



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



INSECTOS Y ÁCAROS DEPREDADORES COMO ENEMIGOS
NATURALES DEL ÁCARO ROJO DE LAS PALMAS (*Raoiella*
indica HIRST)

T E S I S

Que para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

PRESENTA:

ING. KAREN ZULEYMA RUÍZ JIMÉNEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. RODOLFO OSORIO OSORIO

ASESORES:

M.C. LUIS ULISES HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DRA. MA. TERESA SANTILLÁN GALICIA

Villahermosa, Tabasco, Octubre de 2016



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN
ACADÉMICA DE
CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

**ASUNTO: El que se indica.
OFICIO: DACA-263**

Villahermosa, Tabasco, a 19 de octubre de 2016

**ING. KAREN ZULEIMA RUÍZ JIMÉNEZ
EGRESADO DE LA MAESTRIA EN CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
PRESENTE**

Por este conducto y de acuerdo a su solicitud de autorización de impresión de Tesis, informo a ud. que sobre la base del Artículo 26 del reglamento de Posgrado de esta Universidad, esta Dirección a mi cargo le autoriza la impresión de su trabajo recepcional bajo la modalidad de Tesis titulada "Insectos y ácaros depredadores como enemigos naturales del ácaro rojo de las palmas (*Raoiella Indica* Hirst)."

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un saludo cordial.



ATENTAMENTE

**DR. ROBERTO FLORES BELLO
DIRECTOR**

U.J.A.T.



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN**

C.c.p.- Archivo.

Miembro CUMEX desde 2008
**Consortio de
Universidades
Mexicanas**
UNA ALIANZA DE CALIDAD PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Km 25 de la carr. fed. 195, tramo Villahermosa-Teapa
Ra. La Huasteca, 2ª sección, 86298, Centro, Tabasco, México
Tel. +52 (993) 358 1500, extensión 6607
Correo electrónico: daca.cica@yahoo.com

www.ujat.mx

www.facebook.com/ujat.mx | www.twitter.com/tjat | www.youtube.com/UJATmx

CARTA DE AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la tesis de maestría en Ciencias Agroalimentarias denominada **“INSECTOS Y ÁCAROS DEPREDADORES COMO ENEMIGOS NATURALES DEL ÁCARO ROJO DE LAS PALMAS** (*Raoiella indica* HIRST), de la cual soy autor y titular de los derechos de autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitativa para subirla a la red abierta de bibliotecas digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifiesto, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 21 días del mes de octubre de 2016.

AUTORIZO



Ing. Karen Zuleyma Ruíz Jiménez

AGRADECIMIENTOS

A dios por haberme dado salud y la fuerza necesaria para vencer todos los obstáculos que se presentaron y concluir satisfactoriamente esta meta más en mi vida.

A la universidad Juárez Autónoma de Tabasco por haberme abierto las puertas una vez más en mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar los estudios de la Maestría en Ciencias Agroalimentarias.

Debo agradecer al Dr. Rodolfo Osorio Osorio por haberme permitido trabajar con él en esta investigación, por su apoyo, disponibilidad y paciencia para el desarrollo de este trabajo por sus consejos y su amistad, mil gracias.

A mis asesores al M.C. Luis Ulises Hernández Hernández a la Dra. María Teresa Santillán Galicia por su gran apoyo en el desarrollo del trabajo, y sus valiosas aportaciones.

Agradezco a los sinodales Dr. Rufo Sánchez Hernández, Dr. Pedro García Alamilla, Dr. Rodolfo Osorio Osorio, Dr. Cesar Márquez Quiroz, Dr. Armando Gómez Vázquez, por su colaboración y aportaciones a esta tesis.

A los profesores de la Maestría en Ciencias Agroalimentarias, por haber compartido su conocimiento, enseñanza y dedicación. A mis compañeros y amigos de la maestría fue una gran experiencia y dicha haber compartido con ustedes.

DEDICATORIA

A mis padres, por su esfuerzo y comprensión para concluir la maestría. En especial a ti mamá por ser un pilar en mi vida, por tu gran amor, entrega y tu apoyo incondicional sin ti no hubiese podido culminar este logro más en mi vida.

A mis hermanos, Rodrigo, Miguel Ángel y mi cuñada Angélica María que me apoyaron incondicionalmente durante todo este camino. En especial a ti hermano querido, aunque ya no estés con nosotros, te dedico este triunfo con alegría y siempre te llevare en mi corazón te quiero mucho Alexis Antonio.

A mis sobrinas, Ximena, Yamileth y Monserrat a quienes quiero mucho y siempre las llevo en mi corazón.

A cada uno de mis familiares que siempre estuvieron dándome sus consejos y me orientaron a seguir adelante y a no dejarme caer, gracias.

A mi asesor, M.C. Luis Ulises Hernández Hernández por mostrarme el camino correcto para salir adelante, por sus consejos, regaños y conocimientos que siempre los llevare presente en toda mi vida, por enseñarme hacer paciente y humilde gracias mil gracias.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos particulares	3
2.3 Hipótesis	3
III. ANTECEDENTES	4
3.1 Origen y distribución del cocotero	4
3.2 El ácaro rojo de las palmas	4
3.2.1 Distribución geográfica	5
3.2.2 Plantas hospederas	5
3.2.3 Biología de <i>Raoiella indica</i>	6
3.2.4 Daños	7
3.3 Control biológico	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1 Área de estudio	10
4.3 Búsqueda de enemigos naturales	11
4.4 Fluctuación poblacional	11
4.5 Preservación y montaje de los especímenes	12
4.6 Identificación taxonómica de los depredadores	12
4.7 Análisis estadístico	13
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
5.1 Identificación taxonómica de depredadores	14
5.2 Fluctuación poblacional de <i>Amblyseius largoensis</i> y <i>Raoiella indica</i>	18
VI. CONCLUSIONES	24
VII. LITERATURA CITADA	25

