*, *Galendromus helveolus*, *Euseius hibisci*.

ACARICIDES COMPATIBLE WITH INTEGRATED PEST MANAGEMENT OF PAPAYO  
(*Carica papaya* L.) IN VERACRUZ

Abstract

Mites are considered the second pest in importance in papaya in Veracruz, Mexico, followed by a general increment in pesticide use that might unbalance predatory populations. Efficacy of miticides were evaluated against phytophagous mites, and their selectivity to predators in papaya cv. Maradol. A completely randomized blocks design with nine treatments and four replications was conducted. Significant differences ( $p = 0.005$ ) were found in the number of phytophagous mites alive per leaf after the third weekly application. Mean comparison showed the lowest populations of mites pest for leaf (2.6, 3.9, 3.5 and 4.9) with the following treatments: dicofol rotated with bifentrina, paraffinic oil alone, sulphur powder alone and a weekly regime of fatty acids followed by paraffinic oil and azadiractina 1.2%. Azadiractina 1.2% alone had a lower efficacy than the previous group (5.8 mites per leaf); and the following pesticides were not significantly different ( $p > 0.05$ ) to the control (17.4 mites per leaf): fatty acids sprayed alone (6.7), azadiractina 4.5% alone (9.5) and drenched imidacloprid (7.6). No significant difference ( $p > 0.05$ ) was found among treatments in the number of predatory mites, possibly due to the low mite densities present.

Keywords: Test of biological efficiency, *Tetranychus merganser*, *Galendromus helveolus*, *Euseius hibisci*.

### 3.1 Introducción

A nivel mundial los ácaros se consideran plagas de primera importancia en el cultivo de papayo (*Carica papaya* L.), debido a los daños que ocasionan Pantoja *et al.* (2002). En la mayoría de los casos el productor opta por la aplicación de plaguicidas para su control, ya que son fáciles de usar, eficaces y comercialmente atractivos. Sin embargo, además de contaminar el ambiente, requieren un manejo cuidadoso ya que pueden provocar que las plagas seleccionen resistencia a estos productos, lo que limita su utilidad (Metcalf, 1990; Buttler *et al.* 1998). Por ello, la industria de agroquímicos se preocupa en producir plaguicidas de baja residualidad en el ambiente y selectivos a enemigos naturales (Lagunes-Tejeda y Villanueva-Jiménez, 1994). Un plaguicida selectivo permite la sobrevivencia y viabilidad de enemigos naturales como depredadores y parasitoides (Villanueva-Jiménez y Hoy, 2003). En huertos de papayo de Brasil, a pesar de haber sido sometidos a aplicaciones continuas de plaguicidas, Collier *et al.* (2004) encontraron al ácaro depredador *Neoseiulus idaeus* (Denmak y Muma), importante controlador de la araña roja *Tetranychus urticae* (Koch), y por ello con potencial para incluirlo en programas de manejo integrado.

Estudios preliminares en Veracruz, México realizados por los autores han permitido identificar a *Euseius hibisci* (Chant) y *Galendromus helveolus* (Chant) como dos especies de ácaros depredadores presentes en huertas comerciales de papayo; sin embargo no se conoce cuál es su respuesta a la aplicación de acaricidas. El manejo integrado de plagas busca un ensamble del control biológico con el control químico con la finalidad de ofrecer a los productores de papayo opciones más sustentables; por ello el objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de acaricidas contra ácaros plaga, y su selectividad a depredadores en papayo cv. Maradol.

### 3.2 Materiales y métodos

Se estableció una parcela experimental con papaya tipo Maradol roja en el municipio de Manlio F. Altamirano, Ver., (19° 06' N y 96° 20' O) en una superficie de 4,000 m<sup>2</sup> durante el mes de junio de 2008. Como parte del manejo integral del virus de la mancha anular del papayo, al momento de la siembra la parcela experimental se rodeó con maíz variedad CP-562, sembrada a una distancia de 20 cm entre plantas en una hilera separada 2.20 m de las hileras de papayo. Tres meses después las plantas de maíz fueron retiradas.

El experimento se condujo en un arreglo en bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental constó de 16 plantas de papayo (cuatro hileras de cuatro plantas) con una distancia de 1.80 m entre hileras y 1.30 m entre plantas.

Los plaguicidas y tratamientos aplicados en este ensayo incluyeron dos regímenes de aplicación de más de un plaguicida, los cuales se describen en el Cuadro 3.1. Se realizaron un máximo de tres aplicaciones del 6 de junio al 2 de julio de 2009. En las cuatro plantas centrales de la unidad experimental, se midió la efectividad y selectividad de los acaricidas en una hoja por planta del estrato alto marcada al inicio del experimento. Se cuantificó el número de ácaros plaga y depredadores vivos por hoja, antes de la aplicación y cinco a siete días posteriores a la misma. Debido a la baja infestación de ácaros presentes, se realizó un análisis no paramétrico con la prueba de Friedman y la comparación de medias por diferencia mínima significativa (LSD) con el programa estadístico SAS 9.1.3.

### 3.3 Resultados y discusión

**Efectividad de acaricidas.** Las infestaciones de ácaros plaga (*Tetranychus merganser* Boudreaux) encontradas en cada uno de los muestreos fueron en general bajas, con promedios de 1.5 a 17.4 ácaros plaga por hoja en las cuatro fechas de muestreo (Cuadro 3.2 y 3.3), además de tener presencia baja pero consistente de ácaros depredadores (*G. helveolus* y *E. hibisci*) en todas las fechas de muestreo, con promedios de 0.2 a 1.3 depredadores por hoja en el testigo; lo anterior hace suponer que las poblaciones estuvieron sujetas a control natural (Cuadro 3.2 y 3.3).

Cuadro 3.1 Descripción de los tratamientos y plaguicidas utilizados para la prueba de efectividad biológica de acaricidas en papayo en Veracruz, México.

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo (Concentración)	Dosis ha <sup>-1</sup>
1. Testigo sin aplicación de plaguicidas	-	-	-
2. Testigo comercial: dicofol – bifentrina – dicofol, alternados semanalmente	AK-20®	dicofol (18.5 %, organoclorado)	0.45 L
	Talstar®	bifentrina (12.15 %, piretroide)	0.50 L
3. Imidacloprid a la base del tallo, una sola aplicación	Confidor®	imidacloprid (30.20 %, nornicotenoide)	0.90 L

Continuación cuadro 3.1...

<b>Tratamiento</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Ingrediente activo (Concentración)</b>	<b>Dosis ha<sup>-1</sup></b>
4. Aceite, aplicado semanalmente	Safe-T-Side®	aceite parafínico de petróleo (80 %)	9.00 L
5. Ácidos grasos con adherente <sup>π</sup> , aplicados semanalmente	Peak Plus versión B <sup>†</sup>	ácidos grasos (80 %)	2.25 kg
6. Azufre, aplicado semanalmente	Azufre agrícola en polvo	azufre elemental (93 %)	50.0 kg
7. Azadiractina 1.2 %, aplicado semanalmente	Azadirect®	azadiractina (1.2 %, botánico)	3.00 L
8. Azadiractina 4.5 %, aplicado semanalmente	Neemix®	azadiractina (4.5%, botánico)	0.45 L
9. Ácidos grasos con adherente <sup>π</sup> – aceite refinado de petróleo – azadiractina 1.2 %, alternados semanalmente Clave (AAA)	Peak Plus	ácidos grasos (80 %)	2.25 kg
	Safe-T-Side®	aceite parafínico de petróleo	9.00 L
	Azadirect®	azadiractina (1.2 %, botánico)	3.00 L

\*Aplicado en 450 L ha<sup>-1</sup>. <sup>π</sup> Adherex® <sup>†</sup>Jabón agrícola desarrollado para fines experimentales por el Dr. J. Concepción Rodríguez Maciel en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

Cuadro 3.2 Promedio de ácaros plaga encontrados en cinco muestreos realizados antes y después de la aplicación de los acaricidas.

<b>Tratamientos</b>	<b>Fecha 1**</b>	<b>Fecha 2</b>	<b>Fecha 3</b>	<b>Fecha 4</b>
Testigo	1.5 a***	3.1 a	17.4 a	17.4 a
Ak20-talstar	0.4 a	0.2 a	3.8 a	2.6 e
Confidor	0.3 a	0.9 a	5.3 a	7.6 ab
Safe-T-side	0.5 a	1.4 a	4.9 a	3.9 de
Peak plus	0.9 a	1.1 a	11.3 a	6.7 abc
Azufre	1.4 a	0.4 a	12.6 a	3.5 cde
Azadirect	0.7 a	0.7 a	12.1 a	5.8 bdc
Neemix	0.6 a	1.3 a	13.2 a	9.5 ab
AAA*	1.3 a	2.0 a	13.5 a	4.9 bcde

\*Ácidos grasos con adherente<sup>π</sup> – aceite refinado de petróleo – azadiractina. \*\*La aplicación de productos se realizó en la fecha 1, 2 y 3, posterior al muestreo. \*\*\*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Cuadro 3.3 Promedio de ácaros depredadores encontrados en cinco muestreos realizados antes y después de la aplicación de los acaricidas.

Tratamientos	Fecha 1**	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4
Testigo	0.2 a***	0.3 a	0.6 a	1.3 a
Ak20-talstar	0.2 a	0.1 a	0.5 a	0.8 a
Confidor	0.2 a	0.0 a	0.3 a	0.6 a
Safe-T-side	0.1 a	0.3 a	0.6 a	0.9 a
Peak plus	0.1 a	0.1 a	0.8 a	0.8 a
Azufre	0.1 a	0.1 a	0.5 a	0.5 a
Azadirect	0.3 a	0.2 a	0.8 a	0.8 a
Neemix	0.1 a	0.3 a	0.6 a	0.9 a
AAA*	0.3 a	0.3 a	0.5 a	0.5 a

\*Ácidos grasos con adherente<sup>π</sup> – aceite refinado de petróleo – azadiractina. \*\*La aplicación de productos se realizó en la fecha 1, 2 y 3, posterior al muestreo. \*\*\*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

No se presentaron diferencias significativas ( $p = 0.86$ ) entre tratamientos antes de la primera aplicación de plaguicidas, lo que indica una distribución uniforme de las densidades encontradas en toda la parcela experimental. Tampoco se presentaron diferencias significativas posteriores a la primera ( $p = 0.44$ ) y segunda ( $p = 0.09$ ) aplicación.

Después de la tercera aplicación (fecha 4), se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.005$ ) entre tratamientos para el número de ácaros plaga (Figura 3.1, Cuadro 3.4), con diferencia mínima significativa de 2.8 ácaros plaga por hoja. El testigo sin aplicación de acaricidas presentó los mayores promedios de ácaros plaga por hoja (17.4); en contraste con el tratamiento testigo regional (dicofol-bifentrina), donde únicamente se encontraron 2.6 ácaros plaga en promedio.

En la comparación de medias, los productos más efectivos fueron el dicofol rotado con bifentrina, seguido del aceite parafínico de petróleo solo, el azufre en polvo solo y el régimen de ácidos grasos seguido de aceite parafínico de petróleo y posteriormente azadiractina 11 %, con las poblaciones más bajas de ácaros plaga (2.6, 3.9, 3.5 y 4.9 ácaros por hoja). El tratamiento dicofol-bifentrina emplea un organoclorado de larga actividad residual seguido de un piretroide de contacto (Lagunes-Tejeda y Villanueva-Jiménez, 1994). *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval ha sido indicado en China como resistente al dicofol (Fengying *et al.*, 1998), de la misma manera que *T. urticae* lo ha sido en Villa Guerrero, México sobre rosales (Reséndiz, 1998) y en Guanajuato, México en el cultivo de fresa (Cerna *et al.*, 2005). Debido a que Cerna *et al.* (2009) también demuestran la resistencia de este último ácaro a la bifentrina, el régimen dicofol-bifentrina no sería recomendable para el combate de *Tetranychus*, considerando que existen

productos donde la resistencia se genera más lentamente y son menos tóxicos a depredadores. En este estudio el aceite parafínico de petróleo con 3.9 ácaros plaga por hoja fue similar al dicofol en el control de *T. merganser*. Los aceites son considerados plaguicidas con baja toxicidad hacia depredadores según Beattie *et al.* (1995), Rae *et al.* (1997) y Villanueva-Jiménez *et al.* (2000); incluso autores como Agnello *et al.* (1994) y Durán (2002) consideran que los aceites pudieran “no generar resistencia”. Aunado a lo anterior, se conoce que los aceites poseen bajo riesgo para la salud humana, por lo que la Food and Drug Administration (FDA) los exenta de requerimientos de tolerancia, además de tener un costo relativamente bajo (Agnello *et al.*, 1994). Por su parte Hill y Foster (1998) indican que el aceite hortícola Dormant Oil 435® al 2 % permite la sobrevivencia de *Amblyseius fallacis* (Garman) en huertos de manzano, y que es efectivo para el control de *Panonychus ulmi* (Koch). En otro estudio Stanyard *et al.*, (1998) obtuvieron bajas infestaciones de *P. ulmi* (146 y 213 ácaros-día) al aplicar los aceites Safe-T-Side® y SunSprays 6E®, resultados similares a los obtenidos con clofentezine, dicofol y propargite (6E), que además permitieron la sobrevivencia de ácaros depredadores (9.2 y 9.9 ácaros-día, respectivamente). Agnello *et al.* (1994), lograron un control efectivo contra *P. ulmi* con tres aplicaciones de aceite al 2 y 3 % bajo un programa de 2 a 3 semanas. Para el control de *T. urticae* (Koch) en rosales, Nicetic *et al.* (2001), encontraron que la combinación de aspersiones de aceites de petróleo de 24 carbonos (nC24), en combinación con el uso del ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot fue mejor que usar únicamente a *P. persimilis*. En un estudio de tres años en huertas de manzano, el aceite de petróleo fue selectivo a enemigos naturales y se recomendó su implementación en programas de manejo integrado (Agnello *et al.*, 2003). Por lo anterior, éste es uno de los productos que se puede recomendar para programas de manejo integrado de ácaros del papayo.

