



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSGRADO EN FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

ESCAMAS (HEMIPTERA: COCCOIDEA), SUS PARASITOIDES Y HORMIGAS ASOCIADAS EN YACA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) EN NAYARIT Y COLIMA, MÉXICO

SAÚL ARIAS CORPUZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2020

La presente tesis titulada: **Escamas (HEMIPTERA: COCCOIDEA), sus parasitoides y hormigas asociadas en yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) en Nayarit y Colima, México**, realizada por el alumno: **Saúl Arias Corpuz**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. JESUS ROMERO NÁPOLES

CODIRECTOR DE TESIS



DR. LUIS MARTÍN HERNÁNDEZ FUENTES

ASESOR



DR. HÉCTOR GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

ASESOR



DR. CARLOS PATRICIO ILLESCAS RIQUELME

Montecillo, Texcoco, Estado de México, abril de 2020

**ESCAMAS (HEMIPTERA: COCCOIDEA), SUS PARASITOIDES Y HORMIGAS
ASOCIADAS EN YACA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) EN NAYARIT Y COLIMA,
MÉXICO.**

**Saúl Arias Corpuz, MC
Colegio de Postgraduados, 2020**

RESUMEN

En México, la yaca es un cultivo exótico. El estado de Nayarit se ha convertido en el principal productor de este cultivo; sin embargo, al ser un cultivo introducido, la información sobre su manejo fitosanitario, desarrollo y producción es escasa. En el presente estudio se identificaron a cinco especies de insectos escama asociadas a yaca, pertenecientes a las familias Coccidae (2), Diaspididae (1), Pseudococcidae (1) y Monophlebidae (1). Asociadas a escamas suaves (Coccidae) se detectaron tres especies de hormigas de las subfamilias: Myrmicinae (1), Ectatomminae (1) y Dolichoderinae (1). Adicionalmente se identificaron cinco especies Aphelinidae parasitoides de especies de las familias Diaspididae y Coccidae. La escama de nieve menor *Pinnaspis strachani* Cooley (Diaspididae) fue la especie de insectos escama más frecuente en huertos de yaca en Nayarit, ésta puede afectar la calidad estética de los frutos, ya que es difícil su remoción, por lo que se debe prestar atención a la dinámica poblacional de las escamas armadas, así como al tipo de interacción entre las hormigas y las escamas suaves, esto con el fin de diseñar un manejo más eficiente de estos insectos.

Palabras claves: Insectos escama, Trofobiosis, Parasitismo, Yaca.

Scale insects (HEMIPTERA: COCCOIDEA), their parasitoids and associated ants on jackfruit (MORACEAE) in Nayarit and Colima, Mexico.

**Saúl Arias Corpuz, MC
Colegio de Postgraduados, 2020**

ABSTRACT

In Mexico, jackfruit is an exotic crop, and the state of Nayarit has become the main Mexican producer. However, as an exotic crop, information about its phytosanitary management, development, and production is scarce. In the present study, we identified four species of scale insects associated with jackfruit that belong to the Coccoidea families such as Coccidae (2), Diaspididae (1), Pseudococcidae (1) and Monophlebidae (1). Associated with soft scales (Coccidae), three species of ants of the subfamilies Myrmicinae, Ectatomminae, and Dolichoderinae were detected. Additionally, five species of parasitoids belonging to Aphelinidae, associated to species of Diaspididae, and Coccidae were identified. The smaller lesser snow scale *Pinnaspis strachani* Cooley (Diaspididae) was the most frequent species in jackfruit orchards in Nayarit. This armored scale may cause severe damage to the fruit quality and it is very difficult to remove from the fruits. Therefore, attention should be paid to the population of this armed scale, as well as to the type of interaction between ants and soft scales, to design more efficient management of these pest insects.

Keywords: Scale insects, Trophobiosis, Parasitism, Jackfruit.

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados, por su apoyo en mi formación mediante sus profesores de excelencia en el área de la fitosanidad y que me han compartido sus conocimientos y experiencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada para la realización de mis estudios de maestría y al pueblo de México que mediante sus impuestos me es posible recibir dicho sustento.

Al Dr. Jesús Romero Nápoles, por su gran apoyo durante este proceso y sobre todo el brindarme la confianza para realizar mi trabajo de investigación, asimismo agradezco su amistad, guía, comprensión y aliento durante mi formación académica.

Al Dr. Luis Martín Hernández Fuentes, por la dedicación de su tiempo para la recolecta de las escamas, hormigas y parasitoides y lo más importante sus consejos en campo.

Al Dr. Héctor González Hernández, por su apoyo desde el inicio al permitirme incorporarme al proyecto de yaca, mostrarme el interesante grupo de los insectos escama y su identificación, así como por su amistad y sus valiosas enseñanzas.

Al Dr. Carlos Patricio Illescas Riquelme, por la ayuda en mi formación, sus acertadas aportaciones en el artículo, así como en la tesis y sobre todo por su gran amistad.

Al MC. Jorge M. Valdez Carrasco, por su gran apoyo en la captura y procesamiento de las fotografías de las escamas, hormigas y parasitoides, un gran ejemplo a seguir.

Al Ing. José Ángel Islas Hernández y el equipo de trabajo del **Comité de Sanidad Vegetal del estado de Nayarit** por su tiempo y las facilidades para la recolecta del material biológico en los huertos de yaca.

A los productores de yaca, por permitirme entrar en sus huertas para la recolecta del material y por compartir sus experiencias.

A todos los profesores del posgrado en Fitosanidad por la disponibilidad de transmitir sus conocimientos a nosotros los estudiantes.

A todos los nuevos amigos con los que compartí buenas experiencias durante estos tres años de estancia en el Colegio, Víctor Almaraz, Oscar Barreto, Fernando Huasanche, Eduardo Murillo, Carlos Lázaro, Marino Cid, Sergio Godínez, Alejandro Estrada, Reyna Vargas, Jannet Teniente, Daniela Tapia, Anahí Areli Barrera, Carmen Castro, Selene Bello, Isabel Salazar, Edith Blanco, Silvia Colin, Carmelita Ortiz, a todos ustedes, por esa amistad y apoyo moral cuando más lo necesité, MUCHAS GRACIAS.

DEDICATORIAS

Gracias a Dios, por darme la salud, sabiduría y paciencia, ingredientes necesarios para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, Crescencio y Andrea, por darme la vida, sus cuidados, su guía, su confianza y sobre todo por alentarme a superarme académicamente y creer en mí siempre.

A mis hermanos, Fernando, Miguel Ángel y Esther, por todo su apoyo a lo largo de mi vida, aunque la frecuencia de vernos no es muy constante, sabemos que podemos contar entre nosotros, los amo.

A mis suegros Samuel y Teresa, quienes han depositado su confianza en mi desde que me conocieron y me han apoyado en todo momento, Gracias.

A mis cuñadas, Lupita y Paola gracias por su ayuda, comprensión y compañía, espero haber sido recíproco de la misma manera, saben que cuentan conmigo.

A los seres queridos que están en el descanso eterno, **mamá Juana y tío Marcelo** por todas las experiencias brindadas y sus muestras de amor, mi más profundo agradecimiento.

A mis amigos, Aby, Daph, Fera, Pame, Isaac, Tomás, Josué, Abraham, Ángel, Alejandro y los que no menciono, sin embargo, forman parte de mí, gracias por cruzarse en mi camino y alegrarlo en innumerables ocasiones.

A mi amada esposa Janette, por ser la mujer que deposita su confianza en todo momento, por sus incontables consejos, por impulsarme cuando más lo necesito, por tu inmenso amor hacia mi persona. En esta nueva etapa académica quiero agradecerte infinitamente por tu compañía, ya que en este largo camino tú has estado a mi lado motivándome, dándome fuerza y sobre todo valentía, sin duda alguna que este logro y los que aún nos faltan serán parte de ti, GRACIAS MI KITTY, TE AMO.