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Hembra de <i>Amblyseius largoensis</i> , identificada como depredadora principal de <i>R. indica</i> en plantaciones de cocotero híbrido en Tabasco, México.....	15
Figura 2. A) huevos y B) larvas de Chrysopidae encontrados con poblaciones de <i>R. indica</i> en foliolos de cocotero híbrido en el ejido Aquiles Serdán, Paraíso, Tabasco.....	17
Figura 3. Adultos de la Familia Coccinellidae encontrados como depredadores de <i>R. indica</i> en foliolos de cocotero híbrido en el ejido Aquiles Serdán, Paraíso, Tabasco.....	18
Figura 4. A) Fluctuación poblacional de <i>Amblyseius largoensis</i> y <i>Raoiella indica</i> en una plantación de cocotero híbrido del ejido de Cuauhtémoc, Centla, Tabasco, de febrero 2015 a febrero 2016. B) Precipitación acumulada 15 días antes de cada muestreo.....	19
Figura 5. A) Fluctuación poblacional de <i>Amblyseius largoensis</i> y <i>Raoiella indica</i> en una plantación de cocotero híbrido del ejido Aquiles Serdán, Paraíso, Tabasco, de febrero 2015 a febrero 2016. B) Precipitación acumulada 15 días antes de cada muestreo.....	20
Figura 6. Relación entre la densidad poblacional de A) <i>Amblyseius largoensis</i> y la densidad poblacional de <i>Raoiella indica</i> , B) la temperatura y C) la precipitación pluvial en dos plantaciones de cocotero híbrido, en Tabasco, México.....	21

RESUMEN

El ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* Hirst es una plaga de reciente introducción y dispersión en México. En los últimos años el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) ha implementado medidas fitosanitarias incluyendo la aplicación de acaricidas, sin embargo esta práctica tiene un impacto ecológico negativo. El objetivo de esta investigación fue determinar la identidad y la fluctuación poblacional de especies de insectos y/o ácaros depredadores, como enemigos naturales de *R. indica* en plantaciones de cocotero híbrido en Tabasco, México. El estudio se llevó a cabo en dos plantaciones de cocotero híbrido, uno en el ejido Aquiles Serdán municipio de Paraíso y otro en el ejido Cuauhtémoc municipio de Centla, Tabasco. En ambas plantaciones se colectaron muestras de folíolos de plantas de cocotero para la búsqueda de insectos y/o ácaros depredadores de *R. indica* del mes de febrero de 2015 a febrero 2016. Durante este periodo de tiempo, también se realizaron muestreos para estimar las densidades de población del principal depredador y del ácaro rojo. Se identificó al ácaro depredador *Amblyseius largoensis* como enemigo natural más importante de *R. indica*. En ambas plantaciones, las densidades de población de *A. largoensis* fueron relativamente bajas (de 0.12 a 0.22 ácaros/cm²) con respecto a las densidades de *R. indica* (de 5 a 25.6 ácaros/cm²). No obstante, las poblaciones de este ácaro depredador en el área de estudio aumentan a medida que incrementan las poblaciones del ácaro rojo. La precipitación pluvial afectó de forma negativa la densidad poblacional de ambas especies de ácaros. En los periodos de escasa o nula precipitación pluvial (abril-mayo) se registraron los picos poblacionales más altos de *A. largoensis* y *R. indica*.

Palabras clave: *Amblyseius largoensis*, cocotero híbrido, control biológico

ABSTRACT

The red palm mite *Raoiella indica* Hirst is a pest of recent introduction and spread in Mexico. In recent years the Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) has implemented phytosanitary measures, including the application of acaricides, however, this practice has an impact ecological negative. The objective of this research was to determine the identity and population dynamics of species of insects and / or mites predators such as natural enemies of *R. indica* on hybrid coconut palm plantations in Tabasco, Mexico. The study was carried out in two hybrid coconut plantations, one in the “ejido Aquiles Serdán” municipality of Paraiso and another in the “ejido Cuauhtémoc” municipality Centla, Tabasco. In both plantations, samples of leaflets plants from coconut tree to search the insects and / or mites predators of *R. indica*, from February 2015 to February 2016 were collected. During this period, also it was carried out the sampling to estimate populations densities of the main predator and red palm mite. The predatory mite *Amblyseius largoensis* was identified as the most important natural enemy of *R. indica*. In both plantations, population densities of *A. largoensis* were relatively low (from 0.12 to 0.22 mites / cm²) with respect to the densities of *R. indica* (from 5 to 25.6 mites / cm²). However, the populations of this predatory mite in the study area increased as red palm mite populations increased. The rainfall from the study area affected negatively the population densities of both species of mites. During scarce or no rainfall periods (April-May) were recorded the highest peaks of populations of *A. largoensis* and *R. indica*.

Key words: *Amblyseius largoensis*, híbrid coconut, biological control

I. INTRODUCCIÓN

El cocotero o palma de coco (*Cocos nucifera* L.), conocido como el “árbol de la vida”, tiene un gran valor como planta de uso múltiple. Es una de las doce especies de plantas alimenticias más importantes para el hombre, además de ser una de las plantas ornamentales más bellas (Cortázar *et al.*, 2011). Existen más de 100 productos que se elaboran a partir de la palma de coco, los cuales varían desde simples utensilios de uso local, hasta productos de alto valor agregado. Los productos comerciales más importantes son la fibra del fruto, el carbón activado, la copra, el aceite de coco, el coco deshidratado y la leche de coco (Granados *et al.*, 2002).

El cultivo del cocotero en México comprende 190 mil ha distribuidas en 13 entidades del país. La producción de copra, principal producto del cocotero, se ubica principalmente en cuatro entidades federativas: Guerrero, Colima, Tabasco y Oaxaca (SENASICA, 2013). Tabasco cuenta con una superficie comercial de 12,475 ha de cocotero distribuidas en los municipios de Comalcalco, Centla, Cárdenas, Paraíso, Huimanguillo, Jalpa de Méndez y Nacajuca, en las cuales se producen 8,734 t de copra al año, generando una derrama económica de \$ 63, 338,968 al año para el sector coprero de un total de 4,698 productores involucrados directamente en este cultivo (CESVETAB, 2016).

En la actualidad, el cultivo de cocotero atraviesa por una problemática compleja; en el componente fitosanitario destaca el daño causado por el ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). Esta especie se ha constituido como una plaga importante a nivel mundial en el cultivo de cocotero, palma de aceite, palmas ornamentales, bananos, plátanos, jengibres y heliconias, entre otras especies cultivadas (Carrillo *et al.*, 2011; SENASICA, 2012). En América se detectó por primer vez en el 2004 en las islas Martinica, y en pocos años se extendió a través del Caribe y llegó a América del Norte (Flechtmann y Etienne 2004; Etienne y Flechtmann, 2006; Rodríguez *et al.*, 2007).

En México, el ácaro rojo de las palmas se detectó por primera vez en noviembre de 2009 en Islas Mujeres y Cancún, Quintana Roo (NAPPO, 2009) y actualmente se encuentra distribuido en las áreas copreras de Campeche, Yucatán, Tabasco, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Sinaloa, Colima y Guerrero (SENASICA, 2015).