El tratamiento con azufre en polvo no presentó diferencias significativas con el dicofol y el aceite. En este mismo sentido, Durán, (2002) indica que el azufre es una alternativa adecuada para el control de ácaros plaga, ya que presenta baja toxicidad para animales y humanos, y toxicidad moderada a fitoseidos (Cranham y Helle, 1985). Además, la Universidad de California (2000) recomienda el uso de azufre en polvo para el control de ácaros plaga por considerarlo como un producto selectivo. Sin embargo, Barlett (1977) menciona que el azufre tiene un efecto detrimental a largo plazo, asociado a la persistencia de residuos con alta y media toxicidad a especies de la familia Phytoseiidae. En este trabajo su presentación en polvo dificultó la

aplicación bajo las condiciones de clima subhúmedo donde se realizó el experimento; además, debe considerarse que no se puede aplicar inmediatamente si se han utilizado aceites (Universidad de California, 2000). Una vez considerado lo anterior, el azufre podría ser recomendado para el control de ácaros en papayo.

Dentro del primer grupo de los mejores tratamientos estuvo el régimen de aplicación combinada de ácidos grasos (jabones), seguido de aceite parafínico de petróleo y posteriormente azadiractina 1.2 %; este régimen se basa en productos selectivos a depredadores. La aplicación del régimen fue más efectiva que la aplicación individual de azadiractina 1.2 % o ácidos grasos solos. Por lo que también se considera adecuado para programas de manejo integrado de ácaros en papayo.

El siguiente grupo en efectividad lo conformó únicamente la azadiractina 1.2 %. Este acaricida presentó un comportamiento significativamente ( $p = 0.005$ ) superior al testigo, pero menor al de los tratamientos previamente mencionados. Azadirect® 1.2 % es un insecticida de origen botánico que actúa por contacto e ingestión, es de amplio espectro y posee acción translaminar (Gowan Mexicana©, 2009). Castiglioni *et al.*, (2002) evaluó el aceite de nim 1%, el cual logró 80 % de mortalidad sobre hembras de *T. urticae*; sin embargo la formulación comercial Nimkol® a concentraciones de 2, 1 y 0.5 %, resultaron en mortalidades menores (51.5, 41.8 y 39.7 %, respectivamente).

El resto de los tratamientos no fueron diferentes al testigo (Cuadro 3.2). En este grupo se encuentran los ácidos grasos aplicados solos, el imidacloprid al suelo y la azadiractina 4.5 % (Neemix 4.5 %), con 6.7, 7.6 y 9.5 ácaros por hoja, respectivamente. Esto no concuerda plenamente con otros estudios, como el de Standyard *et al.*, (1998) donde encontraron que M-Pede®, producto a base de ácidos grasos resultó tan eficiente como el dicofol. Por su parte Silva *et al.*, (2005) determinaron que con 1 a 2 kg de sal sódica de sebo de res (Peak) aplicados en 100 L de agua, logran eficacia biológica superior a 95.2 % contra *T. urticae* en rosales, lo que resultó similar a la aplicación de clofentezina (Acaristo®) como testigo regional. Sin embargo, los ácidos grasos encuentran su utilidad en aplicaciones seriadas con otros plaguicidas (Cuadro 3.2). Aunque el imidacloprid es considerado un plaguicida selectivo por ser sistémico (Villanueva-Jiménez *et al.*, 2000), es ampliamente usado por su amplio espectro y por presentar toxicidad baja sobre *P. persimilis* y *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt (Smith *et al.*, 1997); sin embargo algunos reportes indican que este producto estimula el resurgimiento de los ácaros plaga (Sclar *et*

al., 1998; Raupp *et al.*, 2004), así como el aumento de la fecundidad de *T. urticae* (James y Price 2002). Además, Duso *et al.*, (2008) encontraron que *P. persimilis* disminuyó su promedio de oviposición al ser tratado con imidacloprid. Por lo tanto, este producto no sería recomendable para el control de ácaros plaga en papayo.

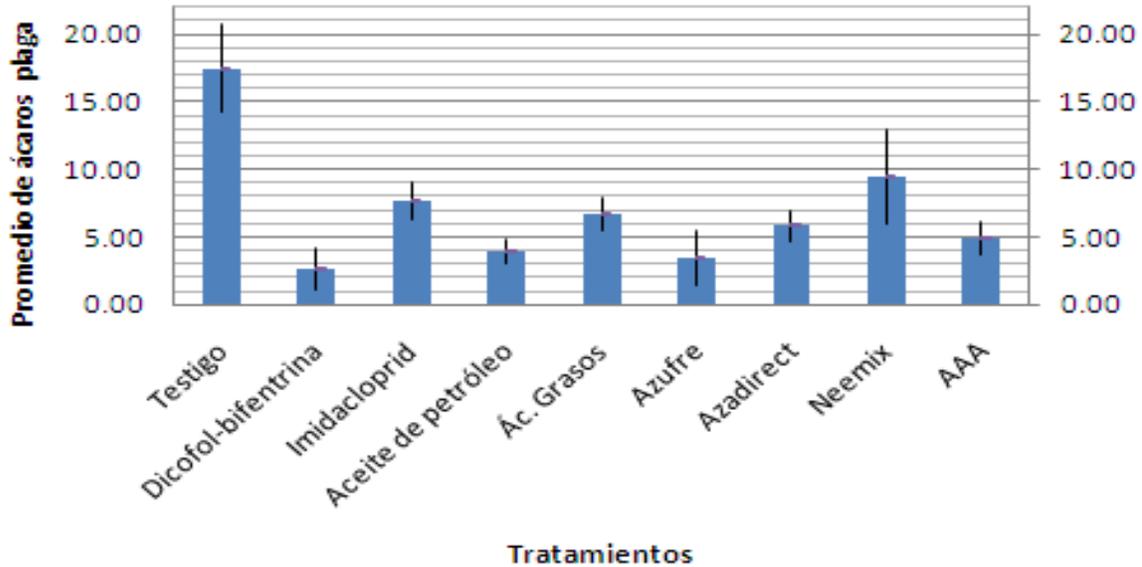


Figura 3.1 Ácaros plaga promedio por hoja, cinco semanas después de la primera aplicación con diferentes acaricidas.

Cuadro 3.4 Análisis de varianza para ácaros plaga por hoja, después de la tercera aplicación.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	146.62	13.33	3.48	0.005
Error	24	91.88	3.83		
Total correcto	35	238.50			

**Selectividad de acaricidas a depredadores.** En todos los muestreos realizados se detectó la presencia de ácaros depredadores (Cuadro 3. 3). Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre tratamientos en ningún muestreo para esta variable. Lo anterior puede deberse a las bajas densidades de ácaros depredadores presentes durante el ensayo, que sin embargo se consideran adecuadas para mantener bajas las poblaciones de ácaros plaga. Además, la mayoría de los productos presentan algún grado de selectividad a los ácaros depredadores. En el caso del dicofol, hay evidencias en ambos sentidos: Jeppson *et al.*, 1975) encontraron que los adultos de *P. persimilis* y *Amblyseius stipulatus* Athias-Henriot fueron menos susceptibles que *Amblyseius*

*hibisci* Chan, aunque a concentraciones de 10 ppm el dicofol evitó la eclosión de huevos de *A. hibisci*. Por su parte Prokopy *et al.*, (1980) señalan al dicofol como un plaguicida de altamente a moderadamente tóxico a depredadores, con efecto antireproductivo en *A. fallacis*. Jones y Parella (1983) estudiaron la residualidad en cítricos con dicofol y encontraron que a 66 días después de su aplicación redujo un 72.4 % el número de depredadores-día de *Euseius stipulatus* Athias-Henriot, (McGregor), y a 83 días causó reducción en su potencial de depredación. Stanyard *et al.* (1998) con aplicaciones de dicofol obtuvieron decremento drástico de la población de *A. fallacis* en manzano de hasta 0.2 ácaros por hoja en dos años. Por tanto, es posible que aunado a las bajas poblaciones de ácaros depredadores.

### 3.4 Conclusiones

El dicofol en rotación con bifentrina, el aceite parafínico de petróleo solo, el azufre en polvo solo y el régimen que combina ácidos grasos, seguido de aceite parafínico de petróleo y azadiractina 1.2 % presentaron mejor control de *Tetranychus merganser*, ácaro plaga en papayo en Veracruz, México. La azadiractina 1.2 % tuvo un efecto intermedio en el control de la araña roja. Se presentaron ácaros depredadores vivos en todos los tratamientos.

### 3.5 Literatura citada

- Agnello, A. M., Reissig, W. H., Harris, T. 1994. Management of summer populations of European Red Mite (Acari: Tetranychidae) on apple with Horticultural oil. *Journal of Economic Entomology*. 87(1): 147-161.
- Agnello, A. M., Reissig, W.H., Kovach, J., Nyrop, J. P. 2003. Integrated apple pest management in New York State using predatory mites and selective pesticides. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 94(2): 183-195.
- Barlett, R. 1977. Integración del control químico y biológico. En: DeBach, P. (ed.). *Control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas*. Editorial CECSA. México. Pp. 581-604.
- Beattie, G. A. C., Liu, Z. M., Watson, D. M., Clift, A. D., Jiang L. 1995. Evaluation of petroleum sprays oils and polysaccharides for control of *Phyllocnistis citrella* Stainon (Lepidoptera: Gracillariidae). *Journal Australian Entomology Society*. 34: 349-353.
- Buttler, T., Martinkovic W., Nesheim, O. N. 1998. Factors influencing Pesticide Movement to Ground Water. Series PI-2. Pesticide Information Office. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. USA. 4 p.

- Cranham, J. E., Helle, W. 1985. Pesticide resistance in tetranychidae. In: Helle, W., Sabelis, M. W. (eds.). Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control. Volume 1B. Elsevier. New York, USA. pp. 405-423.
- Castiglioni, E., Vendramim, J. D., Tamai, M. A. 2002. Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari, Tetranychidae). Agrociencia. 6 (2): 75-82.
- Cerna, J., Landeros, J., Guerrero, E., Flores, A. E., Badii, M. H. 2005. Detección de resistencia enzimática por productos sinergistas en una línea de campo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Folia Entomológica Mexicana. 44(3): 287-295.
- Cerna, E., Ochoa, Y., Aguirre, L., Badii, M., Gallegos, G., Landeros, J. 2009. Niveles de resistencia en poblaciones de *Tetranychus urticae* en el cultivo de la fresa. Revista Colombiana de Entomología. 35(1): 52-56.
- Durán, M. J. 2002. BioPlaguicidas. Guía de Ingredientes Activos en América Central. Serie técnica, Manual técnico. CATIE. No. 49. Turrialba, Costa Rica. 153 p.
- Collier, K. F. S, De la Lima, J. O. G., Alburquerque, G. S. 2004. Predacious mites in papaya (*Carica papaya* L.) orchards: in search of a biological control agent of phytophagous mite pest. Neotropical Entomology. 33: 779-803.
- Fengying, G., Zhi-Qiang, Z., Zhimo, Z. 1998. Pesticide resistance of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) in China: a review. Systematic and Applied Acarology. 3: 3-7.
- Gowan Mexicana. 2009. Azadirect. [gowanmexicana.com/productosd.php?producto=9&idioma=3&categoria=4](http://gowanmexicana.com/productosd.php?producto=9&idioma=3&categoria=4) (Consultado: 5/07/2010).
- Hardman, J. M., Smith, R. F., Bent, E. 1995. Effects of different integrated pest management programs on biological control of mites on apple by predatory mites (Acari) in Nova Scotia. Environmental Entomology. 24: 125-142.
- Hill, T. A., Foster, R. E. 1998. Influence of selective insecticides on population dynamics of european red mite (Acari: Tetranychidae), apple rust mite (Acari: Eriophyidae), and their predator *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in apple. Journal of Economic Entomology. 91(1): 191-199.