**Los métodos de control de insectos que desconocen las relaciones entre los
insectos son verdaderamente inservibles.**

Masanobu Fukuoka

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE CUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3.1. Origen y distribución del cultivo de yaca	5
3.2. Generalidades del cultivo	5
3.3. Variedades de la yaca.....	7
3.4. Importancia del cultivo.....	7
3.5. Producción mundial y nacional de yaca.....	8
3.6. Coccoidea.....	9
3.7. Parasitoides de insectos escamas.....	10
3.8. Asociación de hormigas con hemípteros.....	12
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14

5. RESULTADOS	17
6. DISCUSIÓN	24
7. CONCLUSIONES	28
8. LITERATURA CITADA	29

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Principales productores de yaca en el mundo.....	8
Cuadro 2. Producción de yaca en México.....	9
Cuadro 3. Huertos de yaca inspeccionados en la búsqueda de insectos escama en Nayarit y Colima, 2018 y 2019.	14
Cuadro 4. Insectos escama asociados a huertos de yaca en Nayarit y Colima, 2018 y 2019.	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escamas suaves en yaca, a) <i>Coccus pseudomagnoliarum</i> en rama y b) <i>Milviscutulus mangiferae</i> en hojas.....	17
Figura 2. Escama de nieve menor, a) <i>Pinnaspis strachani</i> en rama y b) fruto de yaca.	18
Figura 3. Escama algodonosa <i>Icerya</i> sp. en rama de yaca.	18
Figura 4. Piojo harinoso <i>Pseudococcus calceolariae</i> en fruto de guanábana intercalado con cultivo de yaca.	19
Figura 5. Hormigas asociadas a insectos escamas en yaca, a) <i>Crematogaster crinosa</i> , b) <i>Ectatomma tuberculatum</i> y c) <i>Azteca velox</i>	20
Figura 6. Parasitoides Aphelinidae de escama suave café <i>Coccus pseudomagnoliarum</i> , a) <i>Coccophagus nigrans</i> y b) <i>Coccophagus lycimnia</i>	21

1. INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de yaca (jackfruit) *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) se considera de gran potencial productivo, debido a su alta producción, su constante disponibilidad, sus propiedades nutritivas y medicinales (Che Man & Sanny, 1997; Raahman *et al.*, 1999). Cuenta con una superficie plantada de 1,751 ha, una producción anual de 23,995 ton y un valor de producción de \$149.7 millones de pesos (MN); de manera particular, el estado de Nayarit se ubica como el principal productor nacional, con más del 90% de la producción, con una superficie sembrada de 1,627 ha y con 22,324 ton (SIAP, 2018).

Este cultivo presenta problemas fitosanitarios que limitan su producción, entre éstos destacan las plagas insectiles tales como los insectos escama (Hemiptera: Coccoidea), los cuales pueden afectar la calidad y volumen de la producción (Nova & Arrambide, 1994; Crane & Balerdi, 2000). Generalmente, las pérdidas económicas relacionadas con los insectos escama a nivel mundial, incluyendo el costo por su control, ascienden anualmente a \$5,000 mil millones USD (Gill & Kosztarab, 1997).

Los insectos escama se alimentan succionando principalmente la savia del hospedante, de estructuras como yemas, flores, frutos y tallos, con lo cual, pueden producir daños tanto estéticos como fisiológicos, algunos de ellos incluyen el retraso en su crecimiento, deformación del follaje, clorosis, defoliación, frutos manchados, muerte prematura de las ramas terminales y cuando la infestación es alta, llegan a ocasionar la muerte de la

planta. Algunas especies de insectos escama, causan el desarrollo de fumagina, sobre el sustrato, debido a la secreción abundante de mielecilla, ésta cubre la superficie de hojas y frutos, afectando la calidad estética de la fruta y lo más importante disminuyendo la actividad fotosintética (Miller & Kosztarab, 1979; Kosztarab, 1990; Gill & Kosztarab, 1997).

Generalmente para el control de las poblaciones de estas plagas se utilizan insecticidas químicos, no obstante, el uso irracional de éstos puede provocar problemas de resistencia, impacto al ambiente y disminuir la fauna benéfica, además de posibles restricciones hacia el mercado de exportación (Rodríguez-Palomera *et al.*, 2017).

Las hormigas, al habitar diversos ecosistemas presentan una dieta variada, como el consumo de la mielecilla excretada por insectos chupadores, tales como las escamas suaves y piojos harinosos, los cuales establecen un tipo de asociación mutualista con las hormigas, ya que les proporcionan protección, interfiriendo en la actividad de los enemigos naturales (parasitoides y depredadores); además de existir un factor positivo en esta asociación, que se relaciona con la reducción de la contaminación fúngica del medio (Delabie & Fernández, 2003; Gullan, 1997).

Las escamas presentan un hábito de alimentación sésil que les implica un gasto de tiempo de varios minutos a horas para poder llegar a alimentarse del floema, esto los hace susceptibles al ataque de enemigos naturales (parasitoides y depredadores), ya

que son incapaces de retirar de inmediato su aparato bucal del sustrato (Delabie, 2001; Gullan & Kosztarab, 1997).

Conocer la diversidad de escamas asociadas con el cultivo de yaca y sus interacciones con los diferentes grupos de parasitoides como Hymenoptera (Parasítica y Aculeata), son conocimientos valiosos para el diseño de estrategias de manejo integrado. Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo identificar a las especies de Coccoidea que se alimentan de yaca, sus parasitoides y hormigas asociadas en las zonas productoras de este frutal en los estados de Nayarit y Colima, México.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir al conocimiento de las especies de insectos escama asociadas al cultivo de la yaca en Nayarit y Colima.

Objetivos específicos

Identificar las especies de escamas armadas, escamas suaves y los piojos harinosos asociados al cultivo de yaca.

Determinar las especies de hormigas asociadas a insectos escamas en el cultivo de la yaca.

Determinar los parasitoides que se asocian a los insectos escamas en el cultivo de la yaca.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Origen y distribución del cultivo de yaca

La yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) (Moraceae) es la fruta comestible más grande del mundo, se cree que es originaria de las selvas tropicales de Malasia y de los Ghats occidentales en la India, de donde se ha extendido gradualmente a otros países (Elevitch & Manner, 2006). De acuerdo con Crane y Belardi (2000), la yaca se cultiva en la India, Myanmar, Ceilán, China, Malasia, Filipinas, Australia e Isla Mauricio, así como Kenia y Uganda en África.

Por otro lado, en el continente americano no es un cultivo ampliamente extendido, no obstante, es importante en Brasil y en algunas islas caribeñas como Jamaica y Las Bahamas. También se cultiva en el sur de Florida y Hawaii, EUA.

Particularmente en México se introdujo en la década de 1980 en el municipio de San Blas, Nayarit, como cultivo alternativo al plátano y el mango. Sin embargo, hoy en día su producción se ha incrementado de modo que ha desplazado a estos cultivos (Luna-Esquivel *et al.*, 2013).

3.2. Generalidades del cultivo

Es una planta perteneciente a la familia Moraceae, dependiendo la región, se le conoce por diversos nombres comunes como jaca, yaca, jak, jack, jackfruit, entre otros. El género *Artocarpus* comprende alrededor de 50 especies, la mayoría originarios de Asia,

destacando *A. heterophyllus* (Lam.) entre los de mayor importancia económica (Love & Paull, 2011).

Es un árbol perennifolio de 9 a 12 m de altura, las hojas son oblongas, ovales o elípticas (hasta 16 cm de largo), coriáceas, brillantes y de un color verde intenso; es una especie monoica, presenta inflorescencias masculinas y femeninas diminutas en el mismo árbol, de color verde pálido cuando son jóvenes y se vuelven más oscuras con la edad (Goswami & Chacrabati, 2016). Las inflorescencias masculinas son mucho más numerosas, ocupando las axilas superiores, con pedúnculo más largo y oblongo, se encuentran en las ramas más jóvenes por encima de las flores femeninas. Las inflorescencias son polinizadas por insectos o el viento, con un alto porcentaje de polinización cruzada (Elevitch & Manner, 2006). El fruto es compuesto o múltiple (sincarpio), de color verde que se torna amarillo cuando madura (Rahman *et al.*, 1999). Los frutos se producen a lo largo del tronco principal del árbol y en ramas maduras. El fruto es considerado el más grande de todos los frutales cultivados, es oblongo a cilíndrico de 30 a 40 cm de largo, pudiendo alcanzar hasta los 90 cm, y puede llegar a pesar hasta 50 kg. La pulpa es jugosa, dulce y aromática y el pericarpio que rodea a las semillas grandes es la parte comestible. El color de la pulpa comestible varía de ámbar a amarillo, amarillo oscuro o naranja (Crane & Balerdi, 2000). Después de la floración, el fruto madura alrededor de ocho meses y generalmente se les encuentran en todos los estados de desarrollo en los árboles (Goswami & Chacrabati, 2016). Las semillas son de color café, redondeadas, de 2 a 3 cm de longitud por 1 a 1.5 cm de diámetro. Por fruto se pueden encontrar hasta 500 semillas. Las semillas pueden ser recalcitrantes y se

pueden almacenar hasta por un mes en condiciones de baja temperatura (Elevitch & Manner, 2006).