El ácaro rojo *R. indica* es una plaga de importancia cuarentenaria para México. A través del servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), han implementado medidas fitosanitarias en el combate de esta plaga, tales como las aplicaciones periódicas de acaricidas (SENASICA, 2013); sin embargo, la utilización de productos químicos generan un impacto ecológico negativo (González y Ramos, 2010) y (Hastie *et al.*, 2010). El control biológico se considera una alternativa viable dentro del contexto del manejo integrado de plagas, ya que la acción de los enemigos naturales tiene una importante función en la regulación de las poblaciones de plaga, y en alguna medida, puede conducir a una menor dependencia del uso de plaguicidas en los cultivos (Rodríguez y Guerrero, 2004). A nivel mundial se han realizado importantes esfuerzos por reconocer las especies de enemigos naturales de *R. indica* (Carrillo *et al.*, 2012), así como el impacto que ejercen en esta plaga, no obstante en las nuevas áreas de invasión, como es el caso de México, la información disponible es casi nula.

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivo general

Determinar la identidad y la fluctuación poblacional de especies de insectos y/o ácaros depredadores, como enemigos naturales del ácaro rojo *Raoiella indica* Hirst en plantaciones de cocotero híbrido en Tabasco, México.

2.2 Objetivos particulares

Establecer la identidad taxonómica de las especies de insectos y/o ácaros que actúan como depredadoras de *R. indica*.

Determinar la fluctuación poblacional de la especie o especies depredadoras y su relación con la población de *R. indica*.

Analizar el efecto de la precipitación pluvial y la temperatura de las áreas de estudio en las especies depredadoras.

2.3 Hipótesis

Existen ácaros e insectos depredadores de diferentes especies que actúan como enemigos naturales para la regulación de las poblaciones del ácaro *R. indica*, en plantaciones de cocotero híbrido bajo las condiciones locales.

III. ANTECEDENTES

3.1 Origen y distribución del cocotero

El cocotero es originario del Sudeste de Asia, y más específicamente del Archipiélago Malayo, también conocido como palma de coco, se distribuye ampliamente en las zonas costeras y en el interior de casi todos los países tropicales ubicados entre el trópico de Cáncer y trópico de Capricornio. En México se le localiza en la región del Golfo y Caribe, que comprende las costas de Tabasco, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo y la región del Pacífico que abarca las costas de Guerrero, Colima, Oaxaca, Michoacán, Sinaloa, Jalisco y Chiapas (Toledo *et al.*, 2003). Su distribución geográfica se debe en buena medida a su adaptación a diversas condiciones ecológicas, su capacidad para flotar en el mar y germinar en las costas humedecidas por los océanos, así como también por la apropiación productiva que de él han hecho numerosas culturas en el mundo, incluyendo la obtención de gran variedad de utensilios de alimentación, vestido, construcción y fabricación de utensilios diversos (Granados *et al.*, 2002).

3.2 El ácaro rojo de las palmas

El ácaro rojo *R. indica* es una especie que pertenece a la Familia Tenuipalpidae (Childers *et al.*, 2003). La familia Tenuipalpidae se caracteriza por que la tibia del palpo carece de una seda semejante a una espina alargada (uña tibio-palpal), por lo que el tarso es el segmento terminal característica de esta familia. Esta familia poseen palpos lineales, con cinco o menos segmentos, posee un opistosoma con un máximo de 13 pares de sedas dorsales y laterales, con válvulas anales y con uno a tres pares de sedas pseudoanales (Krantz y Walter, 2009). Nagesha-Chandra y Channabassavanna (1984) estudiaron el ciclo de vida de *R. indica* en plantas de cocotero en la India en el cual describieron los siguientes estados de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Esta especie presenta una coloración rojiza, es de forma oval y aplastada y se caracteriza por poseer sedas alargadas en forma de espátula en el dorso. La parte posterior del abdomen es de forma triangular en los machos y de forma redondeada en las hembras (Kane y Ochoa, 2006).

3.2.1 Distribución geográfica

El ácaro rojo se describió por primera vez en 1924 en la India (Kane y Ochoa, 2006), después se encontró en Rusia, Pakistán, Mauricio, Egipto, Sudán, Irán, Omán, Israel, Isla Reunión, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Sri Lanka, Malasia y Filipinas (Pritchard *et al.*, 1958; Welbourn, 2006; Hoy, 2012). En el continente Americano, dicha plaga se reportó por primera vez en el año 2004 en las islas del Caribe (Fletcher y Etienne, 2004; Dowling *et al.*, 2012), Trinidad y Tobago, Puerto Rico, Santo Tomás (Islas Vírgenes Estadounidenses) y Jamaica (Mendonca *et al.*, 2005; Hoy *et al.*, 2006; Rodríguez *et al.*, 2007). En el 2007, se encontró en la Florida, EE.UU. en el 2008 invadió Cuba y Venezuela (Vásquez *et al.*, 2008; Peña *et al.*, 2009). *R. indica* es una plaga de importancia cuarentenaria para México (SAGARPA, 2012); pero a pesar de los esfuerzos por evitar su ingreso al país, en 2009 se confirmó el primer reporte de *R. indica* en los municipios de Isla Mujeres y Cancún, Quintana Roo (NAPPO, 2009). Actualmente, se ha detectado en el cultivo de cocotero en algunos municipios de los estados de Yucatán, Campeche, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco y Guerrero. En Tabasco se reportó por primera vez en el 2011 en el municipio de Centla, después en Paraíso y actualmente se ha dispersado a los municipios de Comalcalco, Cárdenas, Jalpa de Méndez, Cunduacán, Centro y Huimanguillo (SENASICA, 2015).

3.2.2 Plantas hospederas

Se reportan 72 plantas hospederas que incluyen a siete especies de plantas dicotiledóneas de las familias Aceraceae, Celastraceae, Myrtaceae, Lamiaceae, Oleaceae y Fabaceae (Cocco y Hoy, 2009). Carrillo *et al.* (2011) mencionan que también ataca a algunas plantas de las familias Pandanaceae y Musaceae. Dentro de las principales familias hospedantes en México se encuentran las Araceae, donde las especies: *Cocos nucifera*, *Elaeis guineensis*, *Phoenix dactylifera*, *Dypsis decary* y *Dictyosperma album* son los principales hospederos; en la familia de las Arecaceae se ubican como hospederos las especies *Washingtonia filifera*, *Washingtonia robusta* y *Wodyetia bifurcata*; dentro de la familia Heliconiaceae se

encuentran a *Heliconia* spp.; en la familia Musaceae a *Musa* spp.; y por último en la familia Strelitziaceae se encuentra *Strelitzia reginae* (SENASICA, 2012).