- James, D. G., Price, T. S. 2002. Fecundity in twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. *Journal of Economic Entomology*. 95(4): 729-732.
- Jeppson, L. R., McMurtry, D. W., Jesser, M. J., Johnson, H. G. 1975. Toxicity of citrus pesticides to some predaceous phytoseiid mites. *Journal of Economic Entomology*. 68(5): 707-710.
- 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(4): 942-944.
- Lagunes-Tejeda, A., Villanueva-Jiménez, J. A. 1994. *Toxicología y Manejo de Insecticidas*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México. 264 p.
- Metcalf, R. L. 1990. Insecticidas en el manejo de plagas. En: Metcalf, R. L., Luckman, W. H. (eds.). *Introducción al Manejo de Plagas de Insectos*. Ed. Limusa, México. pp. 271-344.
- Nicetic, O., Watson, D. M., Beattie G. A. C., Meats, A., Zheng, J. 2001. Integrated pest management of two-spotted mite *Tetranychus urticae* on greenhouse roses using petroleum spray oil and predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Experimental Applied Acarology*. 25: 37-53.
- Pantoja A., Follett, P. A., Villanueva-Jiménez, J. A. 2002. Pests of papaya. In: *Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control*. CAB International. Cambridge, USA. pp. 131-156.
- Prokopy, R. J., Coli, W. M., Hislop, R. G., Hauschild, K. J. 1980. Integrated management of insect and mite pest in commercial apple orchards in Massachusetts. *Journal of Economic Entomology*. 73: 529-535.
- Rae, D. J., Liang, W. G., Watson, D. M., Beattie, G. A. C., Huang, M. D. 1997. Evaluation of petroleum sprays oils for control of the Asian citrus psylla *Diaphorina citri* (Kuwayana) (Hemiptera: Psyllidae) in China. *International Journal of Pest Management*. 43(1): 71-75.
- Raupp, M. J., Webb, R. E., Szczepaniec, A., Booth D., Ahern, R. 2004. Incidence, abundance, and severity of mites on hemlocks following applications of imidacloprid. *Journal of Arboriculture*. 30(2): 108-113.
- Reséndiz, G. B. 1998. Resistencia a insecticidas de una población de una población de *Tetranychus urticae* Koch procedente de Villa Guerrero, Edo. De México. Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

- Sclar, D. C., Gerace, G., Cranshaw, W. S. 1998. Observations of population increases and injury by spider mites (Acari: Tetranychidae) on ornamental plants treated with imidacloprid. *Journal of Economic Entomology*. 91(1): 250-255.
- Silva, F. M. A., Rodríguez, M. J. C., Díaz Gómez, O., Bautista Martínez, N. 2005. Efectividad biológica de un derivado de ácido graso para el control de *Macrosiphum rosae* L. (Homoptera: Aphididae) y *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) *Agrociencia*. 39(3): 319-325.
- Smith, D., Beattie, G. A. C., Broadley, R. (eds.). 1997. *Citrus Pest and their Natural Enemies*. Department of Plant Industries and Horticultural Research and development Corporation. Queensland, Australia. 272 p.
- Spollen, K. M., Isman, M. B. 1996. Acute and sublethal effects of a neem insecticide on the commercial biological control agents *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) and *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cwecidomyiidae). *Journal of Economic Entomology*. 89(6): 1379-1386.
- Stanyard, M. J., Foster, R. E., Gibb, T. J. 1998. Populations dynamics of *Amblyseius fallacies* (Acari: Phytoseiidae) and european red mite (Acari: Tetranychidae) in apple trees treated with selected acaricides. *Journal of Economic Entomology*. 91(1): 217-225.
- SAS. 2003. *SAS: STAT User's Guide*. SAS Institute. Cary, NC. USA. 1028 p.
- Villanueva-Jiménez, J. A., Hoy, M. A., Davies, F. S. 2000. Field evaluation of integrated pest management-compatible pesticides for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoid *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Journal of Economic Entomology*. 93(2): 357-367.
- Villanueva-Jiménez, J. A., Hoy, M. A. 2003. Integración del control biológico con el control químico. En: *Memorias del Curso de Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Guadalajara, Jalisco, México. pp. 143-154.
- University of California. 2000. *Pest Notes*. Division of Agriculture and Natural Resources Publication 7405. <http://www.ipm.ucdavis.edu> (Consultado: 1/07/2010).



## CAPÍTULO IV. GRUPOS DE CRECIMIENTO PRODUCTIVO SIMULTÁNEO (GCPS): MODELO DE INNOVACIÓN EN EL MANEJO DE ÁCAROS PLAGA DEL PAPAYO

### Resumen

La transferencia de tecnología basada en la experiencia previa del productor y su capacidad para comunicar la información a otros productores, logra mayor adopción de tecnologías apropiadas a su agroecosistema. Se evaluó la eficiencia del modelo de transferencia de Grupo de Crecimiento Productivo Simultáneo (GCPS) con productores líderes del Sistema Producto Papaya de Veracruz, México, en la apropiación de tecnologías de manejo y muestreo de ácaros. El trabajo constó de un diagnóstico a productores de papayo y de la evaluación de la transferencia de tecnología con el modelo de GCPS. Se realizaron siete reuniones de marzo a julio de 2010 con un grupo de trabajo. Se capacitó en el reconocimiento en campo de especies de ácaros plaga y depredadores, y en las ventajas de acaricidas selectivos, con ayuda de un folleto tipo bolsillo con lupa de 4 a 10 X. Se les adiestró en campo sobre el muestreo de ácaros, llenado de bitácora y análisis para toma de decisiones. Se evaluó participación, actitud y eficiencia de la capacitación con encuestas. El 42 % de los productores del municipio de Cotaxtla, Veracruz; 42 % considera como principal problema a la virosis y 48 % como segundo problema a los ácaros. El 96 % utiliza plaguicidas contra ácaros. La participación del grupo de productores base fue del 71 %, quienes están de acuerdo en muestrear, registrar los datos en la bitácora y usar acaricidas selectivos. El 70 % logró reconocer los ácaros plaga de los depredadores y 83 % identificó los acaricidas selectivos. Los productores consideraron que al muestrear reducen costos de control. La estrategia de GCPS permitió construir el conocimiento colectivo y llevar al equipo de trabajo a mejorar la toma de decisiones.

Palabras clave: Acari, *Carica papaya*, muestreo de ácaros, investigación participativa.

## SIMULTANEOUS PRODUCTIVE GROWTH GROUPS (GCPS): MODEL OF INNOVATION ON PAPAYA MITE MANAGEMENT

### Abstract

Technology transfer based on papaya grower's previous experience and their capability to communicate information to other growers, allows greater adoption of appropriate technologies in their agroecosystem. The efficacy of the technology transfer model named Simultaneous Productive Growth Groups (GCPS) was evaluated with leading growers of the Papaya-Product-System of Veracruz, on the appropriation of technologies of mite management and sampling. A characterization of papaya grower's was performed, as well as an evaluation of the technology transfer model GCPS. Seven meetings were done from March to July 2010 with the working group. Field training on the recognition of pest and predatory mites was accomplished; pros of selective acaricides were presented, helped by a pocket-size brochure with a 4 to 10 X magnifier lens included. Growers were trained in the field on mite sampling, the use of sampling forms and analysis on decision making. Participation, attitude and efficacy of training were evaluated with a survey. 42 % of growers from the Papaya Council live in the Municipality of Cotaxtla, Veracruz, Mexico; 42 % consider papaya ring spot virus as the main problem and 48 % indicate spider mites as the second one. 96 % use pesticides on spider mites. Participation on the GCPS basic group was 71 %, who agreed on sampling, recording data in sampling forms and using selective acaricides. 70 % were able to recognize spider mites from predatory mites and 83 % recognized selective acaricides. Growers considered that sampling can help reduce control costs. GCPS strategy allowed building collective knowledge and better decision making by the working group.

Keywords: Acari, *Carica papaya*, mite sampling, participatory research.

#### 4.1 Introducción

La transferencia de tecnología es uno de los elementos del desarrollo económico, en donde la innovación tecnológica encuentra una forma de difusión organizada que permite su aprovechamiento por la sociedad (Reta *et al.*, 2004; Van Den Berg y Jiggins, 2007). Se han desarrollado varios enfoques de transferencia de tecnología en el sector agropecuario. El primero fue el lineal o descendente, seguido por el ascendente. En el primero, la tecnología se generaba en la estación experimental y era transferida por los servicios de extensión a los productores, en forma de paquetes tecnológicos. El enfoque ascendente inicia el proceso de investigación-extensión con el análisis de la problemática a nivel de finca; con base en los resultados se generan nuevas tecnologías, tanto en la estación experimental como a nivel de finca, mediante un proceso de investigación que contempla la colaboración entre investigadores y agricultores. Los resultados se divulgan a los productores a través del proceso de extensión (Doorman, *et al.*, 1991).

En las décadas de 1980 y 1990 surgen conceptos innovadores de desarrollo para el campo derivados de modelos emergentes de producción y desarrollo rural. Los conceptos de desarrollo sostenible, agricultura sostenible, género, tecnologías apropiadas, sistemas integrados de producción y desarrollo participativo de tecnologías, generan una evolución de la extensión agrícola. Lo anterior origina nuevos modelos de transferencia de tecnología, uno de ellos es el de Grupos de Crecimiento Productivo Simultáneo (GCPS) propuesto por Hernández *et al.* (2002). Este modelo se basa en el enfoque de investigación participativa (Priou *et al.*, 2004), en combinación con el enfoque de redes (Muñoz *et al.*, 2004) y el de procesos de innovación rural (Salazar y Rosabal, 2007); tiene como objetivo impulsar la innovación de tecnología para incrementar la productividad en los agroecosistemas a través de la participación de productores como controladores del sistema; se apoya en la experiencia y criterio del productor, aprovechando su conocimiento técnico y práctico, y su disposición para compartir información con otros productores (Reta *et al.*, 2004). Los GCPS, por ser un modelo incluyente, permiten la participación por cadena productiva de los diferentes estratos sociales previamente tipificados y agrupados según su interés.

En el estado de Veracruz y en opinión de los productores de papayo, uno de los problemas que más afectan su producción lo constituyen los ácaros (García *et al.*, 2004). Este estudio incluyó un diagnóstico realizado con fines de planeación, donde se corroboró que los productores

consideran a los ácaros como el segundo problema fitosanitario. Por lo anterior, se planteó evaluar la eficiencia del modelo de transferencia de tecnología GCPS en la apropiación de tecnología innovadora para el control de ácaros plaga. Este modelo ayudará al productor a analizar su agroecosistema con base en un indicador, en este caso el número de ácaros en promedio por hoja y presencia de depredadores, con el cual mejorará su toma de decisiones para el control de los ácaros fitófagos con acciones menos dañinas para el hombre y el ambiente.

## **4.2. Materiales y métodos**

Este estudio inició con un diagnóstico, seguido de una etapa experimental. Posteriormente se elaboró un plan de transferencia de innovación tecnológica, que incluyó un programa de capacitación, el cual se ejecutó y evaluó.

### **4.2.1. Diagnóstico**

Para adecuar el proceso de transferencia de tecnología a las necesidades de la población objetivo, se realizó un diagnóstico en noviembre de 2007, dirigido a los productores del Consejo Estatal de Productores de Papayo en Veracruz, A. C. (CEPP) donde se concentran productores líderes del Sistema Producto Papaya de Veracruz.

Se aplicó una encuesta estructurada con 13 preguntas para corroborar la importancia de los ácaros, conocer los productos que aplican para el control y de quién obtienen la asesoría de los productos aplicados, entre otros datos. La encuesta incluyó la solicitud para visitar sus huertas y tomar muestras de hojas de papayo para determinar en laboratorio las especies de ácaros presentes (Anexo 1).