3.3. Variedades de la yaca

De acuerdo con Love y Paull, (2011), en el mundo existen innumerables variedades de este frutal, en Australia destacan 'Black Gold', 'Gold Nugget', 'Honey Gold', 'Lemon Gold', 'Cochin', 'Kun Wi Chan', 'Leung Bang', 'Bostworth', 'Galaxy', Fitzroy y 'Nahen'; en Tailandia 'Dang Rasimi', 'Golden Pillow', 'Chompa Grob', 'Malaysia', 'Mastura', 'NS1', 'J33', 'J31', 'J30' y 'J29'; en Indonesia 'Tabouey' y 'Bali Beauty'; en la India 'Muttam' y 'Varikka'; en Singapur 'Chompa Gob', 'Handia', 'Khaja' y 'Safeda' y 'Badaya' y 'Busila' en Sri Lanka. En México, particularmente en el estado de Nayarit se cultivan diferentes selecciones varietales, las cuales aún no poseen registro alguno, éstas se distinguen por características específicas de la planta y fruto, denominadas localmente como Agüitada, Buchona, Romina, Carlita, Ponciana, Clemente, Lisa, Bolonga, R-15 y Yesi. En éstas se pueden observar algunas diferencias entre los frutos, como tamaño, firmeza, densidad de protuberancias, presencia de látex y calidad de la pulpa (Khan *et al.*, 2010).

3.4. Importancia del cultivo

El aprovechamiento de este cultivo prácticamente es total, ya que, del tronco y las ramas, se obtiene madera; las hojas proveen forraje al ganado y se utilizan en la cocina; las semillas secas se emplean en la elaboración de dulces o hervidas como aperitivo; los frutos se consumen en fresco, cocinados o procesados en jugo, helados o rodajas fritas (Love & Paull, 2011). Balbach y Boarim, (1992) reportan que las hojas y la corteza se

aprovechan para tratar enfermedades como anemia, asma, dermatosis, diarrea, catarro y como expectorante. El cultivo de la yaca en México se ha expandido en los últimos años y se considera como un cultivo altamente rentable, ya que la mayor parte de la producción se exporta (Luna-Esquivel *et al.*, 2013).

3.5. Producción mundial y nacional de yaca

De acuerdo con la APAARI (2012), la yaca se cultiva ampliamente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, no obstante, India se ubica como el principal productor a nivel mundial (Cuadro 1)

Cuadro 1. Principales productores de yaca en el mundo.

Posición	País	Producción (1000 t)
1	India	1436
2	Bangladesh	926
3	Tailandia	392
4	Indonesia	340
5	Nepal	199

En México, en los últimos años el cultivo de este frutal se ha expandido en zonas semitropicales y de acuerdo con el SIAP (2018), posee una superficie de 1,750 ha sembradas, con una producción anual de 23,994 ton, de las cuales el estado de Nayarit se ubica en la primera posición de la producción nacional con 1, 626 ha sembradas y una producción de 22,324 ton (Cuadro 2). Aproximadamente el 90% de la producción en México se destina al mercado de exportación, principalmente a los Estados Unidos de América (Luna-Esquivel *et al.* 2013; SIAP 2017).

Cuadro 2. Producción de yaca en México.

Entidad	Sup. Sembrada (ha)	Producción
Nayarit	1,627	22,324
Veracruz	69	1,038
Jalisco	37	513
Colima	7	63
Michoacán	6	50
Hidalgo	6	7
Total	1,751	23,995

3.6. Coccoidea

Los coccoideos (Coccoideae) se ubican dentro del orden Hemiptera, en el suborden Sternorrhyncha (del griego sternon que significa “pecho” o “vientre” y rhynchos que significa “nariz”, “pico” u “hocico”), término que describe la posición corporal de las piezas bucales (debajo de la cabeza, entre las coxas anteriores y proyectadas hacia atrás), en el suborden Sternorrhyncha se incluyen a las superfamilias Aphidoidea (áfidos), Psylloidea (psílidos), Aleyrodoidea (moscas blancas) y Coccoidea (insectos escamas) (Schaefer, 1996; Bourgoïn & Campbell, 2002; Gullan & Martin, 2003).

Los coccoideos son insectos chupadores de savia, presentan hembras adultas pedomórficas (parecidas a ninfas) y machos que muestran metamorfosis completa (Gullan & Kosztarab, 1997; Gullan & Martin, 2003). Las especies de esta superfamilia se desarrollan y agrupan en colonias atacando una amplia variedad de plantas y árboles frutales, se les puede encontrar alimentándose de casi cualquier estructura de la planta, como ramas, hojas y frutos, además de esto pueden inyectar toxinas deformando la

estructura de la planta de donde se alimenta y secretar sustancias azucaradas a medida que se alimentan, lo que crea un ambiente adecuado para la proliferación de hongos como la fumagina (Hamon, 1998).

Se han descrito aproximadamente 8,000 especies de la superfamilia Coccoidea en todo el mundo (García-Morales *et al.*, 2016), las familias más abundantes y con mayor número de especies son Diaspididae, Coccidae y Pseudococcidae. Particularmente en México se registran 613 especies de coccoideos distribuidas en 15 familias (Hernández, 2017)

Varias especies de insectos escamas (Hemiptera: Coccoidea) atacan a la yaca. Según Crane y Balerdi (2000), reportan en Florida, EUA a las escamas armadas *Pinnaspis strachani* (Hemiptera: Diaspididae) y *Aspidiotus destructor* (Hemiptera: Diaspididae), a los cóccidos *Protopulvinaria mangiferae* (Hemiptera: Coccidae) y *Protopulvinaria pyriformis* (Hemiptera: Coccidae) atacando hojas y frutos; por su parte, Elevitch y Manner (2006) reportan en las islas del Pacífico a los pseudococcidos *Ferrisia virgata* (Hemiptera Pseudococcidae), *Nipaecoccus viridis* (Hemiptera Pseudococcidae), *Pseudococcus corymbatus* (Hemiptera Pseudococcidae).

3.7. Parasitoides de insectos escamas

Los insectos escama han sido objeto de varios programas de control biológico a nivel mundial, esto principalmente porque el control químico resulta ineficiente debido a que este grupo de insectos suelen estar protegidos por revestimientos cerosos, lo que dificulta la acción del insecticida como los de contacto; otro factor negativo es que las

escamas tienden a generar resistencia fácilmente a los insecticidas, por lo que se buscan otros métodos de combate (Rehmat *et al.*, 2011). Una gran cantidad de especies de Coccidae, Diaspididae y Pseudococcidae son parasitados principalmente por especies de las familias Encyrtidae, Aphelinidae y Signiphoridae (Anis, 2011). Es común encontrar a estos parasitoides en la mayoría de los hábitats, y se consideran como importantes agentes de control biológico (Rehmat *et al.*, 2011). Ante el hecho de que las escamas pueden causar pérdidas económicas, es necesario identificar la especie de parasitoide y su huésped al que está asociado para la correcta implementación de un programa de control biológico.