3.2.3 Biología de *Raoiella indica*

El ácaro rojo tiene las siguientes fases de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (Flores *et al.*, 2010). En promedio el tiempo de desarrollo de *R. indica* tienen una duración de 7 días del huevo, de 9.5 días de la larva, 6.5 días de la protoninfa, y 10.5 días de la deutoninfa; para completar su ciclo de vida en un promedio de 33 días (Mendoca *et al.*, 2005; González y Ramos, 2010). Los huevos son pequeños (0.12 mm de largo por 0.9 mm de ancho), rojizos, oblongos, lisos y puestos en grupos de 100 a 300 en el envés de las hojas, 24 horas antes de la eclosión los huevos toman un color blanco opaco (Marjorie *et al.*, 2006). *R. indica* presenta partenogénesis arrenotoca, los huevos fertilizados dan origen a hembras y los no fertilizados dan origen a machos (Echegoyén, 2008). Las larvas presentan el cuerpo ovalado y de color rojizo, con movimientos iniciales lentos, se alimentan generalmente por un periodo de 3 a 12 días antes de comenzar el estado quiescente, que se puede prolongar hasta por 3 días (Flores *et al.*, 2010). La protoninfa y deutoninfa presentan un color rojizo, de 0.18 a 0.25 mm de largo, poseen cuatro pares de patas, son ligeramente más pequeños que los adultos, tienen el integumento liso y las sedas no presentan tubérculos que son notorios en los adultos, las sedas dorsales y laterales de las ninfas son distintivamente más cortas que en los adultos (Echegoyén, 2008). Después de la muda, el cuerpo de la protoninfa emerge con cuatro pares de patas, es de color rojizo, se alimenta por un periodo de 2 a 5 días (Flores *et al.*, 2010). El aumento de la población del ácaro rojo está relacionado con periodos de baja humedad relativa, altas temperaturas y del hospedante, en cuanto a la precipitación tiene una correlación negativa en las poblaciones del ácaro (Kane *et al.*, 2012).

3.2.4 Daños

Los daños del ácaro rojo en cocotero se manifiestan en las hojas maduras, aunque también puede atacar hojas tiernas y suculentas (Kane *et al.*, 2012). El ataque ocurre principalmente en la parte media de la hoja particularmente en el dosel inferior de la planta donde el área foliar se torna amarillenta y puede llegar a marchitarse por completo (Hoy, 2006; Peña *et al.*, 2012). El daño de *R. indica* ocasiona manchas amarillentas en las hojas, las cuales con el tiempo incrementan de tamaño, formando parches cloróticos e incluso se presenta una necrosis generalizada que reduce el área foliar fotosintéticamente activa (Kane y Ochoa, 2006). Rodríguez *et al.* (2007) afirmaron que la alimentación continua del ácaro rojo puede afectar considerablemente el desarrollo de la planta o en ocasiones llegar a matar a las plantas pequeñas. Los daños de *R. indica* repercuten en la producción, en la India se reportan pérdidas hasta del 87 % en cocoteros de todas las edades (Dominique, 2001). Por otro lado, Peña *et al.* (2006) mencionan que en Trinidad y Tobago provocó una reducción del 75 % en el número de frutos producidos y la necesidad de procesar el doble de frutos para producir la misma cantidad de aceite; mientras que en Venezuela ocasionó la pérdida del 70 % de la producción de frutos disminuyendo drásticamente un año después de la infestación (Roda *et al.*, 2012).

3.3 Control biológico

Por definición el control biológico es el uso de parasitoides, depredadores, patógenos, antagonistas o poblaciones competidores para suprimir una población plaga, haciéndola menos abundante y menos dañina de lo que podría ser en ausencia de estos agentes biológicos (Norris *et al.*, 2003). De esta manera, todo control biológico involucra el uso, de alguna manera, de poblaciones de enemigos naturales para reducir poblaciones de plaga a densidades menores, ya sea temporal o permanentemente. En algunos casos, las poblaciones de enemigos naturales son manipuladas para causar un cambio permanente en la cadenas tróficas que rodean la plaga (Driesche *et al.*, 2007). En los países donde el ácaro rojo se ha estudiado con mayor profundidad se han encontrado ácaros e insectos depredadores como enemigos naturales de *R. indica* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies de ácaros e insectos catalogados como depredadores de *R. indica*.

Nombre científico	Orden : Familia	País
<i>Amblyseius largoensis</i> (Muma 1955)	(Acari:Phytoseiidae)	Benín; Tanzania, Mauricio; India, Filipinas; Trinidad; Puerto Rico; Florida, EE. UU.; Colombia; Cuba;
<i>Amblyseius caudatus</i> Berlese 1914 (= <i>Typhlodromus caudatus</i>)	(Acari:Phytoseiidae)	Mauricio
<i>Amblyseius Channabasanni</i> Gupta y Daniel	(Acari:Phytoseiidae)	India
<i>Amblyseius raoiellus</i> Denmark y Muma 1989	(Acari:Phytoseiidae)	India
<i>Neoseiulus longispinosus</i> (Evans 1952) (= <i>A. longispinosus</i>)	(Acari: Phytoseiidae)	St. Lucia
<i>Typhlodromips tetranychivorus</i> Gupta 1978 (= <i>Amblyseius tetranychivorus</i> = <i>Transeius tetranychivorus</i>)	(Acari: Phytoseiidae)	India
<i>Amblyseius</i> sp.	(Acari: Phytoseiidae)	India
<i>Phytoseius</i> sp.	Acari: Phytoseiidae	India
<i>Lasioseius</i> sp.	(Acari: Ascide)	India
<i>Bdella distincta</i>	(Acari: Bdellidae)	Florida, EE. UU.
<i>Hemicheyletia bakeri</i> (Ehara)	(Acari: Cheyletidae)	Florida, EE. UU.
<i>Mexecheles</i> sp.	(Acari: Cheyletidae)	Trinidad
<i>Armascirus taurus</i> Kramer	(Acari: Cunaxidae)	Filipinas
<i>Xenocaligonellidus</i> sp.	(Acari: Xenocaligonellidae)	Trinidad
<i>Stethorus keralicus</i> Kapur	(Coleoptera: Coccinellidae)	India
<i>Stethorus parcempunctatus</i> Kapur	(Coleoptera: Coccinellidae)	India
<i>Stethorus pauperculus</i> Weise	(Coleoptera: Coccinellidae)	India
<i>Stethorus tetranychii</i> Kapur	(Coleoptera: Coccinellidae)	India
<i>Jauravia soror</i> (Weise)	(Coleoptera: Coccinellidae)	India
<i>Telsimia ephippiger</i> Chapin	(Coleoptera: Coccinellidae)	Filipinas
<i>Chilocorus cacti</i> L	(Coleoptera: Coccinellidae)	Florida, EE. UU.
<i>Oligota</i> sp.	(Coleoptera: Staphylinidae)	India
<i>Ceraeochrysa claveri</i> (Navás)	(Neuroptera: Chrysopiidae)	Florida, EE. UU.
<i>Chrysopodes collaris</i> (Scheider)	(Neuroptera: Chrysopiidae)	Florida, EE. UU.
<i>Aleurodothrips fasciapennis</i> (Franklin 1908)	(Thysanoptera: Phlaeothripidae)	Florida, EE. UU.; Trinidad
Carrillo <i>et al.</i> (2012)		