**4.2.2. Etapa experimental.** Con la información obtenida del diagnóstico, se demostró la importancia de proponer a los productores tecnologías innovadoras sobre el manejo de los ácaros. Se desarrolló una etapa experimental para identificar la acarofauna asociada al papayo en la zona de estudio y evaluar algunos acaricidas selectivos que conformaron una alternativa para el productor al uso de plaguicidas.

**Caracterización de la acarofauna asociada al papayo.** Se realizaron colectas de hojas de papayo en diferentes huertas de la zona Centro del estado de Veracruz con el apoyo de los productores (Capítulo I). Las muestras colectadas se procesaron a través de la técnica de lavado-

tamizado en el Laboratorio de Protección Vegetal del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. La determinación de las especies se realizó en el Laboratorio de Acarología del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

**Pruebas de efectividad biológica de acaricidas selectivos.** Se estableció una huerta experimental en el Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, para evaluar la efectividad de diferentes acaricidas sobre los ácaros plaga y verificar su efecto en los depredadores (Capítulo III).

#### **4.2.3. Plan de transferencia de tecnología**

La tecnología obtenida de las pruebas experimentales conformó una alternativa para el productor al uso de plaguicidas. Para dar a conocer la tecnología se procedió a elaborar el plan de transferencia enfocado a mejorar la toma de decisiones para el control de ácaros.

**Selección del grupo de productores.** Se procedió a elegir un grupo organizado del CEPP como población objetivo; con ellos se constituyó un grupo transdisciplinario incluyendo académicos, estudiantes y técnicos del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Los productores participantes pertenecen a la organización denominada Productora y Comercializadora de Papaya de Cotaxtla, S.D.P.R. de R.L. (PCPC), de la comunidad Loma de los Hoyos, municipio de Cotaxtla, Ver.

**Modelo de innovación.** El modelo de transferencia utilizado fue el de Grupos de Crecimiento Productivo Simultáneo (GCPS) (Hernández *et al.*, 2002).

**Estrategia.** Para dar a conocer la tecnología de manejo y muestreo de ácaros plaga se incluyó un programa de capacitación tecnológica. Como una forma de alianza estratégica, en una reunión con los integrantes del grupo objetivo (PCPC) se dio a conocer el programa de capacitación y los productores interesados firmaron un acuerdo de colaboración como GCPS. Se aplicó una encuesta para conocer la diversidad tipológica de los productores involucrados.

**Programa de capacitación.** El programa de capacitación incluyó pláticas informativas en aula, entrenamiento en campo, discusión, análisis grupal y evaluación.

**Descripción del material didáctico.** Se diseñó y publicó un folleto técnico de bolsillo, titulado “Ácaros que controlan plagas”, que incluyó una lupa 4 a 10 X para su uso en campo, fotografías de los ácaros presentes en Veracruz y su descripción para reconocerlos en campo (Anexo 5).

Se utilizó una bitácora de registro que concentra datos del productor, del predio y del manejo de los ácaros (Anexo 2). Incluye una tabla de registro del muestreo de ácaros, con un indicador para decidir el momento oportuno de realizar una acción de control.

**Evaluación de conocimientos.** Se valoraron los conocimientos previos con la aplicación de un instrumento con preguntas concisas en relación al manejo de ácaros. Al final también se aplicó nuevamente el mismo instrumento para constatar si hubo cambios en el conocimiento (Anexo 3).

**Operación del GCPS.** Se realizaron siete reuniones de marzo a julio de 2010. El grupo de trabajo incluyó seis productores de forma continua y 19 de forma irregular, así como académicos, técnicos y estudiantes del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz.

**Pláticas informativas.** Se desarrollaron en aula. Los temas abordados fueron: Ácaros presentes en su agroecosistema tanto fitófagos como depredadores y acaricidas selectivos como una alternativa al uso de productos tóxicos para el ambiente y la fauna silvestre, reforzando la información verbal con la entrega del folleto técnico tipo bolsillo.

**Entrenamiento en campo y discusión grupal.** Se realizó un entrenamiento grupal. El orden para realizar la práctica de campo en las huertas de los productores fue rotativo. Se visitaron las huertas de 4 productores, una huerta por día, donde participaron todos los integrantes. En la primera huerta, se mostró al grupo como desarrollar el muestreo y luego dicha actividad fue realizada por los productores. El muestreo sistematizado consiste en seleccionar 20 plantas por hectárea en diagonal. Se debe conocer el número de plantas existentes en la diagonal para seleccionar a qué intervalo se realizará la inspección visual de los ácaros plaga y sus depredadores. Se recomienda dejar cinco plantas de borde. Posteriormente se revisan las hojas tanto del cogollo como de la parte media de la planta con apoyo de una lupa de 4 a 10 X, tipo cuenta hilos. En el envés de las hojas se cuenta el número de ácaros plaga y sus depredadores presentes por hoja. Se registra cada dato en la bitácora (Anexo 2); se obtiene el promedio por hoja y por planta de los ácaros plaga y de sus depredadores. Para dar esta información en campo se utilizó un rotafolio.

Al final de la práctica grupal, cada productor se comprometió a realizar el muestreo en su huerta para analizar sus resultados en la siguiente reunión, así como hacer observaciones de la técnica de muestreo y la reflexión grupal de lo aprendido a través del grupo de discusión.

**4.2.4 Análisis grupal.** En la bitácora se registran datos de las acciones realizadas para el control de los ácaros plaga, se indica la última fecha de aplicación de algún acaricida y el nombre del ingrediente activo. Con la información del número de ácaros fitófagos y depredadores se obtienen los promedios de su abundancia y se realiza una reflexión sobre lo que indica dicha información. Con lo anterior, se promovió la discusión y se llegó a una recomendación grupal para el productor.

Se presentó un criterio de decisión anotado en la bitácora: No aplicar acaricidas si se encuentran ácaros plaga en bajas cantidades (menos de cinco arañas rojas por hoja), en especial si también se encuentran ácaros depredadores y mariquitas negras *Stethorus punctillum* (Weise) (Lawson y Weires, 1991; Agnello *et al.*, 2003; Utah, 2006). Durante las prácticas de campo se reiteraron las ventajas de los plaguicidas selectivos.

Como parte de la discusión grupal, en cada sesión se preguntó ¿Cuál era la evaluación grupal e individual? y ¿Qué mejoras se podrían realizar sobre la técnica de muestreo?. Se utilizó el rotafolio para visualizar los resultados obtenidos y escribir los comentarios sobre la discusión grupal.

Al final del programa de transferencia se realizó una sesión de cierre en la que se analizó lo aprendido con los productores durante el proceso de capacitación.

#### **4.2.5 Evaluación del plan de transferencia**

Se evaluó la eficiencia con la participación de los productores a las reuniones. Para conocer el grado de aceptación de los productores hacia el proceso de transferencia, se aplicó la técnica de escalamiento tipo Likert (Hernández *et al.*, 2008) a través de una encuesta después del proceso. Para ello se presentaron preguntas o afirmaciones, las cuales deben calificar los sujetos entrevistados con base en la siguiente escala: muy de acuerdo (5), de acuerdo (4), indiferente (3), en desacuerdo (2), muy en desacuerdo (1). La calificación se obtuvo al calcular si el grupo o el individuo tienen una actitud positiva (> 3) o negativa (< 3) (Hernández-Castro *et al.*, 2008), por medio de la siguiente expresión:

$$\text{Actitud} = \frac{\sum (\text{Total de puntos del total de entrevistados})}{(\text{Número de afirmaciones del cuestionario})(\text{Número de cuestionarios})}$$

Durante el proceso de transferencia, simultáneamente se llevó un registro de observaciones y recomendaciones para el muestreo, hechas por los productores. Los datos fueron analizados con estadística descriptiva.

### **4.3. Resultados y discusión**

A continuación se presentan los datos obtenidos en este trabajo.

#### **4.3.1 Diagnóstico**

En el diagnóstico a miembros del Consejo Estatal en noviembre de 2007, se encontró la siguiente información:

**Tipología del productor.** De los 28 productores entrevistados, 42 % viven en el municipio de Cotaxtla; 18 % en Actopan y 7 % en los municipios de Medellín, Tierra Blanca y Jamapa. Además, se presentó un productor de cada uno de los municipios de Camarón de Tejeda, Manlio F. Altamirano, Puente Nacional, Soledad de Doblado y Tlaxicoyan, todos de la región Central de Veracruz. Debido a que la mayoría de los productores fueron del municipio de Cotaxtla, se decidió que la primera etapa de transferencia se desarrollaría en dicho municipio. El Sistema de Información Agropecuaria (SIAP, 2010) indica a Tlaxicoyan, Isla y Cotaxtla como los principales municipios productores de papaya por su superficie sembrada. Cotaxtla fue considerado como el principal municipio productor bajo sistema de riego con buenos rendimientos promedio de 70 ton ha<sup>-1</sup>.

La superficie cultivada con papayo estuvo en un rango de 2 a 10 ha por productor. En Actopan indicaron superficies de 2, 3 y 6 ha; en Cotaxtla de 2 a 7 ha; Camarón 5 ha, Manlio F. Altamirano 8 ha; Medellín 2 ha, Puente Nacional 2 ha, Tierra Blanca de 2 a 10 ha y en Tlaxicoyan 6 ha. Este grupo de productores plantan al menos 2 ha cada uno. Un cultivo de papayo bajo sistema de riego por goteo requiere una inversión superior a \$100,000; una superficie mínima de 2 ha permite asegurar el retorno de la misma y un beneficio neto de \$0.50 por cada peso invertido (Plan Rector del Sistema Producto Papaya, 2004). Por el tamaño de la superficie cultivada, la tecnología utilizada, su organización y la dinámica económica, el grupo de productores puede considerarse en transición, con algunos de ellos alcanzando el nivel empresarial (Hernández-Castro *et al.*, 2008, Villanueva-Jiménez *et al.*, 2007).

**Sistema de producción.** El 96 % de los productores mencionó utilizar riego para la producción y únicamente un productor mencionó cultivar tanto en el régimen de temporal como con riego. El sistema de riego que indicaron fue tanto con cintilla de riego por goteo, como riego por gravedad.

El 79 % respondieron usar la variedad Maradol. En la Cuadro 4.1, se indica el subtipo de Maradol que utilizan. Esta variedad tiene alto rendimiento, el máximo reportado por los productores participantes fue de 120 ton ha<sup>-1</sup>, con un mínimo de 40 en los municipios mencionados. El híbrido Caleña y la variedad Lenia son subtipos de Maradol. La Caleña es un híbrido que puede llegar a producir 180 ton ha<sup>-1</sup> en 18 meses (Semillas del Caribe, 2003). La variedad Lenia surge a partir de mejorar genéticamente las características de los tipos Maradol, que se comercializan en México y tiene un potencial genético que rebasa las 150 ton ha<sup>-1</sup>. Cuando se aplica alta tecnología, se pueden obtener más de 200 ton ha<sup>-1</sup> (Papaya Seed Legon©, 2007-2008).

Cuadro 4.1. Variedades de papayo que utilizan los productores de la zona Centro de Veracruz.

<b>Variedades</b>	<b>Porcentaje de uso (%)</b>
Maradol sin mencionar subtipo	43.0
Maradol Carisem	29.0
Híbrido Caleña	3.50
Variedad Lenia	3.50
No respondió	21.0

**Principales problemas asociados al cultivo.** Los productores consideran a los ácaros como el segundo problema en importancia del cultivo (Cuadro. 4.2). Además señalan otras problemáticas como es la falta de financiamiento, los daños por chicharritas (*Empoasca* spp.) y la intoxicación por herbicidas.

El 96 % de los productores entrevistados manifestó tener problemas con ácaros en su última plantación. Los síntomas señalados por los productores para reconocer el daño de los ácaros son amarillamiento y deformación de hojas, secado del follaje, cogollos manchados y hoja transparente. Algunos productores indican de forma general que los daños se observan en las hojas. Estos datos coinciden con lo reportado por Reséndiz y Fausto-Moya (2010), De los Santos *et al.* (2000) y Mandujano (1993).

Los productores indican la presencia en sus huertas del “ácaro blanco” (61 %) (Probablemente *Eotetranychus lewisi*) y a la araña roja (46 %), probablemente una de las especies localizadas en Veracruz: *Eutetranychus banksi*, *Tetranychus merganser* y *Tetranychus urticae* (Capítulo III; Abato-Zárate *et al.*, 2010).

Cuadro 4.2 Problemas que se presentan en el desarrollo de la plantación de papayo en la zona Centro de Veracruz.