De acuerdo con Jiménez (1999), desde el año 1940 se han introducido a nuestro país agentes de control contra plagas de importancia económica. Ejemplos de casos exitosos de programas de control biológico clásico, particularmente para especies de insectos escama se pueden mencionar la introducción de los encírtidos *Anagyrus antoninae* Timberlake en el año 1957 y *Neodusmetia sangwanii* Subba Rao en 1959 para el control de la escama algodonosa de los pastos (*Antonina graminis* Mask); además de otras introducciones contra tres especies de escamas armadas presentes en cítricos (*Chrysomphalus aonidum* Linnaeus, *Aonidiella aurantii* Maskell y *Lepidosaphes beckii* Newman), y que hoy en día no son de importancia económica además de la actividad regulatoria realizada por otros entomófagos nativos (Myartseva *et al.*, 2012). El caso más reciente documentado de control biológico clásico fue el de la cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus. Hirsutus* Green), la cual fue regulada con la introducción, cría en masa y liberación del parasitoide *Anagyrus kamali* Moursi (Encyrtidae) (Santiago-Islas

et al. 2008). Aunque se han realizado avances en programas de control biológico en México, aún se desconocen especies de parasitoides que participan como reguladores, en el caso particular de las escamas que son consideradas plagas de importancia económicas.

Los entomófagos nativos o introducidos se establecen, sin embargo, esporádicamente sus poblaciones son insuficientes para mantener las plagas por debajo del umbral económico. Por lo que, llega a ser necesario la cría masiva en laboratorio para su posterior liberación, ya sea inoculativa o inundativa (Ridgway & Vinson, 1977).

3.8. Asociación de hormigas con hemípteros

A nivel mundial se conocen alrededor de 13,218 especies y 1,966 subespecies de hormigas (Bolton, 2017) de las cuales, 973 especies se registran en México (Vásquez 2015). Las hormigas participan en relaciones simbióticas (facultativas/obligatorias), en las que destacan las interacciones mutualistas entre hormigas y especies de Hemiptera (Gullan, 1997; Delabie, 2001; Delabie & Fernández, 2003). Generalmente las subfamilias Dolichoderinae, Formicinae y Myrmicinae muestran el comportamiento de trofobiosis en el cual las hormigas explotan las secreciones azucaradas de hemípteros, sin embargo, sus hábitos pueden ser tan variados como arborícolas, territoriales, omnívoras, depredadoras oportunistas o carroñeras (Gullan, 1997; Delabie & Fernández, 2003).

La simbiosis mutualista hormiga-escama, dificulta el manejo de estas plagas en ciertos cultivos donde se presentan, ya que interfiere con el control natural o aplicado de insectos

escama, al proveer a éstos protección del ataque de sus enemigos naturales y proporcionar nuevos sitios para alimentación mediante su dispersión; sin embargo, un aspecto positivo de la asociación es que al remover la mielecilla no hay contaminación fúngica en el medio (Bess, 1958; Gullan, 1997; González *et al.*, 1999; Martínez *et al.*, 2003; Handa *et al.*, 2012).

Aunque se han realizado constantes revisiones de Formicidae en México (Rojas, 2001; Ríos, 2014; Vázquez, 2015), el número de estudios de hormigas asociadas con escamas de México es limitado. Morrison (1929) encontró hormigas del género *Azteca*, *Pseudomyrmex*, *Cryptocerus*, *Camponotus* y *Crematogaster*, que atendían colonias de escamas de la familia Coccidae y Pseudococcidae, en las cercanías al canal de Panamá y en algunas localidades del estado de Veracruz, México. En tanto que Velasco-Corona *et al.* (2007) estudió la relación trofobiótica de *Liometopum apiculatum* Mayr, con hemípteros esternorrincos en el estado de Tlaxcala, México, registrando siete especies de áfidos, tres especies de escamas de la familia Coccidae, dos especies de Pseudococcidae, una especie de Ortheziidae y una de Dactylopiidae.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en plantaciones de yaca de los estados de Nayarit y Colima, en los meses de junio, julio y octubre de 2018 y agosto y septiembre de 2019. Los sitios de muestreo se ubicaron a diferentes altitudes, con la finalidad de tener una mayor representatividad de las condiciones climáticas donde se desarrollan los huertos de yaca (Cuadro 3).

Cuadro 3. Huertos de yaca inspeccionados en la búsqueda de insectos escama en Nayarit y Colima, 2018 y 2019.

Localidad	Coordenadas	Altitud (msnm)
Las Varas, Compostela, Nay.	21.071 N; 105.102 O	34
	21.071 N; 105.102 O	34
Jalcocotán, San Blas, Nay.	21.293 N; 105.459 O	545
Tecuitata, San Blas, Nay.	21.262 N; 105.858 O	243
	21.262 N; 105.858 O	243
El Llano, San Blas, Nay.	21.251 N; 105.104 O	30
Las Varas, Compostela, Nay.	21.102 N; 105.102 W	34
Santa Rita, Manzanillo, Col.	18.594 N; 104.436 W	2
Ej. Venustiano Carranza, Manzanillo, Col.	19.012 N; 104.549 W	26
Altavista, Compostela, Nay.	21.061 N; 105.103 O	103
El Ahuhuete, Tepic, Nay.	21.311 N; 104.561 O	860
Jalcocotán, San Blas, Nay.	21.455 N, 105.187 O	829
Santa Cruz de Miramar, San Blas, Nay.	21.455 N; 105.187 O	24
INIFAP Santiago Ixcuintla, Nay.	21.823 N, 105.183 O	17
Altavista, Compostela, Nay.	21.117 N, 105.168 O	51
	21.174 N, 105.174 O	33
	21.116 N, 105.171 O	46
	21.071 N, 105.157 O	211
Las Varas, Compostela, Nay.	21.176 N, 105.174 O	27
Ej. Brasiles, Bahía de Banderas, Nay.	20.761 N, 105.295 O	30
Huicicita, Compostela, Nay.	21.275 N, 105.107 O	62
Arocha, Compostela, Nay.	21.259 N, 105.064 O	154
San Isidro, Compostela, Nay.	21.280 N, 105.159 O	27

Los insectos escama conservados en alcohol etílico se procesaron de acuerdo con la técnica propuesta por Kosztarab (1963), con algunas modificaciones. Los insectos se introdujeron en tubos Eppendorf con KOH 10% a una temperatura de 80°C por 10 a 15 min en termoblok (AccuBlock, Labnet International, Edison, NJ, EE. UU.). Posteriormente el material se procesó de la siguiente manera: 1) 10 min en acético + alcohol, 2) 10 min en fucsina ácida para la tinción de las estructuras esclerosadas, 3) 10 min alcohol etílico 80, 96 y 100% respectivamente para deshidratación, 4) inmersión de los ejemplares en aceite de clavo y 5) montaje permanente en porta y cubre objetos con bálsamo de Canadá. Para la determinación específica de los ejemplares, se utilizaron las claves de Ferris (1942), Hamon & Willimas (1984), Williams & Granara de Willink (1992), Unruh & Gullan (2008), Suh (2016) y Ramos-Portilla & Caballero (2017).

Las hormigas se montaron en triángulos de cartulina con alfileres y fueron determinadas por el Dr. Juan Manuel Vanegas Rico del Colegio de Postgraduados y la Dra. Karla Yolanda Flores Maldonado de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

La recolecta y cría de parasitoides se realizó de acuerdo con los métodos recomendados por Noyes (1982). Las muestras se separaron y mantuvieron en cajas Petri (27 ± 2 °C; $60 \pm 5\%$ HR y 12:12 h (luz: oscuridad), con el fin de obtener parasitoides adultos de parasitoides.

Los parasitoides obtenidos se montaron en laminillas de acuerdo con el método propuesto por Myartseva *et al.* (2011). Para la determinación específica de los parasitoides se emplearon las claves de Myartseva *et al.* (2012). Todo el material

entomológico montado y determinado, se depositó en la Colección de Insectos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México (CEAM).

5. RESULTADOS

Asociadas al cultivo de yaca en los estados de Nayarit y Colima, se identificaron 5 especies de Coccoidea, 3 especies de Formicidae y dos especies de Aphelinidae (Cuadro 4).

Las especies de cocoideos fueron dos escamas suaves, *Coccus pseudomagnoliarum* (Kuwana) (Hemiptera: Coccidae) (Figura 1a) y *Milviscutulus mangiferae* (Green) (Hemiptera: Coccidae) (Figura 1b), la escama armada *Pinnaspis strachani* (Cooley) (Hemiptera: Diaspididae) (Figura 2), la escama acanalada *Icerya* sp. (Hemiptera: Monophlebidae) (Figura 3) y el piojo harinoso *Pseudococcus calceolariae* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae) (Figura 4).