En total, se han reportado 29 especies de ácaros e insectos en asociación con *R. indica* en varias partes del mundo. Los depredadores que sean encontrados con más frecuencia en los países donde *R. indica* está presente se encuentran a *Amblyseius largoensis*, este ácaro depredador es el que más reportan los autores y es identificado como el depredador más abundante y, a menudo como la única especie de fitoseido asociado a *R. indica* aunque esta especie es un depredador generalista, es capaz de alimentarse de todos los estadios de *R. indica* (Hastie *et al.*, 2010). Para el caso de los insectos se reportan algunas especies de la Familia Coccinellidae y que ejercen un buen control de las densidades de esta plaga tanto en el estado larval como en el estado de adulto de *R. indica* (Puttaswamy y Rangaswamy 1976). En México se reporta al coccinélido *Chilocorus cacti* (L) como depredador de *R. indica* (Machkour-M´rabet *et al.*, 2015).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

El estudio se realizó en los ejidos de Cuauhtémoc municipio de Centla (18°24'13" LN, 92°57'20" LO), y Aquiles Serdán municipio de Paraíso (18° 25' 030" LN, 93° 02' 563" LO), en Tabasco, México. En ambos municipios se han reportado infestaciones de *R. indica* en plantas de cocotero *Cocos nucifera* L. desde el 2011 (Estrada-Venegas, 2014). El clima es cálido-húmedo (Am), con precipitación anual entre 1600 y 2500 mm (Larios-Romero y Hernández, 1987). En general se identifican tres periodos climáticos en el año, un periodo de "secas" del mes de marzo a mayo determinada por temperaturas altas y lluvias escasas; un periodo de "temporal" del mes de junio a septiembre, determinada por lluvias en forma de "aguaceros" torrenciales de poca duración; y un periodo de "nortes" del mes de octubre a febrero, identificada por lluvias prolongadas de baja intensidad (lloviznas) asociado a días nublados (Larios-Romero y Hernández, 1987).

4.2 Características de la plantación

En cada ejido se eligió una plantación de cocotero híbrido (Alto del Pacífico x Enano Malayo) infestado del ácaro rojo *R. indica*, con extensión de 2 ha en el ejido Cuauhtémoc y de 3 ha en el ejido Aquiles Serdán. Al inicio del estudio, la edad de las plantas oscilaba entre 4 y 8 años, debido a resiembras efectuadas por el daño del complejo picudo *Rhynchophorus palmarum* L. y la enfermedad de anillo rojo causada por el nemátodo *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Cobb). En ambas plantaciones las plantas de cocotero híbrido estaban sembradas a una distancia de 8.5 x 8.5 x 8.5 metros en arreglo de triángulo, teniendo una densidad de 163 palmas por hectárea. En cuanto al manejo agronómico, durante el periodo de estudio no se realizaron aplicaciones de plaguicidas ni fertilizantes en ambas plantaciones. En la plantación del ejido Cuauhtémoc tampoco se realizó el control de malezas; en cambio, en la plantación del ejido Aquiles Serdán si se realizaron dos cortes de maleza de forma manual mediante utensilios de labranza.

4.3 Búsqueda de enemigos naturales

Para la búsqueda de especies de insectos y ácaros depredadores de *R. indica*, en cada plantación se seleccionaron aleatoriamente cinco plantas, en cada planta se seleccionaron las cuatro hojas más bajas del estrato arbóreo, y en cada hoja se colectaron tres folíolos de forma aleatoria, para reunir un total de 60 muestras de folíolos por plantación por fecha de muestreo. Los muestreos se realizaron de forma mensual, del mes de febrero 2015 a febrero 2016. Las muestras de folíolos se colocaron de forma individual en bolsas de polietileno con cierre hermético, que fueron etiquetados y luego se trasladaron dentro una nevera al Laboratorio de Sanidad Vegetal del Centro de Investigaciones en Ciencias Agropecuarias de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, donde se realizó una revisión minuciosa de las muestras bajo el microscopio estereoscópico para colectar ejemplares de ácaros e insectos depredadores de *R. indica*.

4.4 Fluctuación poblacional

Para el estudio de la fluctuación poblacional de depredadores y *R. indica* se utilizó la metodología de muestreo de “cinco de oros” (SAGARPA, 2012), la cual consistió en localizar cinco puntos de muestreo en cada plantación, uno al centro y los cuatro restantes en las esquinas del predio. En cada punto de muestreo se eligieron dos plantas, para un total de 10 plantas por plantación. De cada planta se seleccionaron las cuatro hojas más bajas con base a cada punto cardinal, y en cada hoja 3 folíolos infestados con *R. indica*. En cada uno de los folíolos seleccionados se realizó una inspección minuciosa de toda la superficie abaxial mediante una lupa de campo de 40X para cuantificar el número de depredadores, en particular del ácaro *A. largoensis*. Asimismo, en la parte media de cada folíolo, se realizó el conteo del número de adultos de *R. indica*, considerando un área un 1cm² de la superficie abaxial del folíolo. Los muestreos se realizaron cada 15 días, del mes de febrero 2015 a febrero 2016.

Para estudiar el efecto de la temperatura y precipitación pluvial del área estudio sobre la fluctuación poblacional del depredador y presa, se obtuvo información Comisión Nacional del Agua de las estaciones meteorológicas de Paraíso (18° 25' 23" LN y 93° 9' 20" LO) y Pantanos de Centla, Tabasco (18° 24' 22" LN y 92° 38' 47" LO) (CONAGUA, 2016), que son las estaciones más cercanas a las plantaciones bajo estudio.