<b>Problemas</b>	<b>Opiniones de productores (%)</b>
Virosis	46.4
Ácaros	32.1
Antracnosis	7.10
Intoxicación por herbicidas	3.60
No respondieron	10.7

Respeto a la forma de control, el 96 % de los productores indicó que utiliza plaguicidas (Cuadro 4.3). Al menos 21 % emplea dicofol (AK-20®), acaricida organoclorado que actúa contra ninfas y adultos, con efecto residual largo (Lagunes-Tejeda y Villanueva-Jiménez, 1994). Los productores aplican dosis de acuerdo a la recomendación de la etiqueta del producto que utilicen: avermectina (Agrimek®, Abaco® o Abamectina®), de 150 hasta 250 mL en 200 L de agua. AK-20®, de 250 mL hasta 1 L en 250 L. En el caso de Neem + Bioshampú, Aceite mineral y Azufre, los productores no mencionaron la dosis (Cuadro 4.4).

Sólo 17.8 % de papayeros califica a los productos en su eficiencia como buenos, 3.6 % los considera de regular a buenos, 60.7 % como regulares, y 14.3 % como malos. A pesar de ser la forma más utilizada de control, los productores no están del todo satisfechos con los resultados obtenidos. Lo anterior, podría deberse a que el uso repetido de un solo producto puede causar resistencia (Cerna *et al.*, 2009; Metcalf, 1990); además, al aplicar dosis altas disminuyen la vida útil del producto. Por lo tanto, existe una oportunidad para dar a conocer tecnologías alternativas de control.

Cuadro 4.3 Plaguicidas empleados por los productores de papayo de la zona Centro de Veracruz, México, para el control de ácaros.

<b>Acaricidas</b>	<b>Productores (%)</b>
Abamectina	21.40
Dicofol	10.70
Dicofol + abamectina	7.10

Continuación cuadro 4.3...

<b>Acaricidas</b>	<b>Productores (%)</b>
Azufre + dicofol + abamectina	3.60
Azufre + otros acaricidas	3.60
Abamectina + aceite mineral	3.60
Neem + bioshampú	3.60
No especificaron el producto	39.00
No contestaron	3.60

**Fuentes de información.** En relación a cómo obtienen la dosis del plaguicida a aplicar, 57 % pudieron identificar la fuente, de los cuáles 43 % la obtuvieron de asesores, un productor (3.6 %) identificó a sus propios compañeros, a instituciones y el hacer pruebas por sí mismo como la fuente, otro indicó que obtuvo la dosis por compañeros uno más a la capacitación, y otro más a través de literatura. Sin embargo, 43 % no emitieron opinión. Se pudo observar que más de 50 % de los productores tienen disponibilidad para difundir la información y se capacitan, experimentan y buscan información. Por las características mencionadas y de acuerdo a Aguilar *et al.* (2005), este grupo cuenta con personas innovadoras.

Cuadro 4.4 Productos aplicados para el control de ácaros por los productores de la zona Centro de Veracruz, México.

Productos	Ingrediente activo	Forma de aplicación
Agrimec® ó abaco®	abamectina	Un solo producto
Kumulus DF® ó Azufre	azufre 80 %	Combinado con AK-20®, Agrimec® ó Abaco®,
Ak 20® ó Kelthane®	dicofol	Un solo producto
Neem combinado con bioshampú	azadiractina	Combinado
Abamectina + aceite mineral		Combinado

El 75 % de los entrevistados respondió que les gustaría recibir más información sobre el manejo de ácaros y permitiría visitar su huerta al equipo técnico. Lo anterior permitió continuar con el proceso de transferencia de tecnología.

### 4.3.2 Resultados etapa experimental

**Caracterización de la acarofauna asociada al papayo.** En las comunidades de Veracruz se encontraron ácaros depredadores de los ácaros plaga. Dos especies de ácaros depredadores

fueron las más abundantes en los sitios de estudio, *Euseius hibisci* y *Galendromus helveolus*. Además se corroboró la presencia en Veracruz de los ácaros fitófagos *Eutetranychus banksi* y *Eotetranychus lewisi*. Las especies *Tetranychus merganser* y *Calacarus citrifolii* no reportadas previamente en papayo en el estado, fueron encontradas en este estudio. Información más detallada al respecto se puede consultar en el Capítulo I.

**Pruebas de efectividad biológica de acaricidas selectivos.** Como resultados de este ensayo se encontraron productos alternativos al uso de los plaguicidas como el dicofol que daña la fauna benéfica y es más residual en el ambiente. Entre los productos que se pudieron recomendar están los que tienen como ingrediente activo aceite refinado de petróleo, azufre, azadiractina y ácidos grasos. Al respecto, Hill y Foster (1998) indican que el aceite hortícola Dormant Oil 435® al 2 % permite la supervivencia de *Amblyseius fallacis* Garman en huertos de manzano, y que es efectivo para el control de *Panonychus ulmi* Koch. La información generada relevante también se incluyó en el folleto técnico de bolsillo (Anexo 5) y se presenta en forma amplia en el Capítulo III.

#### **4.3.3 Resultados del proceso de transferencia**

Una de las bases del modelo GCPS, es el considerar grupos homogéneos de productores para facilitar el proceso de difusión de la tecnología de productor a productor; por lo anterior se describe a continuación la tipología del GCPS.

**Tipología del GCPS “Cotaxtla”.** Como GCPS, se consideró a los seis productores más constantes en las reuniones, con los cuales se pudo establecer un compromiso de trabajo. Su edad promedio fue de 41.5 años, 67 % de ellos con edad entre 40 y 50 años; la escolaridad fue de nivel primaria en 50 % de ellos, secundaria 17 %, técnico 17 % y profesional 17 %. El tiempo de experiencia en la producción de papaya varió de 5 hasta 30 años. Este grupo es de edad madura productiva, con un nivel básico e intermedio de educación y con buena experiencia en el cultivo.

**Resultados del muestreo de ácaros en las huertas.** A continuación se presentan los datos obtenidos por dos equipos durante los muestreos en las huertas y las conclusiones realizadas. La primera huerta fue la del Sr. Juan A. Estrada Chiñas en el primer y segundo muestreo (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5 Promedio de ácaros por hoja presentes en la huerta del Sr. Juan A. Estrada Chiñas en el primer y segundo muestreo.

<b>Datos</b>	<b>Estrato</b>	<b>Ácaros plaga</b>	<b>Ácaros depredadores</b>	<b>Mariquitas negras</b>
<b>Primer muestreo</b>				
Equipo 1	Cogollo	0.00	0.25	0.00
	Medio	0.00	0.05	0.05
Equipo 2	Cogollo	0.00	0.00	0.00
	Medio	0.00	0.15	0.20
<b>Segundo muestreo</b>				
Equipo 1	Cogollo	0.00	0.10	0.00
	Medio	0.00	0.20	0.00
Equipo 2	Cogollo	0.00	0.00	0.00
	Medio	0.05	0.05	0.00

En relación a los resultados obtenidos del primer muestreo, el GCPS indicó que los productos utilizados funcionaron adecuadamente, y aunque tienen residualidad de más de 8 días, existieron ácaros depredadores aún después de la aplicación de acaricidas. Las sugerencias para el dueño de la huerta fueron no aplicar productos esa semana y realizar la inspección en 8 días.

Los beneficios que consideran los fruticultores sobre la técnica de muestreo son que su aplicación adecuada reduce costos de aplicación; se conoce la diversidad de organismos presentes en sus huertas, se puede evaluar la efectividad de cualquier producto que apliquen, se evita la aplicación innecesaria de químicos que contaminan el ambiente, y si encuentran la presencia de ácaros fitófagos en bajas densidades pueden usar productos menos tóxicos. La tecnología les agrada y consideran importante ponerla en práctica en su huerta durante el desarrollo del cultivo.

De los resultados obtenidos en el segundo muestreo, el GCPS reflexionó que, a diferencia del muestreo anterior, no hubo presencia de mariquitas que se alimentan de ácaros. Los productores mencionan que aplican plaguicidas y han visto que controlan tanto ácaros como hongos, pero no saben cómo afectan la fauna benéfica. La gente se arriesga a producir aunque no entiendan completamente el proceso de control de plagas por los plaguicidas. Por otro lado, los productores estuvieron de acuerdo en difundir sus conocimientos con los productores que no asistieron. La recomendación para el productor fue no realizar ninguna acción y seguir muestreando semanalmente.

Huerta del Sr. Polín Parra Cruz. Los datos obtenidos por el grupo en la práctica de campo en la huerta de 7 meses de edad y una hectárea del Sr. Polín Parra se presentan en la Cuadro 4.6.

En su discusión, el GCPS indicó que la sanidad de la huerta de Polín con respecto a los ácaros fue buena. El Agrimek® había sido aplicado tres meses antes del muestreo. Ellos consideraron que no era necesario aplicar ningún producto, además, si evitan aplicar se reducen gastos.

Cuadro 4.6 Promedio de ácaros por hoja obtenidos en la huerta del Sr. Polín Parra Cruz.

<b>Estrato</b>	<b>Ácaros plaga</b>	<b>Ácaros depredadores</b>	<b>Mariquitas</b>
Cogollo	0.25	0.50	0.00
Media	0.25	0.50	0.00

Huerta del Sr. Javier Gutiérrez Morales. Los datos obtenidos en la práctica de campo en la huerta de 3.5 ha y de 8 meses de edad del Sr. Javier Gutiérrez se presentan en el Cuadro 4.7.

Cuadro 4.7 Promedio de ácaros por hoja presentes en la Huerta del Sr. Javier Gutiérrez Morales.

<b>Datos</b>	<b>Estrato</b>	<b>Ácaros plaga</b>	<b>Ácaros depredadores</b>	<b>Mariquitas</b>
Grupo 1	Cogollo	0.00	0.00	0.00
	Medio	0.10	0.00	0.00
Grupo 2	Cogollo	0.00	0.05	0.00
	Medio	0.00	0.00	0.00

La sanidad visual de la huerta se clasificó como regular. El plaguicida aplicado fue Talstar®, 20 días antes del muestreo. Los productores del GCPS recomendaron incluir la inspección de frutos en la bitácora y usar lupas de 10 X o más para ver mejor a los ácaros. También se recomendó muestrear todos los frutos de 20 plantas y anotar en cuantos frutos hay más de 5 ácaros, para decidir si es conveniente aplicar algún acaricida, indicando qué características debe tener el acaricida seleccionado para disminuir el daño por ácaros en los frutos. De rebasar el umbral de acción, se recomendó aplicar acaricidas selectivos en las áreas donde hubiera daño (por manchones).

Existe temor por parte del productor de aplicar en manchones, ya que dicen que cuando lo han hecho en época de nortes los ácaros se dispersan. Mencionan que otra forma en que los ácaros se dispersan es con el tractor. Los productores están motivados en establecer una parcela demostrativa para probar la eficiencia de los plaguicidas selectivos mediante investigación participativa.

Huerta del Sr. Gerardo Basurto Rivera. En las 6 ha, de la huerta del Sr. Basurto, se estimó como buena la sanidad visual. Aplicó Avolán® a 250 mL ha<sup>-1</sup>, y la información del muestreo se presenta en la Cuadro 4.8.

Cuadro 4.8 Promedio de ácaros por hoja en la huerta del Sr. Gerardo Basurto Rivera.

<b>Estrato</b>	<b>Ácaros plaga</b>	<b>Ácaros depredadores</b>	<b>Mariquitas</b>
<b>Primer muestreo</b>			
Cogollo*	-	-	-
Medio	0.00	0.00	0.00
<b>Segundo muestreo</b>			
Cogollo*	-	-	-
Parte media	3.7	0.05	0.0

\* No se realizó el muestreo debido a la altura del cogollo que no estuvo al alcance del productor.

El GCPS indicó que en plantas altas es difícil muestrear las hojas del cogollo. Sin embargo, se indicó que con una tijera con extensión (garrocha) se puede solucionar este problema. El grupo recomendó no aplicar hasta que el número de ácaros promedio por hoja encontrado fuera de 5 ó más. Se hizo énfasis en que si el muestreo es oportuno hay tiempo para decidir qué ingrediente activo aplicar, para evitar resistencia. Se sugirió hacer siempre el muestreo antes de aplicar algún producto.

En el segundo muestreo, Gerardo Basurto aplicó Avolán®, y quien señaló que encontrar 3.7 ácaros plaga promedio por hoja le indica que ya debe aplicar, pues los ácaros son muy explosivos y de un día a otro se vuelven un problema difícil de resolver. El GCPS le recomendó marcar las plantas donde se encuentren ácaros cuando las poblaciones sean por debajo del umbral de acción para poderlas rastrear y hacer un control en los manchones de plantas con ácaros plaga.