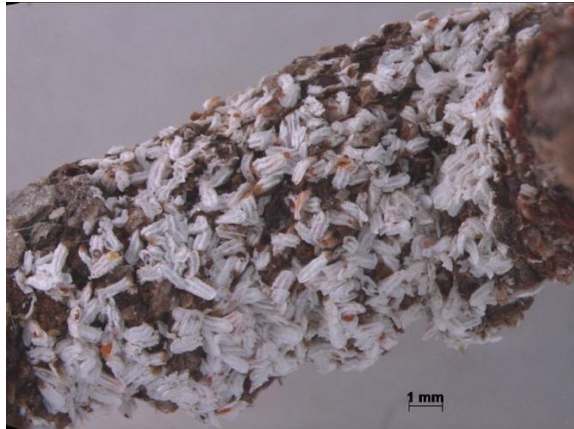
a)



b)

Figura 1. Escamas suaves en yaca, a) *Coccus pseudomagnoliarum* en rama y b)

Milviscutulus mangiferae en hojas.



(a)



(b)

Figura 2. Escama de nieve menor, a) *Pinnaspis strachani* en rama y b) fruto de yaca.

Milvisctulus mangiferae y *C. pseudomagnoliarum*, se detectaron sólo en el estado de Nayarit. La primera en los municipios de Compostela y San Blas, mientras que la segunda en los municipios de Santiago Ixcuintla y Tepic. Ambas especies se observaron causando ligeras infestaciones en el follaje, ramas y frutos, junto con desarrollo de fumagina sobre hojas.

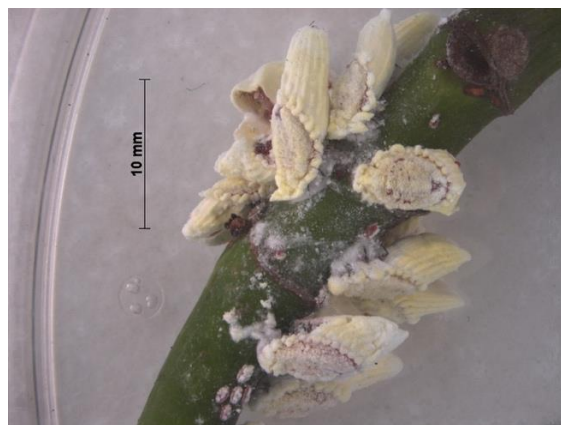


Figura 3. Escama algodonosa *Icerya* sp. en rama de yaca.



Figura 4. Piojo harinoso *Pseudococcus calceolariae* en fruto de guanábana intercalado con cultivo de yaca.

Las dos escamas suaves se asociaron con hormigas de la especie *CreMATogaster crinosa* Mayr (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) y *Ectatomma tuberculatum* Olivier (Hymenoptera: Formicidae: Ectatomminae). Por otro lado, *Coccus pseudomagnoliarum*, fue parasitada por *Coccophagus nigrans* (Myartseva) (Hymenoptera: Aphelinidae) (Figura 6a) y *Coccophagus lycimnia* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae) (Figura 6b).

Pinnaspis strachani, también sólo se registró en Nayarit, presentando una amplia distribución en los huertos, incidiendo principalmente en frutos de yaca (Figura 2b), afectando la calidad estética de éstos, aunque también se detectó sobre ramas y troncos (Figura 2a). Los parasitoides *Aphytis* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae), *Encarsia* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) y *Eretmoserus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae), emergieron de esta escama.

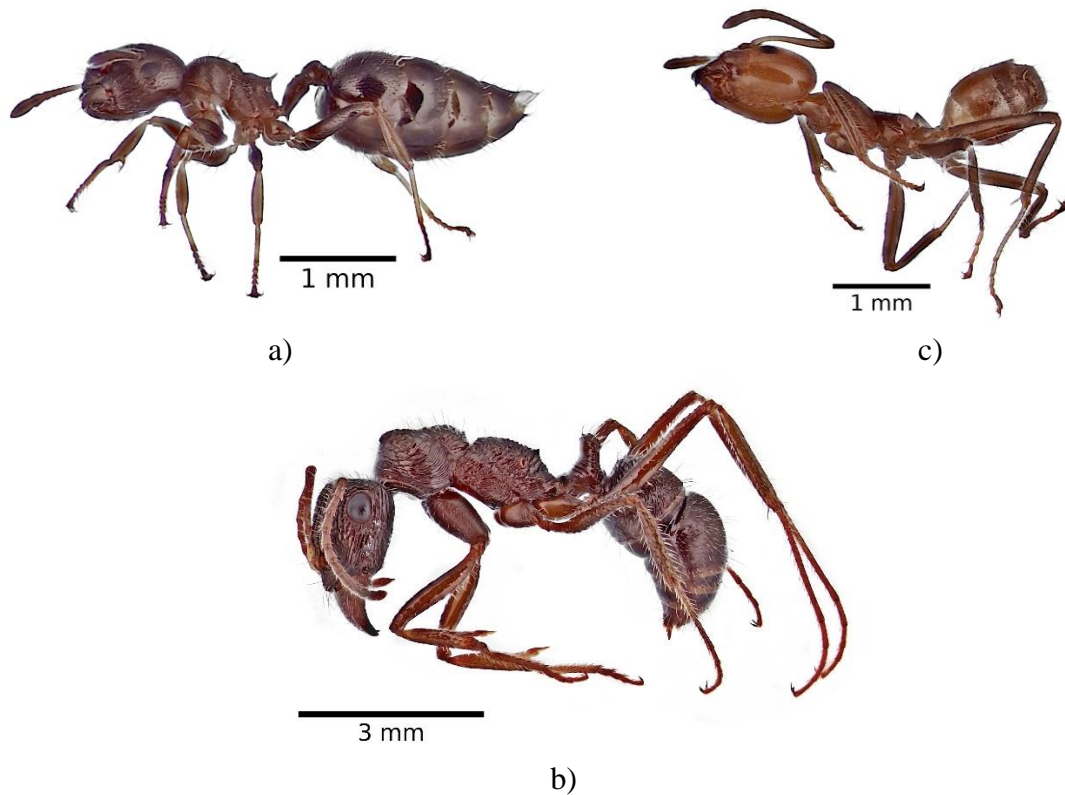
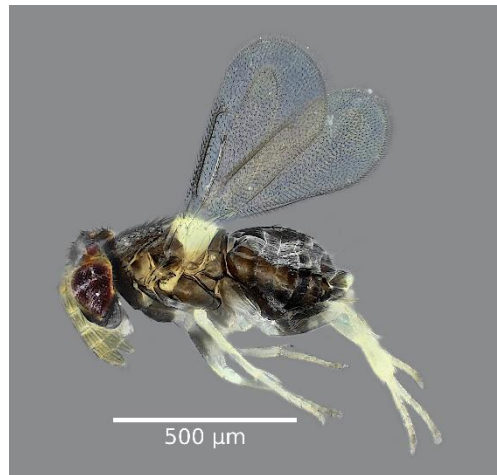


Figura 5. Hormigas asociadas a insectos escamas en yaca, a) *Crematogaster crinosa*, b) *Ectatomma tuberculatum* y c) *Azteca velox*.

En huertos de yaca en el estado de Colima sólo se recolectaron dos especies de escamas, *Icerya* sp. y *P. calceolariae*; ambas se detectaron en el municipio de Manzanillo, aunque la primera se colectó en el huerto Santa Rita y la segunda especie en el ejido Venustiano Carranza. Las dos especies de escama se registraron atacando ramas y follaje; para el caso particular de *Icerya* sp. se observaron asociadas las hormigas *Azteca velox* Forel (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae) (Figura 4c) y *Crematogaster crinosa* Mayr (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae).



a)



b)

Figura 6. Parasitoides Aphelinidae de escama suave café *Coccus pseudomagnoliarum*,
a) *Coccophagus nigrans* y b) *Coccophagus lycimnia*.

Cuadro 4. Insectos escama asociados a huertos de yaca en Nayarit y Colima, 2018 y 2019.