4.5 Preservación y montaje de los especímenes

Los ácaros depredadores se colocaron en ácido láctico al 30 %. Después se montaron en base al procedimiento de Krantz y Walter (2009), el cual consiste en iniciar con un aclaramiento de los especímenes en ácido láctico durante 10 min a una temperatura de 60 °C, posteriormente se montaron en líquido de Hoyer y una vez montados los especímenes, se colocaron a una temperatura de 40 °C durante 15 días en una estufa marca Felisa. Los montajes se limpiaron y sellaron con pintura anticorrosiva automotriz (Comex®), y se colocaron en una caja histológica para su conservación y posterior identificación taxonómica. Para el caso de los insectos, estos se conservaron en alcohol al 70 %. Posteriormente se tomaron fotografías de los depredadores encontrados.

4.6 Identificación taxonómica de los depredadores

La identificación de los insectos depredadores a nivel de familia taxonómica se realizó mediante las claves Borror *et al.* (2005). Para los ácaros depredadores se realizó el montaje de 120 ejemplares para la identificación a nivel de especie mediante las características morfológicas establecidas en las claves de Moraes *et al.* (2004), Krantz y Walter (2009), Ferragut *et al.* (2010) y Tixier *et al.* (2012).

4.7 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de regresión para evaluar la relación entre las densidades de población del depredador *Amblyseius largoensis* y las del ácaro rojo *Raoiella indica* a través del periodo de estudio; asimismo, se analizó el efecto de la precipitación pluvial y la temperatura en la fluctuación de las densidades de población de *A. largoensis*. Previo al análisis, las densidades de población de ambas especies de ácaros se transformaron a $\log(y + 1)$ para estabilizar las varianzas (Zar, 2010). En todos los casos se utilizó el procedimiento PROC REG del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2013).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Identificación taxonómica de depredadores

Se colectaron un total 1,440 muestras de foliolos de palma de coco híbrido, en los cuáles se obtuvieron 820 especímenes de ácaros depredadores y 27 de insectos depredadores.

Con base a la identificación taxonómica de una muestra de 120 de ácaros adultos montados, el 96 % correspondió al ácaro depredador *Amblyseius largoensis* (Figura 1) y el 4 % restante a otra especie de *Amblyseius* sp. que no fue posible determinar. Las características morfológicas específicas de *A. largoensis* son las siguientes: placa dorsal de forma ovalada completamente lisa, excepto por pocas estrías situadas en los márgenes anterolaterales de 345-370 μm de longitud por 188-202 μm de ancho. Con 17 pares de sedas lisas y agudas, siendo largas o muy largas las sedas j3, s4, Z4 y Z5, y el resto muy cortas. Con siete pares de solenostomas dorsales en posición gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, y gd9. El extremo del peritremo alcanza la seda j1. Placa external cuadrangular, lisa, margen posterior recto y con tres pares de sedas. Placa genital casi tan ancha como la ventroanal (80-85 μm). Placa ventroanal en forma de escudo pentagonal, con los márgenes laterales cóncavos. Los márgenes posteriores de esta placa tienen un pequeño entrante de 130 μm de longitud por 85-90 μm de ancho; su superficie es completamente lisa y lleva tres pares de sedas y un par de solenostoma en forma de luna creciente. Cuatro pares de sedas alrededor de la placa. El cáliz de la espermateca tiene forma de copa ligeramente asimétrica. Pata IV con tres macrosedas en el tarso (Moraes *et al.*, 2004; Krantz y Walter, 2009; Ferragut *et al.*, 2010 y Tixier *et al.*, 2012)

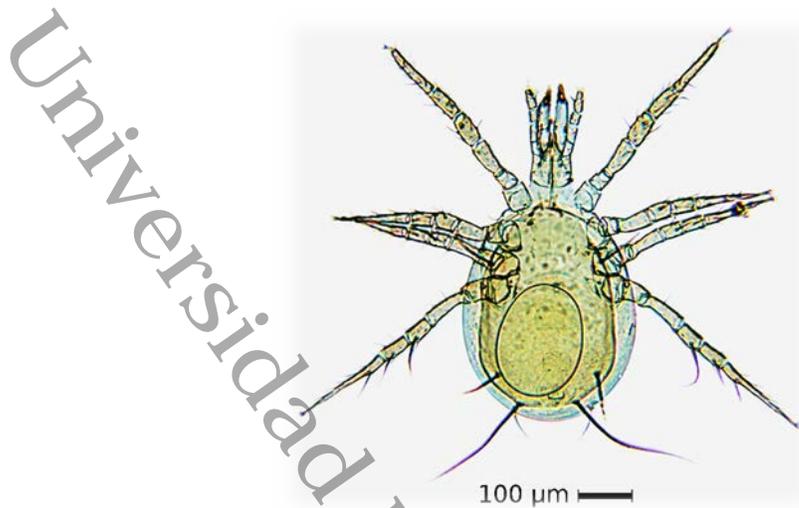


Figura 1. Hembra de *Amblyseius largoensis*, identificado como depredador principal de *R. indica* en plantaciones de cocotero híbrido en Tabasco, México. Foto: K.Z. Ruiz-Jiménez.

El ácaro *A. largoensis* pertenece a la Familia Phytoseiidae, se caracteriza por ser un depredador generalista capaz de alimentarse de otros ácaros de las Familias Tetranychidae, Tenuipalpidae, Tarsonemidae o Eriophyidae, de igual manera de pequeños insectos como tisanópteros y de sustancias de origen animal, como la melaza producida por homópteros, o de origen vegetal, como el polen de distintas plantas (Ferregut *et al.*, 2010). Estudios realizados en Filipinas, Florida EE. UU., Trinidad y Tobago, Puerto Rico, Cuba e Isla Reunión (Océano Indico), han demostrado que *A. largoensis* se encuentra presente durante todo el año en plantas de cocotero infestados por *R. indica*, en palmas arecas y otras plantas hospedantes y lo consideran como el único fitoseido asociado a este fitófago y que sus poblaciones aumentan en respuesta a la presencia de *R. indica* (Gallego *et al.*, 2003; Peña *et al.*, 2009; Hastié *et al.*, 2010; Moraes *et al.*, 2012 y González, 2013). Esta especie es un depredador excelente del ácaro rojo de las palmas, se alimenta de todos los estadios de desarrollo, consume huevos, larvas, ninfas y adultos (Rodríguez y Peña, 2010). Bajo condiciones de laboratorio en Florida, EE.UU. se encontró que *A. largoensis* es capaz de completar su ciclo biológico y reproducirse cuando se alimenta exclusivamente de *R. Indica* (Carrillo *et al.*, 2010). Entre los atributos más significativos de *A. largoensis* se encuentran: su corto ciclo de

desarrollo, alta fecundidad, elevada capacidad de búsqueda y su respuesta funcional de tipo II, la cual le permite responder adecuadamente frente a altas densidades de presa (Ferregut *et al.*, 2010). Para esta especie se han evaluado diferentes métodos de cría, que en su mayoría han permitido el establecimiento del cultivo puro, el mantenimiento del pie de cría incluyendo el control de su calidad y la producción de pequeñas cantidades para la evaluación de su efectividad en condiciones semicontroladas (Ferregut *et al.*, 2010). Lo anterior muestra las posibilidades de su uso en el control biológico, y es considerado en primer término para futuras evaluaciones entre los fitoseidos autóctonos para el manejo del ácaro rojo, y es muy probable que este depredador pueda ser utilizado como alternativa para el control de esta especie invasora, considerando además que la reproducción masiva de esta especie ya se está realizando (Montoya *et al.*, 2009).