**4.2.4 Discusión y análisis general.** En general, en todas las fechas de muestreo realizadas en las cuatro huertas, el número de ácaros siempre estuvo por abajo del umbral de acción, a pesar de realizarse la inspección durante uno de los meses más calurosos del año, debido posiblemente a que en todos los casos, a excepción de uno, se aplicó algún acaricida previo al muestreo. Los productores recuerdan que en la década de 1980 aplicaban pocos productos químicos y las

plantas estaban sanas. Sin embargo ahora aplican más plaguicidas y en ocasiones es difícil controlar a los ácaros.

Los productores observaron que aplican productos que son muy efectivos en el control de ácaros, pero que disminuyen a los ácaros depredadores, por lo que se reflexionó en la importancia de usar plaguicidas selectivos a enemigos naturales. Uno de los productores comentó que con el muestreo se evitaría la aplicación de agroquímicos que contaminan el ambiente cuando no sea necesario, y así “tienen mejor aire para respirar”. Éste fue un resultado directo de la reflexión grupal (Muñoz *et al.*, 2004), característica básica para los GCPS. Los productores también consideraron que si reconocen a tiempo la presencia de ácaros, pueden usar productos menos tóxicos. Mencionan a la técnica como una “cosa grande”, e indican la importancia de la bitácora para no dejar a la memoria la información de su huerta.

Se hizo énfasis en que si el muestreo es oportuno, hay tiempo para decidir qué aplicar. Dentro de las dudas que les surgieron fue definir cómo afectan a los ácaros depredadores los diferentes plaguicidas que aplican al cultivo. Los productores como innovadores (Muñoz *et al.*, 2004), mostraron interés en establecer una parcela demostrativa donde integren el muestreo y el manejo de ácaros plaga con depredadores y productos selectivos, lo cual patentizó su motivación por probar dichas técnicas y observar con detenimiento sus beneficios.

El hecho de manifestar su aprobación a difundir sus conocimientos, permitiría potencializar el proceso de transferencia con cada uno de ellos. Se esperaría la formación redes de productores que transmiten y reciben la información, clave para lograr la adopción de tecnología (Muñoz *et al.*, 2004). También les interesó anexar una tabla de registro a la bitácora para hacer el muestreo sobre frutos, ya que las arañas rojas llegan a invadir los frutos y demeritan la calidad (Figura 4.1).



Figura 4.1 Daños a la fruta ocasionados por ácaros plaga del papayo.

Como parte del proceso de transferencia de tecnología, los miembros del GCPS “Cotaxtla” integraron nuevos conocimientos, utilizaron la técnica de muestreo de ácaros plaga y sus depredadores; y con base en ello tomaron decisiones sobre el manejo de los ácaros (De Shutter, 2008). La transferencia de tecnología es un proceso gradual y lleva varios años para lograr la adopción y/o adaptación; sin embargo la motivación de los productores les impulsó a acordar con los investigadores, se estableciera una parcela experimental con acaricidas selectivos, todo ello para minimizar costos de investigación y compartir riesgos con el equipo de trabajo. La capacitación es el punto de partida del proceso de transferencia de tecnología porque está orientado a que las personas sean autogestivas, es decir para que tomen decisiones de acuerdo a sus intereses y fomenten su bienestar (De Shutter, 2008).

Se observó que durante los recorridos de campo los productores llevaban el folleto y hacían uso de la lupa para la revisión. Además, desde las sesiones en campo ya manejaban la información incluida en el mismo. Barfield (1989) menciona que es a través del manejo frecuente de la técnica de muestreo de ácaros, cómo el productor podría incrementar su habilidad para la toma de decisiones de manejo. Además menciona que los manuales de bolsillo con claves de identificación son útiles para agricultores y técnicos, en el muestreos, la identificación de la plaga y otros procedimientos del MIP.

#### **4.2.5 Evaluación del proceso de transferencia de tecnología mediante los GCPS**

Se generó tecnología innovadora, la cual se socializó con los productores, y posteriormente se utilizó y evaluó por los miembros del GCPS.

**Asistencia.** La participación de los seis productores más constantes fue del 71 %.

**Evaluación de conocimientos.** En cuanto a la eficiencia del proceso de transferencia en el grupo, se logró que 70 % reconocieran la acarofauna asociada al cultivo en campo, 100 % aprendieron la técnica de muestreo y conocieron la importancia de los ácaros depredadores, y 83 % reconocieron que los acaricidas selectivos son menos nocivos para la fauna benéfica.

**Grado de aceptación de los productores hacia el programa de transferencia.** La evaluación de la actitud de los productores hacia el proceso de transferencia fue de 4.6 (con base en una escala Likert 1 a 5), lo que significa que les agradó el programa y están muy de acuerdo en usar la técnica de muestreo, registrar los datos en la bitácora y usar acaricidas selectivos.

Como aportaciones a la técnica, los papayeros observaron que el muestreo del cogollo del papayo se dificulta cuando las plantas son muy altas, por lo que decidieron resolverlo usando tijeras con extensión (garrocha) para quitar una hoja del cogollo y hacer así la lectura. Ellos hacen un muestreo destructivo, pues dicen que eliminar una hoja no es problema y mencionan que el uso de lupas potentes es importante. Los productores realizan el muestreo de la virosis de la mancha anular del papayo diariamente por secciones, una vez que la plantación está establecida, la cual constituye su principal problema fitosanitario (Hernández-Castro *et al.*, 2003; Rivas-Valencia *et al.*, 2003), por lo que se decidió que esta técnica se puede realizar a la par de dicho muestreo. Si una planta está infestada con virosis se deberá eliminar y no se le hará revisión para ácaros. Además, se consideró importante contar con una bitácora para el muestreo de frutos, donde se consensuó muestrear todos los frutos de 20 plantas y anotar el número de frutos que presentan más de 5 ácaros por fruto en la tabla de registro.

El modelo GCPS fomenta la formación de grupos de trabajo, en los cuales se capacita a los productores para que desarrollen sus actividades mediante un manejo adecuado del agroecosistema y un aprovechamiento integral de los recursos, procura mantener la sustentabilidad de los sistemas productivos y promueve el respeto al ambiente (Hernández *et al.*, 2002). Como lo señalan Muñoz *et al.* (2004), en el sector agrícola la rentabilidad social de los conocimientos suele ser superior a la rentabilidad privada, y por tanto las empresas privadas

carecen de incentivos suficientes para invertir en la generación y comunicación de conocimientos.

#### 4.4 Conclusiones

El modelo de Grupos de Crecimiento Productivo Simultáneo permitió construir conocimiento colectivo y llevar al equipo de trabajo a mejorar la toma de decisiones. Los productores pudieron determinar el momento oportuno para realizar el control de ácaros plaga con base en la técnica del muestreo. El proceso de transferencia tecnológica fue aceptado por los participantes. Los productores de papaya están motivados hacia el uso de acaricidas selectivos. Se requiere continuar con el proceso de transferencia.

#### 4.5 Literatura citada

- Abato-Zárate, M., Otero-Colina, G., Villanueva-Jiménez, J. A., Hernández-Castro, E., Reyes-Pérez, N. 2010. Acarofauna asociada al cultivo de papayo en el Estado de Veracruz. Memoria del XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Uruapan, México. pp. 438-441.
- Agnello, A. M., Harvey, R. W., Kovach, J., Nyrop, J. P. 2003. Integrated apple pest management in New York State using predatory mites and selective pesticides. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 94: 183-195.
- Aguilar, A. J., Santoyo, C. V. H., Solleiro, R. J. L., Altamirano, C. J. R., Baca del Moral, J. 2005. Transferencia e innovación tecnológica en la Agricultura. Fundación Produce Michoacán-Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 19-41.
- Barfield, S. C. 1989. El muestreo en el manejo integrado de plagas. En: Andrews, K. L., Quezada, J. R. (eds.). *Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura*. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. pp. 145-162.
- Cerna, E., Ochoa, Y., Aguirre, L., Badii, M., Gallegos, G., Landeros, J. 2009. Niveles de resistencia en poblaciones de *Tetranychus urticae* en el cultivo de la fresa. *Revista Colombiana de Entomología* 35(1): 52-56.
- 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. INIFAP-SAGAR-Fundación Produce Veracruz. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico Núm. 17. Veracruz, México. 87 p.

De Shutter, A. I. 2008. Extensión y Capacitación Rurales. Ed. Trillas. México. 122 p.

Doorman, F., Miranda, R.F., de Nie, Ch., Ooijens, Ovaes, L. R., Ramírez, A.C., Sáenz, C.C., Sancho, B. E. 1991. La Metodología del Diagnóstico en el Enfoque “Investigación Adaptativa”. IICA, UNA, RUU. San José, Costa Rica. pp. 3-12.

García G., C. G., Villanueva J., J. A., Bustillo G., L. C., Gallardo L., F., González M., M. V. 2004. Análisis exploratorio sobre la problemática de la producción de papaya (*Carica papaya* L.) en cuatro comunidades de Veracruz, México. Colegio de Postgraduados. México. 1 p.  
[http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu\\_Publi/Avances2004/analisis\\_exploratorio\\_de\\_problemativa\\_papaya.html](http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu_Publi/Avances2004/analisis_exploratorio_de_problemativa_papaya.html) (Consultado: 03/05/2007).

Hernández-Castro, E., Martínez-Dávila., J. P., Gallardo-López, F., Villanueva-Jiménez, J. A. 2008. Aceptación de una nueva tecnología por productores ejidales para el manejo integrado del cultivo del papayo. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 8: 279-288.

Hernández-Castro, E., Riestra-Díaz, D., Villanueva-Jiménez, J. A., Mosqueda-Vázquez, R. 2003. Análisis epidemiológico del virus de la mancha anular del papayo bajo diferentes densidades, aplicación de extractos acuosos de semilla de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) y eliminación de plantas enfermas del cv. Maradol roja. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 9(1): 55-68.

Hernández M., M., Reta M., J. L., Gallardo L., F., Nava T., M. E. 2002. Tipología de productores de mojarra tilapia (*Oreochromis* spp.): base para la formación de grupos de crecimiento productivo simultáneo (GCPS) en el estado de Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 1: 13-19.

Hernández, S. R., Fernández-Collado, C., Baptista, L. P. 2008. Metodología de la Investigación. 4a Ed. McGraw-Hill Interamericana. México. 850 p.

Hill, T. A., Foster, R. E. 1998. Influence of selective insecticides on population dynamics of European red mite (Acari: Tetranychidae), apple rust mite (Acari: Eriophyidae), and their predator *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in apple. *Journal of Economic Entomology*. 91(1): 191-199.

Lagunes-Tejeda, A., Villanueva-Jiménez, J. A. 1994. Toxicología y Manejo de Insecticidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México. 264 p.

- Lawson, D. S., Weires, R. W. 1991. Management of European Red Mite (Acari: Tetranychidae) and several aphid species on apple with petroleum oils and an insecticidal soap. *Journal of Economic Entomology*. 84(5): 1550-1557.
- Metcalf, R. L. 1990. Insecticidas en el manejo de plagas. En: R.L. Metcalf y W.H. Luckman (eds.). *Introducción al Manejo de Plagas de Insectos*. Ed. Limusa, México. pp. 271-344.
- Mandujano B., R. A. 1993. *El Papayo*. Agrofrut. Xalapa, Ver. 37 p.
- Muñoz, M., Rendón, R., Aguilar, J., García, J. G., Reyes, A. J. 2004. *Redes de Innovación*. Fundación Produce Michoacana A.C.-Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. xvii-xxiv, 11-21.
- Papaya Seed Legon©, 2007-2008. <http://papayaseedlegon.com/informacion.html> (Consultado: 31/05/2008).
- Priou, S., Barea, O., Eglise, H., Aley, P. 2004. *Capacitación e Investigación Participativa para el Manejo Integrado de la Marchitez Bacteriana de la Papa*. Experiencias en Perú y Bolivia. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 80 p.
- Reséndiz G., B., Fausto-Moya, T. J. 2010. Identificación de los ácaros asociados al papayo (*Carica papaya* L.). En: Sánchez G., M. C., Sandoval I., J. S., Estrada V., E. G. (eds.). *Memorias del Primer Simposio Internacional de Acarología*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 2-6 de agosto de 2010. pp. 25-31.
- Reta M., J. L, Asiain H., A., Gallardo L., F., Suárez S., C. 2004. Modelo de transferencia de tecnología para la optimización de la producción de tilapia en Veracruz, México. [http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu\\_Publi/Avances2004/Transferencia\\_tilapia.html](http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu_Publi/Avances2004/Transferencia_tilapia.html) (Consultado: 10/11/2010).
- Rivas-Valencia, P., Mora-Aguilera, G., Téliz-Ortiz, D., Mora-Aguilera, A. 2003. Influencia de variedades y densidades de plantación de papayo (*Carica papaya* L.) sobre las epidemias de mancha anular. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 21(2): 109-116.
- Salazar, L. L., Rosabal, N.Y. 2007. *Procesos de innovación rural. Una mirada al desarrollo rural desde la reflexión y experiencia de América Latina*., Salazar, L. L. y Rosabal, N. Y. (eds). ICRA, FUNDACITE LARA, INIA. República Bolivariana, Venezuela. 428 p.
- Semillas del Caribe. 2003. <http://www.semilladelcaribe.com.mx/paginas/producto.htm> (Consultado: 31/05/2008).