Especies de insectos escama	Estructura atacada	Localidad	Geolocalización (Altitud m.s.n.m.)	Parasitoides	Hormigas asociadas
<i>Pinnaspis strachani</i>	Frutos, tallo y hojas	Las Varas, Compostela, Nay.	21.0712°N, 105.1023°W (34)	<i>Encarsia</i> sp., <i>Eretmocerus</i> sp.	
			21.1024°N, 105.1027°W (34)		
	Frutos	Huicicita, Compostela, Nay.	21.2758°N, 105.1079°W (62)		
	Tallo	Arocha, Compostela, Nay.	21.2599°N, 105.0646°W (154)		
	Hojas	H2 Altavista, Compostela, Nay.	21.1749°N, 105.1742°W (33)		
	Frutos	H3 Altavista, Compostela, Nay.	21.1169°N, 105.1714°W (46)		
	Frutos, ramas	El Llano, San Blas, Nay.	21.2516°N, 105.1049°W (30)		
	Tronco, ramas y frutos	Jalcocotán, San Blas, Nay.	21.2939°N, 105.4590°W (545)		
			21.4557°N, 105.1873°W (829)		
	Tronco, ramas y follaje	Tecuitata, San Blas, Nay.	21.2628°N, 105.8580°W (243)		
Ramas y hojas	Ejido Brasiles, Bahía de Banderas, Nay.	20.7620°N, 105.2955°W (30)			
<i>Coccus pseudomagnoliarum</i>	Frutos	INIFAP Santiago Ixcuintla, Nay.	21.8233°N, 105.1836°W (17)	<i>Coccophagus lycimnia</i> (Walker), <i>C. nigrans</i> Myartseva	<i>Crematogaster crinosa</i> Mayr
	Ramas	El Ahuacate, Tepic, Nay.	21.3110°N, 104.5614°W (860)		
<i>Milviscutulus mangiferae</i>	Hojas	Ejido Las Varas, Compostela, Nay.	21.1769°N, 105.1740°W (27)		<i>C. crinosa</i>

	Hojas	San Isidro, Compostela, Nay.	21.2808°N, 105.1593°W (27)	
	Hojas y fruto	H1 El Capomo, Altavista, Compostela, Nay.	21.1171°N, 105.1688°W (51)	<i>Ectatomma tuberculatum</i> Olivier <i>C. crinosa</i>
	Ramas	H4 Altavista, Compostela, Nay.	21.0711°N, 105.1578°W (211)	
	Hoja	Altavista, Compostela, Nay.	21.0613°N, 105.1035°W (103)	
	Hojas	Tecuitata, San Blas, Nay.	21.2628°N, 105.8580°W (243)	<i>C. crinosa</i>
	Hojas	Santa Cruz de Miramar, San Blas, Nay.	21.4557°N, 105.1873°W (24)	
<i>Icerya</i> sp.	Ramas	Santa Rita, Manzanillo, Col.	18.5942°N, 104.4360°W (2)	<i>Azteca velox</i> Forel, <i>C. crinosa</i>
<i>Pseudococcus calceolariae</i>	Ramas y hojas	Ejido Venustiano Carranza, Manzanillo, Col.	19.0126°N, 104.5490°W (26)	

6. DISCUSIÓN

De los insectos escama reportados en este trabajo, la escama de nieve menor *P. strachani*, se presentó en mayor frecuencia en la zona de estudio. Esta especie se reporta en 111 países y con hospedantes de al menos 244 géneros, pertenecientes a 74 familias botánicas, en las que destacan cultivos como la guanábana, chirimoya, mango, palmas, agaves, calabazas, fabáceas, aguacate, canela, malváceas como el algodón, plátano, poáceas, rosáceas, cítricos, solanáceas, moráceas como la yaca y la papaya, solanáceas (chiles), uva (García-Morales *et al.*, 2016).

Tao (1999) y Rajkumar *et al.* (2018) reportan a *P. strachani* como plaga importante en yaca en los países de China e India. En México, del mismo modo, puede ser considerada como plaga importante en los huertos de yaca, ya que llega a infestar frutos y puede afectar su calidad estética. Además, es difícil de eliminarla en el proceso de empaquetado de frutos. En México se ha detectado a *P. strachani* en cítricos, aunque no como una plaga importante (González-Hernández & Atkinson, 1984); asimismo, se ha reportado en diferentes hospederos en los estados de Baja California Sur, Oaxaca, Sinaloa y Veracruz (Ferris y Prabhaker, 1947; Myartseva & Ruiz-Cancino, 2000).

Las escamas suaves *M. mangiferae* y *C. pseudomagnoliarum*, sólo se observaron atacando en forma esporádica a follaje y ramas de los árboles de yaca en Nayarit. Por otra parte, Hamon y Williams (1984), reportan a *M. (=Protopulvinaria) mangiferae* sobre yaca en Florida, EUA. Finalmente, es importante comentar que hasta el momento no se

tiene conocimiento de algún registro previo de *C. pseudomagnoliarum* atacando a yaca. Sin embargo, en árboles de yaca, estas escamas suaves pueden llegar a causar algunos problemas en brotes y follaje, ya que pueden ser atendidas por hormigas como *Crematogaster crinosa* o *Ectatomma tuberculatum*, las cuales pueden atacar a enemigos naturales de estas escamas.

En el caso del piojo harinoso *P. calceolariae*, éste se ha detectado en México en forma aislada en naranjo y en obelisco *Hibiscus rosa-sinensis* (Malvaceae) (Arriola-Padilla, 2009). Por su parte, la escama acanalada *Icerya* sp., posiblemente sea un nuevo reporte para México y para el cultivo. *Icerya seychellarum* (Westwood) (Hemiptera: Monophlebidae) ha sido registrada por Williams & Watson (1990) asociada a yaca en las Islas Cook de la región tropical del Pacífico Sur.

Recientemente Rajkumar *et al.* (2018) reportó para India asociadas al cultivo de yaca las especies de insectos escama siguientes: *Drosicha mangiferae* (Hemiptera: Monophlebidae), la escama armada *Aspidiotus destructor* (Hemiptera: Diaspididae), las escamas suaves *M. mangiferae* y *Ceroplastes rubens* (Hemiptera: Coccidae); así como a los piojos harinosos *Nipaecoccus viridis* y *Planococcus lilacinus* (Hemiptera: Pseudococcidae), la mayoría de estos insectos escama son de distribución cosmopolita y polífagas, aunque algunas de éstas aún no están presentes en México.

De las hormigas identificadas, *C. crinosa* presentó la mayor abundancia con asociación a especies de escamas suaves *M. mangiferae* y *C. pseudomagnoliarum*, además de

Icerya sp. Según Vázquez (2015), *C. crinosa* presenta una distribución amplia en México, ya que se ha registrado en 14 estados; para el caso de *E. tuberculatum*, ésta se distribuye en 10 estados; en tanto que *Azteca velox* sólo se distribuye en cuatro estados, aunque no hay registro de la distribución de *E. tuberculatum* en el estado de Nayarit.

Gullan (1997) y Styrsky y Eubanks (2007) mencionan que especies de los géneros *Crematogaster* y *Azteca* tienen una asociación con insectos escama, principalmente en regiones tropicales. De manera particular, Morrison (1929) reportó para Panamá y algunas localidades de Veracruz, México a especies de los géneros *Crematogaster* y *Azteca*, entre otros, asistiendo colonias de cóccidos y pseudocóccidos.

Respecto a la actividad de estas especies de hormigas, cuando se asocian con insectos escama, generalmente afectan la actividad de sus enemigos naturales. Sin embargo, aún hace falta determinar si alguna de estas especies de hormigas tiene una relación mutualista con las escamas suaves, por ejemplo, si explotan la mielecilla de éstas y a cambio, los insectos escama reciben protección de sus enemigos naturales. Por otro lado, estas excreciones azucaradas pueden provocar el desarrollo de fumagina sobre el follaje y frutos. En follaje esto puede afectar la actividad fotosintética de las hojas y en frutos afecta la calidad estética, lo que requiere aplicar un manejo de postcosecha de la fruta en línea de empaque.