En cuanto a los insectos depredadores, se colectaron 23 ejemplares larvas del Orden Neuroptera y cuatro ejemplares adultos del Orden Coleoptera, todos procedentes de muestras de folíolos colectadas en la plantación del ejido Aquiles Serdán de Paraíso, Tabasco.

Todas las larvas de neurópteros pertenecen a la familia Chrysopidae (Borror *et al.*, 2005). En este caso por tratarse únicamente de larvas no fue posible llevar a cabo la determinación taxonómica a nivel de especie. En general, las larvas de Chrysopidae son depredadoras activas de pequeños artrópodos de cuerpo blando y mayoritariamente no parecen mostrar una marcada especificidad por las presas que constituyen sus dietas, tanto en condiciones naturales como en el laboratorio. Son larvas oligopodas, campodeiformes, la forma del cuerpo puede variar en función de su hábitat y su adaptación son generalmente fusiformes, alargadas y aplanadas dorsoventralmente, sus piezas bucales están adaptadas para succionar los líquidos internos de sus presas (Borror *et al.*, 2005). Colocan sus huevos en el follaje en el extremo de un pedicelo delgado y diminuto (Figura 2). En particular, Peña *et al.* (2009) reportaron que en Trinidad y Tobago, Puerto Rico y Florida, EE. UU. se ha encontrado ejemplares de Chrysopidae en plantas de cocotero.

alimentándose de *R. indica*. En Santiago de Cuba se reporta a *Chrysopa cubana* Hagen alimentándose de *R. indica* (González *et al.*, 2013) y en Florida, EE. UU. Se reportan a las especies *Ceraeochrysa claveri* Navás y *Chrysopodes collaris* Scheider (Carrillo *et al.*, 2012). Aunque existe poca información relacionada con la actividad depredadora de los crisópidos sobre el *R. indica* y la detección de estos depredadores en este estudio fue escaso, es importante señalar que al momento de la colecta estos depredadores mostraban un comportamiento muy voraz contra su presa, por lo que podría ser un factor importante en la regulación natural de las poblaciones de *R. indica*.

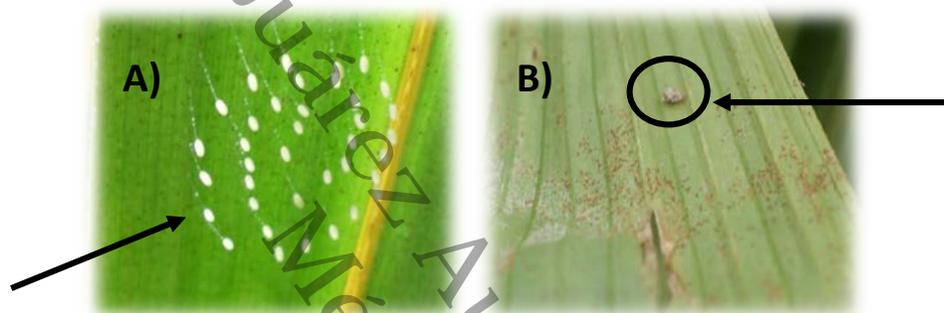


Figura 2. A) huevos y B) larvas de Chrysopidae encontrados con poblaciones de *R. indica* en foliolos de cocotero híbrido en el ejido Aquiles Serdán, Paraíso, Tabasco. Foto: K.Z. Ruiz-Jiménez.

Los coleópteros colectados se identificaron como miembros de la Familia Coccinellidae (Borror *et al.*, 2005). De acuerdo al tamaño y la tonalidad del color, corresponden a dos diferentes especies (Figura 3), que por el escaso número de ejemplares colectados no fue posible realizar la identificación taxonómica a nivel especie. Ambos especímenes se encontraron consumiendo ejemplares de *R. indica*. En general, la familia Coccinellidae se caracteriza por presentar una forma característica desde amplia y oval a casi hemisférica, muy convexa por el dorso, casi plana por el vientre. Los tarsos aparentemente 3-3-3, realmente 4-4-4 tercer segmento diminuto. La cabeza parcial o completamente oculta por el pronoto. A menudeo de colores brillantes-amarillo, naranja o rojizo con negro, o negro con marcas amarillas o rojas. Antenas cortas, con mazo de 3 a 6 segmentos. Longitud

desde 0.8 a 10 mm (Borrer *et al.*, 2005). En varios países se han reportado especies de la familia Coccinellidae como enemigos naturales del ácaro rojo *R. indica* (Kapur, 1961; Puttaswamy y Rangaswamy, 1976; Daniel, 1981; Marjorie *et al.*, 2006; Yadav-Babu y Manjunatha, 2007). En plantaciones de cocotero y otras especies de palmas hospedantes de la India, se ha reportado al coccinélido *Stethorus keralicus* como depredador de larvas y adultos del ácaro rojo y se considera como un importante enemigo natural de *R. indica* (Puttaswamy y Rangaswamy, 1976; Daniel 1981; Marjorie *et al.* 2006; Yadav-Babu y Manjunatha 2007). En Santiago de Cuba, Florida, EE. UU. y Filipinas en plantas de cocotero reportan al coccinélido *Stethorus utilis* en asociación con el ácaro rojo; sin embargo, debido a la escasa información que existe de esta especie no es considerado como enemigo potencial para el control biológico del ácaro rojo de las palmas (Gallego *et al.*, 2003; Peña *et al.*, 2009 y González *et al.*, 2013). Aunado a lo anterior, en estudios realizados en México se reporta al coccinélido *Chilocorus cacti* (L), como un enemigo potencial de *R. indica* y que puede ser utilizado para el control biológico de esta plaga (Machkour-M´rabet *et al.*, 2015).