- SIAP. 2010. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIAP-SAGARPA. <http://www.siap.gob.mx/> (Consultado: 6/12/2010).
- Utah. 2006. Utah Pest Sampling Forms. Fact Sheet Series: Insect-IPM Sampling Forms. Utah State University Extension and Utah Pest Diagnostic Laboratory. ENT-60SF-06. 2 p. <http://utahpest.usu.edu> (Consultado: 20/05/2010).
- Van Den Berg, H., Jiggins, J. 2007. Investing in farmers: The impact of farmers field schools in relation to integrated pest management. *World Development*. 35(4): 663-686.
- Villanueva-Jiménez, J. A., E. Hernández-Castro, C. Ávila, F. Osorio-Acosta, D. Téliz-Ortiz, A. Mora-Aguilera, y E. García-Pérez. 2007. Estado del arte de la investigación y la transferencia de tecnología en papayo (Primera de 2 partes). *Agroentorno*. 87: 19-22.



## CONCLUSIONES GENERALES

### 1. ¿Qué se aprendió?

En México, el principal estado productor de papaya (*Carica papaya* L.) es Veracruz de Ignacio de la Llave. A través de un diagnóstico dirigido a integrantes del Comité Estatal de Productores de Papaya (CEPP), se corroboró que los ácaros fitófagos son considerados como la segunda plaga en importancia en sus agroecosistemas. Además, 96 % de los productores manifestaron que su principal forma de control es mediante acaricidas. El Dicofol® es un acaricida organoclorado del que existen reportes que su uso frecuente causa resistencia (Fengying *et al.*, 1998; Cerna *et al.*, 2009). Para establecer programas de manejo integrado de ácaros de forma más sustentable en agroecosistemas de papayo en Veracruz, se estudió su acarofauna asociada en municipios de la principal zona productora (de 18° 53' a 19° 54' N, y 96° 20' a 96° 40' O).

Las especies fitófagas encontradas son *Eotetranychus lewisi*, *Tetranychus merganser*, *Eutetranychus banksi* y *Tetranychus urticae*, que forman el complejo de arañas rojas de la familia Tetranychidae y el eriófido *Calacarus citrifolii*. En este estudio no se encontró al “ácaro blanco” *Polyphagotarsonemus latus*, especie muy dañina de los brotes, citada previamente en la zona por De los Santos *et al.*, (2000), y encontrada en bajas poblaciones en papayo en el Soconusco, Chiapas por De Coss (2006). En la zona de estudio *E. lewisi* es nombrado por los productores como “ácaro blanco” debido a la coloración que presentan los estados inmaduros, y por encontrarse en el cogollo. Este ácaro también fue encontrado ocasionando el mismo daño sobre papayo en Michoacán por Reséndiz y Fausto-Moya, en 2010. Para dilucidar la aparente confusión en la identidad de la especie, fue importante realizar este estudio. Así, *E. lewisi* fue la especie más abundante en los tres estratos y estuvo asociada con *E. banksi* o *T. merganser*, dependiendo de la localidad. Los tetraníquidos fueron encontrados en hojas del cogollo, de la parte media y baja de la planta. Estas especies pueden convivir en las hojas de papayo, debido a que unas prefieren el haz (*E. banksi*) y otras el envés (*E. lewisi*); por la misma razón las poblaciones de la primera disminuyen cuando hay precipitación, no así la segunda. Debido a que los tetraníquidos tienen alta fecundidad, si no encuentran depredadores y las condiciones ambientales son favorables, sus poblaciones pueden llegar a cubrir todo el follaje, invadir los frutos, demeritar su calidad y causar mermas económicas importantes (Landeros *et al.*, 2004, Ferragut y Santonja, 1989).

*T. merganser* no se había reportado como plaga en este cultivo, sin embargo fue la segunda especie más abundante en este estudio y se está dispersando en Veracruz. *Calacarus citrifolii* es una especie errante e incipiente en papayo, pero importante en cítricos (Amrine y Stansy, 1994), por lo que su presencia en la zona de estudio pudo haberse debido a que el cultivo del limón se está expandiendo a nivel regional.

Los ácaros depredadores presentes en papayo son *Euseius hibisci* y *Galendromus helveolus*, ambas especies se conocen por su efectividad para controlar ácaros fitófagos en aguacate y cítricos (McMurtry, 1985a, McMurtry, 1985b). La especie más abundante fue *E. hibisci*. Ambas especies pueden considerarse nativas o que han logrado establecerse en la zona de estudio, por lo que resulta importante conocer su potencial para mantener bajas las poblaciones de ácaros fitófagos.

El municipio de Manlio F. Altamirano, Ver., presenta temperaturas favorables todo el año para el desarrollo de estos ácaros, sin embargo *E. lewisi* tolera más la precipitación que *E. banksi*. Esta última especie es menos susceptible a las altas temperaturas que se presentan en mayo y junio (temperatura promedio de 28 y 29 °C en 2008, respectivamente). En el agroecosistema evaluado estuvieron presentes los ácaros depredadores y se mantuvieron sincronizados con las especies fitófagas. Es importante que los productores conozcan este hecho y eviten su extinción del sistema.

Se comprobó que algunos acaricidas selectivos son capaces de controlar a los ácaros plaga al igual que acaricidas más agresivos, mientras permiten la sobrevivencia de los ácaros depredadores. Un programa de manejo integrado de plagas, incluye el muestreo como estrategia indispensable. Los muestreos periódicos permitieron determinar la presencia tanto de ácaros fitófagos como depredadores. Se sugiere como umbral de acción que cuando existan 5 ó más ácaros fitófagos y no se localicen ácaros depredadores, se inicie una táctica de control. De encontrarse más de 5 ácaros, con presencia constante de depredadores, se recomienda el uso del siguiente régimen plaguicidas selectivos: ácidos grasos, aceite parafínico de petróleo y azadiractina. También fue efectiva la aplicación única de azufre en polvo contra los ácaros ó aceite refinado. Se conoce que estos productos pueden desacelerar la resistencia a plaguicidas y ayudan a conservar la fauna benéfica (Beattie *et al.* 1995; Rae *et al.*, 1997; Villanueva-Jiménez *et al.*, 2000; Agnello *et al.*, 1994; Durán, 2002).

A través del modelo de transferencia de tecnología GCPS (Grupos de Crecimiento Productivo Simultáneo) propuesto por Hernández *et al.*, (2002), se promovió la información generada con productores de papayo. Este modelo basó su estrategia de impacto en la difusión de la tecnología, en el acompañamiento a un grupo de productores líderes del municipio de Cotaxtla, Ver., que forman parte del CEPP. En cuanto a eficiencia del proceso, se logró que 70 % de los productores reconocieran la acarofauna asociada al cultivo en campo, 100 % aprendieron la técnica de muestreo y conocieron la importancia de los ácaros depredadores, y 83 % reconocieron que los acaricidas selectivos son menos nocivos para la fauna benéfica. El modelo de GCPS permitió transferir adecuadamente la técnica de muestreo de ácaros y mejorar la toma de decisiones para el control de ácaros fitófagos. Es adecuado para la transferencia de tecnología innovadora y ayuda a los productores a mejorar su toma de decisiones, aunque para ello requiere continuar la vinculación entre facilitadores y productores por periodos de varios meses a través de investigación participativa.

Para lograr la adopción de tecnología innovadora, el modelo de GCPS se podrían insertar en la dinámica de los “Sistemas-Producto”, forma actual de trabajo del gobierno mexicano que basado en cadenas productivas, busca impulsar el desarrollo agrícola del país (SAGARPA, 2004). En respuesta a los daños generados a la salud humana y a la pérdida de diversidad de especies por el uso indiscriminado de plaguicidas, hoy en día las políticas internacionales estimulan la creación de sistemas de producción más saludables. Con ello se coadyuva en la sustentabilidad de los agroecosistemas para el desarrollo de las generaciones futuras, tanto a nivel rural como urbano, en un mundo globalizado donde cualquier acción que se realice en un sistema afecta a los demás (Barrera, 2007).

## **2. Literatura citada**

- Agnello, A. M., Reissig, W. H., Harris, T. 1994. Management of summer populations of European Red Mite (Acari: Tetranychidae) on apple with Horticultural oil. *Journal of Economic Entomology*. 87(1): 147-161).
- Amrine, J.W and Stansy, T.A. 1994. Catalogue of the Eriophyoidea (Aceria: Prostigmata) of the World, Indira Publishing. Bloomfield, MI, USA. 1186 p.
- Barrera, J. F. 2007. Manejo holístico de plagas: Más allá del MIP. En: XXX Congreso Nacional de Control Biológico/Simposio del IOBC, noviembre. Mérida, Yucatán, México. 18 p.

- Beattie, G. A. C., Liu, Z. M., Watson, D. M., Clift, A. D., Jiang L. 1995. Evaluation of petroleum sprays oils and polysaccharides for control of *Phyllocnistis citrella* Stainon (Lepidoptera: Gracillariidae). Journal Australian Entomology Society. 34: 349-353.
- Cerna, E., Ochoa, Y., Aguirre, L., Badii, M., Gallegos, G., Landeros, J. 2009. Niveles de resistencia en poblaciones de *Tetranychus urticae* en el cultivo de la fresa. Revista Colombiana de Entomología. 35(1): 52-56.
- De Coss F., M. E. 2006. Bioecología y herbivoría del ácaro *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) en *Carica papaya* L. Tesis doctoral Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas. 171 p.
- 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. INIFAP-SAGAR-Fundación Produce Veracruz. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico Num. 17. Veracruz, México. 87 p.
- Durán, M. J. 2002. BioPlaguicidas. Guía de Ingredientes Activos en América Central. Serie técnica, Manual técnico. CATIE. No. 49. Turrialba. 153 p.
- FAOSTAT. 2010. FAOSTAT-Producción agrícola. <http://www.fao.org/corp/statistics/es> (Consultado: 22/03/2011)
- Fengying, G., Zhi-Qiang, Z., Zhimo, Z. 1998. Pesticide resistance of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) in China: a review. Systematic and Applied Acarology. 3: 3-7.
- Ferragut, F., Santonja, M. C. 1989. Taxonomía y distribución de los ácaros del género *Tetranychus* Defour 1832. (Acari\_Tetranychidae), en España. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas. 15: 271-281.
- Hernández, M. M., Reta, M. J. L., Gallardo, L., F., Nava, T. M. E. 2002. Tipología de productores de mojarra tilapia (*Oreochromis* spp): base para la formación de grupos de crecimiento productivo simultáneo (GCPS) en el estado de Veracruz, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 1: 13-19.
- 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. 20(3): 147-155.

- McMurtry, J. A. 1985a. Avocado. In: Helle, W., Sabelis, M. W. (eds.). Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control. Vol- 1B. Elsevier. New York, USA. pp. 327-332.
- McMurtry, J. A. 1985b. Citrus. In: Helle, W., Sabelis, M. W. (eds.). Spider Mites their Biology, Natural Enemies and Control. Vol- 1B. Elsevier. New York, USA. pp. 339-347.
- Rae, D. J., Liang, W. G., Watson, D. M., Beattie, G. A. C., Huang, M. D. 1997. Evaluation of petroleum sprays oils for control of the Asian citrus psylla *Diaphorina citri* (Kuwayana) (Hemiptera: Psyllidae) in China. *International Journal of Pest Management*. 43(1): 71-75.
- Reséndiz, G. B., Fausto-Moya, T. J. 2010. Identificación de los ácaros asociados al papayo (*Carica papaya* L.). In: Sánchez G., M. C., Sandoval I., J. S., Estrada V., E. G. (eds.). *Memorias del Primer Simposio Internacional de Acarología*. Universidad Autónoma Chapingo. 2- 6 de Agosto. pp. 25-31.
- SAGARPA, 2004. Lineamientos para la integración y operación de los comités sistema-producto a nivel nacional, regional y estatal. 12 p. <http://soporte.sagarpa.gob.mx:9090/SAG-FIRCO/DownloadSrv?nombre=Anex8.1LineamientosSistemaProducto.pdf> (Consultado: 30/05/2010).
- Villanueva-Jiménez, J. A., Hoy, M. A., Davies, F. S. 2000. Field evaluation of integrated pest management-compatible pesticides for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoid *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Journal of Economic Entomology*. 93(2): 357-367.