El mayor número de parasitoides de Aphelinidae que se encontraron en el presente estudio se presentaron en la escama de nieve menor *P. strachani*. Ahmad y Ghani (1972)

registraron a *Aphytis* spp. (Hymenoptera: Aphelinidae) sobre *P. strachani* en Pakistan; asimismo, Sankaran (1984), reportó al género *Encarsia* Förster para el sur de la India. Con respecto a las dos especies de afelínidos, *Coccophagus lycimnia* y *C. nigrans* sobre la escama suave de los cítricos *C. pseudomagnoliarum*, Myartseva (2006) indicó que en general las especies de *Coccophagus* son endoparasitoides que se especializan en escamas suaves de la familia Coccidae. Con respecto a su distribución, *C. lycimnia* ya se había registrado en cítricos en Siria (Basheer *et al.*, 2014), en tanto que González-Hernández (2000) y Myartseva (2006) la citan para México en los estados de Chihuahua, Durango, Guerrero, Guanajuato, Morelos, Sonora, Tamaulipas y Veracruz, parasitando a las especies de cóccidos: *Philephedra lutea* Cockerell (Hemiptera: Coccidae), *Coccus hesperidum* Linnaeus (Hemiptera: Coccidae), *Saissetia* spp. (Hemiptera:Coccidae) y *Pulvinaria* spp. (Hemiptera: Coccidae).

En México, Myartseva (2006), reportó a *C. nigrans* atacando a *Differococcus argentinus* Morrison (Hemiptera: Coccidae) sobre *Celtis pallida* Torr, no obstante, no hay reportes sobre su actividad sobre *C. pseudomagnoliarum*, por lo que éste constituye el primer registro de ambas especies, *C. lycimnia* y *C. nigrans* atacando a *Coccus pseudomagnoliarum*, sobre árboles de yaca.

7. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de este trabajo permiten concluir lo siguiente:

La escama de nieve menor *Pinnaspis strachani*, se puede considerada como plaga importante en los huertos de yaca de Nayarit, ya que puede llegar a infestar los frutos considerablemente, lo que puede afectar su calidad estética, además de que es difícil de eliminarla en el proceso de empaquetado.

El resto de los insectos escama detectados hasta el momento en el presente estudio, sólo se han observado atacando en forma esporádica en hojas y ramas de los árboles de yaca; no obstante, las escamas blandas *Milviscutulus mangiferae* y *Coccus pseudomagnoliarum* pueden causar algunos problemas en brotes y follaje, ya que pueden provocar el desarrollo de fumagina y al ser atendidas por hormigas como *Crematogaster crinosa* o *Azteca velox*, pueden afectar la actividad de enemigos naturales de estas escamas.

La escama acanalada *Icerya* sp. (Monophlebidae), detectada en el huerto de yaca de Santa Rita, en Manzanillo, Colima, así como el parasitoide *Coccophagus nigrans* asociado a la escama suave *C. pseudomagnoliarum* son nuevos reporte para el cultivo. La hormiga *Ectatomma tuberculatum* se reporta por primera vez para el estado de Nayarit

8. LITERATURA CITADA

- Ahmad, R. & Ghani M. A. 1972 Coccoidea and their natural enemy complexes in Pakistan. Commonwealth Institute of Biological Control, Technical Bulletin 15: 59-104
- Anis, S. B. 2011. The taxonomic study of Encyrtid parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Diaspidids from India. *Biology and Medicine*, 3: 342-358.
- APAARI. 2012. Jackfruit Improvement in the Asia-Pacific Region – A Status Report. Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institutions, Bangkok, Thailand. 182 p.
- Arriola-Padilla, V. J. 2009. La familia Pseudococcidae (Hemiptera: Coccoidea) en México. Tesis Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 228 p.
- Balbach, A. & Boarim D. S. F. 1992. As frutas na medicina natural. Editora Missionaria, Sao Paulo. 296 p.
- Basheer, A., Asslan L., Rachhed A., Abd Alrazaq F., Saleh A., Alshadidi B. & Assad R. 2014. Primary and secondary Hymenopteran parasitoids of scale insects (Homoptera: Coccoidea) in fruit orchards in Syria. *EPPO Bulletin*, 44(1): 47-56.
- Bess, H. A. 1958. The green scale, *Coccus viridis* (Green) (Homoptera: Coccidae), and ants. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 16: 349-355.
- Bolton, B. 2017. AntWeb, editor (2013). Bolton World Catalog. Disponible en: <https://www.antweb.org/project.do?name=worldants>. Consultado el 10 de enero de 2020.

- Bourgoin, T. & Campbell, B. 2002. Inferring a phylogeny for Hemiptera: falling into the 'autapomorphic trap'. *Denisia*, 4: 67-82.
- Che Man, Y. B. & Sanny M. M. 1997. Acceptance of jackfruit leather in Malaysia. *Tropical Science*, 37: 88-91.
- Crane, J. H. & Balerdi C. F. 2000. La Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) en Florida. IFAS Extension, University of Florida, HS1038, 8 p. Consultada el 30 de octubre de 2017. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/hs283>
- Delabie, J. H. C. & Fernández F. 2003. Relaciones entre hormigas y «Homópteros» (Hemiptera: Sternorrhyncha y Auchenorrhyncha). Pp: 181-192. In: Fernández. F. (ed.). Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Delabie, J. H. C. 2001. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an Overview. *Neotropical Entomology*, 30: 501-516.
- Elevitch, C. R. & Manner H. I. 2006. *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit). 17 p. In: Elevitch C.R. (ed.). Species profiles for pacific island agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa Hawai. Consultada el 20 de enero de 2020. Disponible en: <https://retirenicaragua.files.wordpress.com/2012/05/a-heterophyllus-jackfruit1.pdf>
- Ferris, G. F. 1942. Atlas of the scale insects of North America. Series IV. The Diaspididae (Part IV). Stanford University Press, California. 172 p.
- Ferris, G. F. & Prabhaker R. V. 1947. The genus *Pinnaspis* Cockerell (Homoptera: Coccoidea: Diaspididae). *Microentomology* (Contribution No. 54), 12: 25-58.

- García-Morales M., Denno B. D., Miller D. R., Miller G. L., Ben-Dov Y. & Hardy N. B. 2016. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database. In: <http://scalenet.info>. doi: 10.1093/database/bav118.
- Gill, R. J. & Kosztarab M. 1997. Economic importance. Pp: 161-163. In: Ben-Dov Y. & Hodgson J.C. (eds.). Soft scale insects-their biology, natural enemies and control. Elsevier Science. Series of world crop pests. Vol. 7B.
- González-Hernández, H. & Atkinson T. H. 1984. Coccoideos (Homoptera: Coccoidea) asociados a árboles frutales de la región Central de México. *Agrociencia*, 54: 207-225.
- González, H. H., Reimer N.J. & Johnson M.W. 1999. Survey of the natural enemies of *Dysmicoccus* mealybugs on pineapple in Hawaii. *BioControl*, 44: 47-58.
- González-Hernández A. 2000. Chalcidoidea (Hymenoptera). In: Llorente Bousquets, J., González Soriano, E. & Papavero, N. (eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento, 2: 649-659. México, UNAM.
- Goswami, C. & Chacrabati R. 2016. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). In: PREEDY, V.R.; SIMMONDS, M.S.J. (Org.). Nutritional Composition of Fruit Cultivars, E.U.A., Elsevier, Cap.14, p.317-335.
- Gullan, P. J. 1997. Relationships with ants. Pp. 351-377. In: Ben-Dov Y. & Hodgson C. J. (eds.) Soft scale insects their biology, natural enemies and control. Elsevier Science. Series of world crop pest. Vol. 7B
- Gullan, P. J. & Kosztarab, M. 1997. Adaptations in scale insects. *Annual Review of Entomology*, 42: 23-50.