## ANEXOS

### Anexo 1. Cuestionario para el Diagnóstico de productores de papaya.

El presente cuestionario tiene el propósito de recabar información básica que permita llevar a cabo un estudio sobre el cultivo de papayo y el manejo de los ácaros, por lo cuál agradecemos de antemano su apoyo al proporcionarnos información sobre el manejo de su huerta.

#### I. ASPECTOS GENERALES

**Nombre del productor:**

1. Actividad principal:

#### 2. DATOS DEL PREDIO

1. Localidad:

2. Municipio:

3. Superficie cultivada con papaya: \_\_\_\_\_ Riego: \_\_\_\_\_ Temporal: \_\_\_\_\_

#### 3. INFORMACIÓN DEL CULTIVO

Variedad:

Densidad:

Edad del cultivo o fecha de siembra:

Rendimiento:

#### 4. PROBLEMAS DEL CULTIVO

¿Cuáles son los principales problemas asociados al cultivo de papayo?

#### 4.1. CONOCIMIENTOS SOBRE ÁCAROS

¿En su último ciclo productivo ha tenido problemas con ácaros?

Sí ( ) No ( )

¿Cómo reconoce el daño de ácaros en su cultivo?

¿Cómo los controla?

¿Qué dosis aplica?

¿Cómo decide cuando aplicar el control?

¿Cómo califica al plaguicida con base a su efecto?

Malo ( ) Regular ( ) Bueno ( )

¿Quién le dio la receta para el control de ácaros?

#### 5. ANEXO

¿Le gustaría recibir más información sobre el manejo integrado de ácaros?

Sí ( ) No ( )

¿Nos permitiría visitar su huerta para realizar un muestreo de ácaros?

Sí ( ) No ( )

**Gracias por la información proporcionada  
Será de gran utilidad**

**Anexo 2. Bitácora utilizadas para el programa de capacitación sobre ácaros plaga y depredadores en papayo.**



**Programa de Transferencia de Tecnología sobre Ácaros Plaga y Depredadores en Papayo**

Bitácora

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de término: \_\_\_\_\_

Nombre del productor: \_\_\_\_\_

Predio: \_\_\_\_\_

Superficie cultivada: \_\_\_\_\_

Edad de la plantación: \_\_\_\_\_

Sanidad visual de la huerta antes de iniciar el muestreo: \_\_\_\_\_

*Antecedentes*

¿Qué plaguicidas ha aplicado? \_\_\_\_\_

¿Cuándo hizo la última aplicación? \_\_\_\_\_

**RECUERDA:**

SI BUCAS ARAÑITAS ROJAS, USA LA LUPA PARA REVISAR LAS HOJAS DE 20 PLANTAS DE LA PARTE MEDIA, ANTES DE QUE DECIDAS REALIZAR UNA APLICACIÓN.

PARA MUESTREAR EL ÁCARO BLANCO DEBES REVISAR LA HOJA MÁS PEQUEÑA DEL COGOLLO USANDO UNA LUPA DE 10 AUMENTOS

Registro de muestro de ácaros en hojas

Planta	Número de ácaros plaga		Número de ácaros depredadores		Número de mariquitas negras	
	Cogollo	Parte media	Cogollo	Parte media	Cogollo	Parte media
1						
2						
3						
⋮						
18						
19						
20						
<b>Total</b>						
<b>Promedio</b>						

### Registro para ácaros en frutos

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de término: \_\_\_\_\_

**RECUERDA:**

ES IMPORTANTE REVISAR ÁCAROS EN LA FRUTA, PUEDES USAR UNA LUPA PARA REVISAR CUATRO FRUTOS DE 20 PLANTAS, PARA CONOCER EL GRADO DE INFESTACION DE LA HUERTA ANTES DE QUE DECIDAS REALIZAR UNA APLICACIÓN.

Anota según el número de ácaros presentes (+5, +10, +20, +30)

#### Registro de muestreo

Planta	Número de ácaros plaga en frutos				Número de ácaros depredadores en frutos				Número de mariquitas negras en frutos			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1												
2												
3												
⋮												
18												
19												
20												
<b>Total</b>												
<b>Promedio Por fruto</b>												

**Criterio para toma de decisiones:**

**NO DEBES APLICAR ACARICIDAS si encuentras ácaros en bajas cantidades (menos de 5 arañas rojas por fruto), en especial si también encuentras ácaros depredadores y mariquitas negras.**

#### Acciones Realizadas Posteriores al Muestreo

Núm.	Acciones	Coloca una X en la acción realizada
1	No se aplicó	
2	Aplicación de acaricidas selectivos	
3	Aplicación de productos no selectivos	
4	Aplicación en manchones con presencia de ácaros	

### Evaluación de la Huerta con las Acciones Realizadas

Núm.	Acciones	Coloca una X según el estado de tu huerta
1	Mejóro la sanidad	
2	Se mantuvo igual	
3	Empeoró la sanidad	

### Evaluación del Costo de la Técnica

Núm.	Costo	Coloca una X según el estado de tu huerta
1	Se redujeron los gastos de aplicación	
2	Son los mismos costos con muestreo y sin muestro	
3	Se incrementaron los costos	

### Observaciones:


### **Anexo 3. Instrumentos de evaluación antes y después del plan de transferencia.**

#### **Cuestionario Antes del Proceso de Transferencia**

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre completo: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

1. ¿Conoce Usted a los ácaros depredadores?  
a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
2. ¿Conoce la función de los ácaros depredadores en su huerta?  
a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
3. ¿Sabe cómo realizar un muestreo de ácaros en su huerta?  
a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
4. ¿Sabe reconocer las diferencias entre un ácaro plaga y un ácaro depredador?  
a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
5. ¿Sabe porque se le llama a un acaricida selectivo?  
a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_

#### **Cuestionario Después del Proceso de Transferencia**

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre completo: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

1. ¿Conoce Usted a los ácaros depredadores?  
a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
2. ¿Conoce la función de los ácaros depredadores en su huerta?  
a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
3. ¿Sabe cómo realizar un muestreo de ácaros en su huerta?  
a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
4. ¿Sabe reconocer las diferencias entre un ácaro plaga y un ácaro depredador?  
a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
5. ¿Sabe porqué se le llama a un acaricida selectivo?  
a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_
6. ¿Con qué lupa se le facilitó más realizar el muestreo?  
a) Lupa tamaño tarjeta bancaria                      b) Lupa convencional tamaño de bolsillo.

#### Anexo 4. Instrumento de evaluación aplicado al GCPS.

##### Evaluación del Proceso de Transferencia sobre Manejo de Ácaros en Papayo

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Último grado de estudios: \_\_\_\_\_

Experiencia en el cultivo: \_\_\_\_\_

Actividad principal: Productor de papaya (    ), Ganadero (    ), Otra (    )

Instrucción: Elije el inciso que corresponda a tu respuesta

1. ¿Te gustó el curso de capacitación?
  - a) Muy de acuerdo (5),
  - b) De acuerdo (4),
  - c) Indiferente (3),
  - d) En desacuerdo (2),
  - e) Muy en desacuerdo (1)
2. ¿Es fácil de realizar la técnica de muestreo?
  - a) Muy de acuerdo (5),
  - b) De acuerdo (4),
  - c) Indiferente (3),
  - d) En desacuerdo (2),
  - e) Muy en desacuerdo (1)
3. ¿Te gustaría continuar usando la técnica de muestreo en tu huerta?
  - a) Muy de acuerdo (5),
  - b) De acuerdo (4),
  - c) Indiferente (3),
  - d) En desacuerdo (2),
  - e) Muy en desacuerdo (1)
4. ¿Es fácil de llenar la bitácora?
  - a) Muy de acuerdo (5),
  - b) De acuerdo (4),
  - c) Indiferente (3),
  - d) En desacuerdo (2),
  - e) Muy en desacuerdo (1)
5. ¿Te gustaría usar acaricidas selectivos?
  - a) Muy de acuerdo (5),
  - b) De acuerdo (4),
  - c) Indiferente (3),
  - d) En desacuerdo (2),
  - e) Muy en desacuerdo (1)
6. ¿Sobre qué te gustaría tener más información?

Comentarios:

--

**¡GRACIAS POR PARTICIPAR!**

**Anexo 5. Folleto técnico tipo bolsillo para identificar ácaros benéficos de ácaros plaga presentes en papayo. Observe en la última fotografía el folleto integra una lupa 4X y su diseño de bolsillo permite cargarlo en la camisa.**

¡Ácaros que controlan plagas!

¿Sabías que en tu huerto pueden existir ácaros que se alimentan de las arañas rojas?



Figura 1. Arañas rojas en papayo

Ácaros fitófagos al microscopio

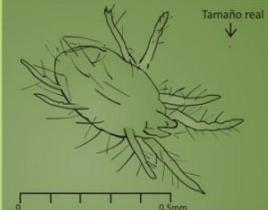


Figura 2. *Eotetranychus lewisi*

¿Cómo diferenciar las diferentes arañas rojas?

Si producen mucha telaraña y son de color rojo vivo, se trata de *Tetranychus merganser*.

Si producen mucha telaraña pero son de color amarillento es *Eotetranychus lewisi*

Si producen poca telaraña o casi nada y son relativamente grandes, patas muy largas pareciendo cangrejos se trata de *Eotetranychus banksi*

Existen dos grupos de ácaros asociados al papayo, los ácaros plaga y los depredadores es decir, sus enemigos naturales.

Los ácaros plaga en papayo dañan las hojas y frutos disminuyendo la producción. Hay varios tipos de arañas rojas en Veracruz, que por ser tan pequeñas, ha sido muy difícil su correcta identificación.

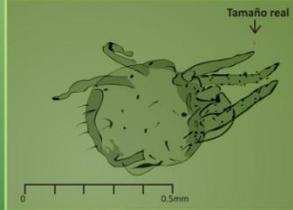


Figura 3. *Eutetranychus banksi*

¿Cómo reconocer a los depredadores?

Recuerda

- Se mueven rápidamente,
- Su cuerpo es menos ancho que el de las arañas rojas
- Su color varía entre blanco amarillo, crema y café, pero no es rojo

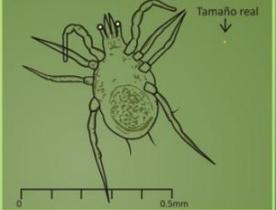


Figura 5. *Euseius* sp.

Ácaros depredadores al microscopio

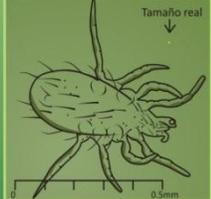


Figura 4. *Typhlodromus* sp.

Existen dos especies de ácaros depredadores en Veracruz:

- Typhlodromus* sp., y
- Euseius* sp.

**Cúdalos:**

- Evita la aplicación innecesaria de acaricidas,
- Utiliza plaguicidas selectivos, como el Aza-Direct, el Peak Plus y el Safe-T-Side

Otro organismo que se alimenta de ácaros es la mariquita negra llamado *Stethorus punctillum*.



Figura 6. Adulto de *Stethorus punctillum*.

¡Hay que defender a los enemigos naturales! Con ello lograremos una agricultura más estable, menos contaminante y podremos exportar a países que demandan papayas sin residuos de plaguicidas.

Para mayor Información acude al COLPOS:  
Km. 88.5 carretera Federal Xalapa- Veracruz,  
C.P. 91690. Mpio. Manilio Fabio Altamirano,  
Ver. a 26 Km de la Cd. de Veracruz Tel./Fax  
(229) 920 7258 y 201 0770, ext. 64342 y  
64301

[www.colpos.mx/veracruz](http://www.colpos.mx/veracruz)



CAMPUS VERACRUZ

*¡Ácaros que controlan plagas!*

Marycruz Abato Zárate, Juan A. Villanueva-Jiménez, Gabriel Otero-Colina, Juan L. Reta Mendiola, Catarino Ávila Reséndiz y Elías Hernández-Castro.

Folleto Técnico Número 3. Serie Protección de Agroecosistemas

Marzo 2010.  
Tiraje. 500 ejemplares.