- Gullan, P. J. & Martin J. H. 2003. Sternorrhyncha (jumping plant-lice, whiteflies, aphids and scale insects). In: V. Resh & R. Cardé (Eds), Encyclopedia of Insects. Academic Press, pp. 1079–1089.
- Hamon, A. B. & Williams M. L. 1984. The soft scale insects of Florida (Homoptera: Coccoidea: Coccidae). Arthropods of Florida and Neighboring Land Areas. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle Fla. Dept. of Agric. & Consumer Serv. Div. Plant Ind. Gainesville 194 p.
- Hamon, A. B. 1998. Introduction to Scale Insects. Disponible en Internet: <http://entnemdept.ufl.edu/frank/bromeliadbiota/introscale.htm> Consultado el 10 de enero de 2020.
- Handa, C., Ueda S., Tanaka H., Itino T. & Itioka T. 2012. How Do Scale Insects Settle into the Nests of Plant-Ants on *Macaranga* Myrmecophytes? Dispersal by Wind and Selection by Plant-Ants. Sociobiology, 59: 435-446.
- Hernández, R. A. 2017. Escamas (Hemiptera: Coccoidea), sus enemigos naturales y hormigas asociadas con frutales de Guerrero. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, México.
- Jiménez, J. E. 1999. Programas exitosos del control biológico de plagas agrícolas en México. In: 50 años de combate biológico de plagas agrícolas en México. Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria - DGSV. Pp. 15 - 37.
- Khan, R., Zerega N., Hossain S., Zuberi M.I. 2010. Jacfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Diversity in Bangladesh: Land use and artificial selection. Economic Botany, 64(2):124-136.

- Kosztarab, M. 1963. The armored scale insect of Ohio (Homoptera: Coccoidea: Diaspididae). Bulletin of the Ohio Biological Survey, 2: 1-120.
- Kosztarab, M. 1990. Economic importance. Pp: 307-311. In: Rosen D. (ed.). Armored scale insects their biology, natural enemies and control. Elsevier Science. Series of world crop pests. Vol. 4B.
- Love, K. & Paull E. R. 2011. Jackfruit. Fruits and Nuts, College of tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. F-N-19. 7 p.
- Luna-Esquivel, E. G., Alejo-Santiago G., Ramírez-Guerrero L.G. & Arévalo-Galarza M. L. 2013. La yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) un fruto de exportación. Agro Productividad, 6(5): 65-70.
- Martínez, F. M. T., Grafton C. E. E. & Shorey H. H. 2003. Disruption of parasitism of the California red scale (Homoptera: Diaspididae) by three ant species (Hymenoptera: Formicidae). Biological Control, 26: 279-286.
- Miller, D. R. & Kosztarab M. 1979. Recent advances in the study of scale insects. Annual Review of Entomology, 24: 1-27.
- Morrison, H. 1929. Some neotropical scale insects associated with ants (Hemiptera-Coccidae) Annals of Entomological Society of America. 22: 33-60.
- Myartseva, S. N., Ruiz-Cancino E., Coronado-Blanco J. M. 2011. Especies de *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) de México con maza antennal corta, clave y descripción de una nueva especie. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 27: 583-590.
- Myartseva, S. N., Ruiz-Cancino E., Coronado-Blanco J. M. 2012 Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de importancia agrícola en México. Revisión y

- claves. Serie avispas parasiticas de plagas y otros insectos No. 8- Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. 413 p.
- Myartseva, S. N. & Ruíz-Cancino E. 2000. Annotated checklist of the Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) of México. *Folia Entomológica Mexicana*, 109: 7-33.
- Myartseva, S. N. 2006. Review of Mexican species of *Coccophagus* Westwood, with a key and description of new species (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae). *Zoosystematica Rossica*, 15(1): 113-130.
- Nova, A. J. & L. E. Arrambide. 1994. El cultivo de Jaca *Artocarpus heterophyllus* en el Ejido El Llano, municipio de San Blas, Nayarit. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Noyes, J. S. 1982. Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Journal of Natural History*, 16: 315-334
- Rahman M. A., Vahar N., Mian A. J. & Mosihuzzaman M. 1999. Variation of carbohydrate composition of two forms of fruit from jack tree (*Artocarpus heterophyllus* L.) with maturity and climatic conditions. *Food Chemistry*, 65:91-97.
- Rehmat T, Anis SB, Khan MT, Fatma J, Begum S. 2011. Aphelinid parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of armoured scale insects (Homoptera: Diaspididae) from India. *Biology and Medicine*, 3 (2) Special Issue: 270-281, 2011.
- Rajkumar, M. B., Gundappa B., Tripathi M. M. & Rajan S. 2018. Pest of Jackfruit, chapter 18. Pp: 587-602. In: *Pest and Their Management*. Omkar (Editor). Springer Nature Singapore Pte Ltd. (eBook).K

- Ramos-Portilla, A. A. & Caballero A. 2017. Diaspididae on *Citrus* spp. (Rutaceae) from Colombia: New records and a taxonomic key to their identification. *Rev. Fac. Nac. Agron.*, 70(2): 8139-8154.
- Rehmat, T., Anis S. B., Khan M. T., Fatma J. & Begum S. 2011. Aphelinid parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of armoured scale insects (Homoptera: Diaspididae) from India. *Biology and Medicine*, 3, Special Issue 270–281.
- Ridgway, R. L. & S. B. Vinson (Eds.). 1977. Biological control by augmentation of natural enemies: insect and mite control with parasites and predators. Nueva York, Plenum Press. 480 p.
- Ríos, C. L. 2014. Biodiversidad de hormigas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Suplemento 85, Biodiversidad de México: 392-398.
- Rodríguez-Palomera, M., Cambero-Campos J., Luna-Esquivel G., Robles-Bermúdez A. & Cambero-Nava K.G. 2017. Entomofauna asociada al cultivo de yaca (*Artocarpus heterophyllus* lam.) en Nayarit, México. *Entomología mexicana*, 4: 220–225.
- Rojas, F. P. 2001. Las hormigas del suelo en México: Diversidad, Distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana*. (n. s.), Número especial 1: 189-238.
- Sankaran, T. 1984. Survey for Natural Enemies of Diaspine Scale Insects in South India: Final Technical Report for the Period November 5, 1980 to November 4, 1983. Commonwealth Institute of Biological Control Bangalore, India. 87 p.
- Santiago-Islas, T., Zamora-Cruz, A., Fuentes-Temblador, E. A., Valencia-Luna, L., y Arredondo-Bernal, H. 2008. Cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). Cap. 15. Pp: 177-190. En: Casos de

- Control Biológico en México. H.C. Arredondo-Bernal y L. A. Rodríguez del Bosque (eds). Ed. Mundi Prensa. México.
- Schaefer, C.W. (Ed.). 1996. Studies on Hemipteran Phylogeny. Proceedings of Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, Maryland. 244 p.
- SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Boletín de Exportaciones Jackfruit.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/229919/Boletin_de_exportaciones_jackfruit_2017_06.pdf. Consultado el 3 de enero de 2020.
- SIAP. 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).
<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consultado el 10 de diciembre de 2019.
- Southwood, T. R. E. 2000. Ecological Methods. 3rd. Ed. Blackwell Science, Oxford. 575 p.
- Styrsky, J. D. & Eubanks M. D. 2007. Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. Proceedings of the royal Society of London B Biological Sciences, 274: 151-164.
- Suh, S. J. 2016. Armoured scale insects (Hemiptera: Diaspididae) intercepted at the ports of entry in the Republic of Korea over the last 20 years. OEPP/EPPO, EPPO Bulletin, 46(2): 313-331. ISSN 0250-8052. DOI: 10.1111/epp.12299.
- Tao, C. C. C. 1999. List of Coccoidea (Homoptera) of China. Taiwan Agricultural Research Institute, Special Publication No. 78: 1-176.
- Unruh, C. M. & Gullan P. J. 2008. Molecular data reveal convergent reproductive strategies in Iceryine scale insects (Hemiptera: Coccoidea: Monophlebidae),

- allowing the re-interpretation of morphology and a revised generic classification. *Systematic Entomology*, 33: 8-50.
- Vásquez, B. M. 2015. Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. *Métodos en Ecología y Sistemática*, 10: 1-53.
- Velasco-Corona C., Corona-Vargas M. C. & Peña-Martínez R. 2007. *Liometopum apiculatum* (FORMICIDAE: DOLICHODERINAE) y su relación trofobiótica con Hemiptera Sternorrhyncha en Tlaxco, Tlaxcala, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 23(2): 31-42.
- Williams, D. J. & Granara De Willink M. C. 1992. *Mealybugs of Central and South America*. CAB International, London, England. 635 p.
- Williams, D. J. & Watson, G. W. 1990. *The Scale Insects of the Tropical South Pacific Region. Pt. 3: The Soft Scales (Coccidae) and Other Families*. CAB International Wallingford. 267 p.