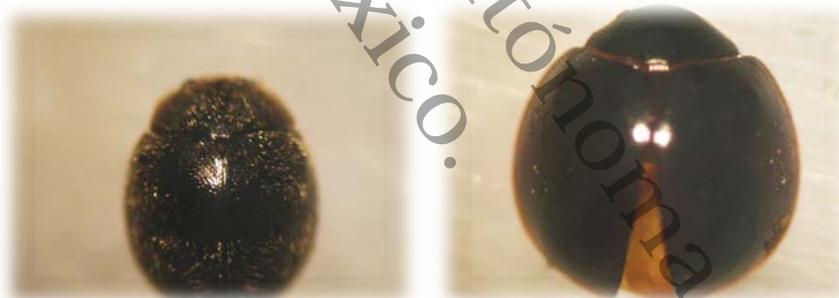


Figura 3. Adultos de la Familia Coccinellidae encontrados como depredadores de *R. indica* en foliolos de cocotero híbrido en el ejido Aquiles Serdán, Paraíso, Tabasco. Foto: K.Z. Ruiz-Jiménez.

5.2 Fluctuación poblacional de *Amblyseius largoensis* y *Raoiella indica*

En ambas plantaciones bajo estudio, se encontró una relación significativa entre las densidades de población de *A. largoensis* y las de su presa *R. indica*, durante todo el periodo de muestreo (Figuras 4 y 5). En la plantación de cocotero del ejido Cuahtémoc, Centla (Figura 4a) se pueden observar tres picos poblacionales altos

para ambas especies de ácaros, que corresponden a los muestreos del 15 de abril, 13 mayo y 5 de agosto. En promedio las densidades poblacionales para *A. largoensis* fueron de 0.18, 0.20 y 0.22 ácaros/cm² y en el caso de *R. indica* de 15.6, 17.3 y 18.1 ácaros/cm², respectivamente. Esto coincidió con el periodo de secas (ausencia de precipitación) del área de estudio, en el mes de abril solo se tuvo una lluvia de 25 mm que afectó mínimamente las poblaciones de *R. indica* (Figura 4b).

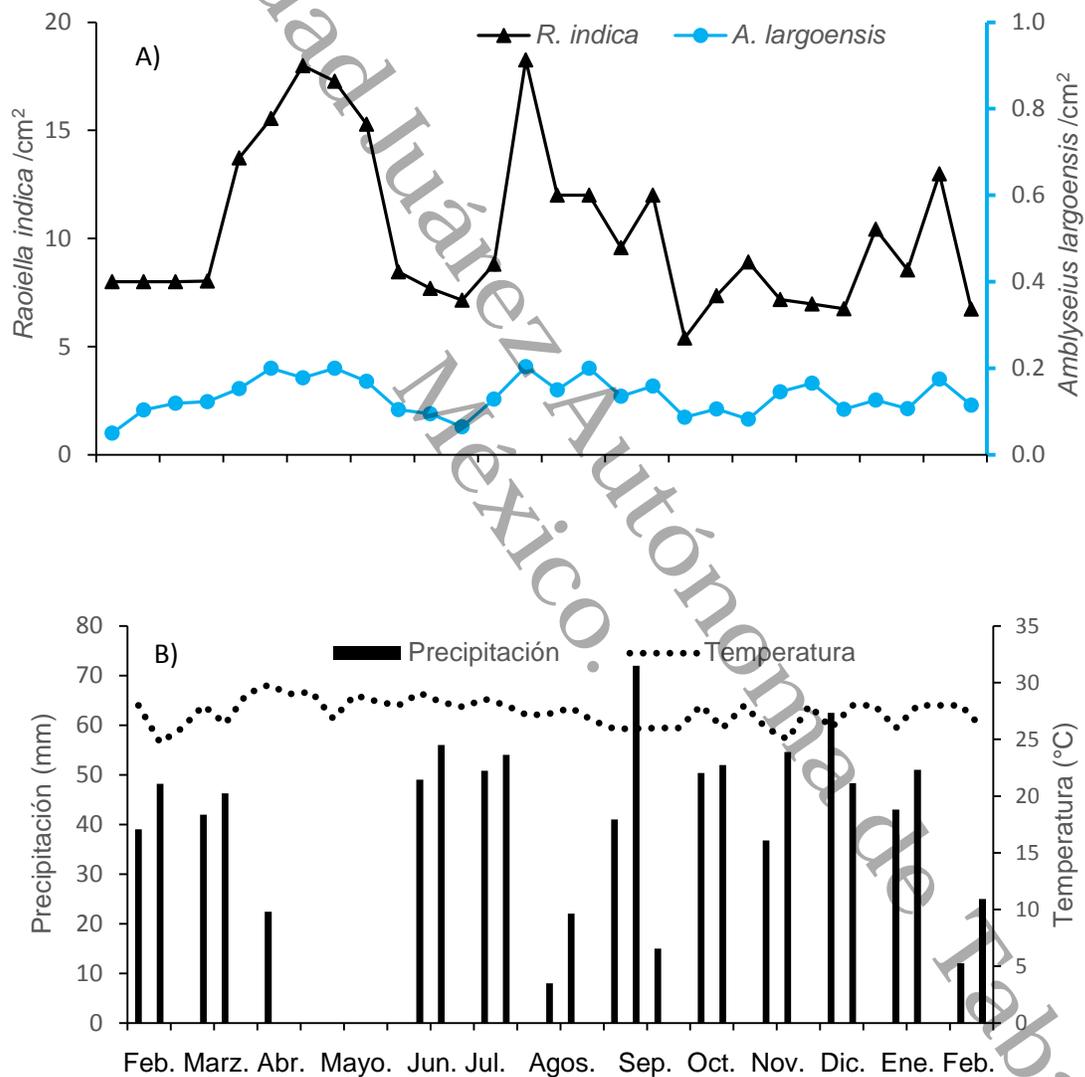


Figura 4. A) Fluctuación poblacional de *Raoiella indica* y *Amblyseius largoensis* en una plantación de cocotero híbrido en el ejido de Cuauhtémoc, Centla, Tabasco de febrero 2015 a febrero 2016. B) Precipitación acumulada 15 días antes de cada muestreo.

En lo que corresponde a los datos obtenidos en la plantación del ejido de Aquiles Serdán, Paraíso, los niveles de mayor densidad poblacional para *A. largoensis* y *R. indica* correspondieron a los muestreos del 29 de abril, 13 y 27 de mayo, en promedio de estas fechas se registraron 0.18, 0.22 y 0.21 ácaros/cm² de *A. largoensis* y de 20.7, 25.3 y 20.3 ácaros/cm² de *R. indica* respectivamente (Figura 5a). Estos picos poblacionales también coincidieron al periodo de secas del año, en la que no se registró precipitación alguna en el área de estudio (Figura 5b).

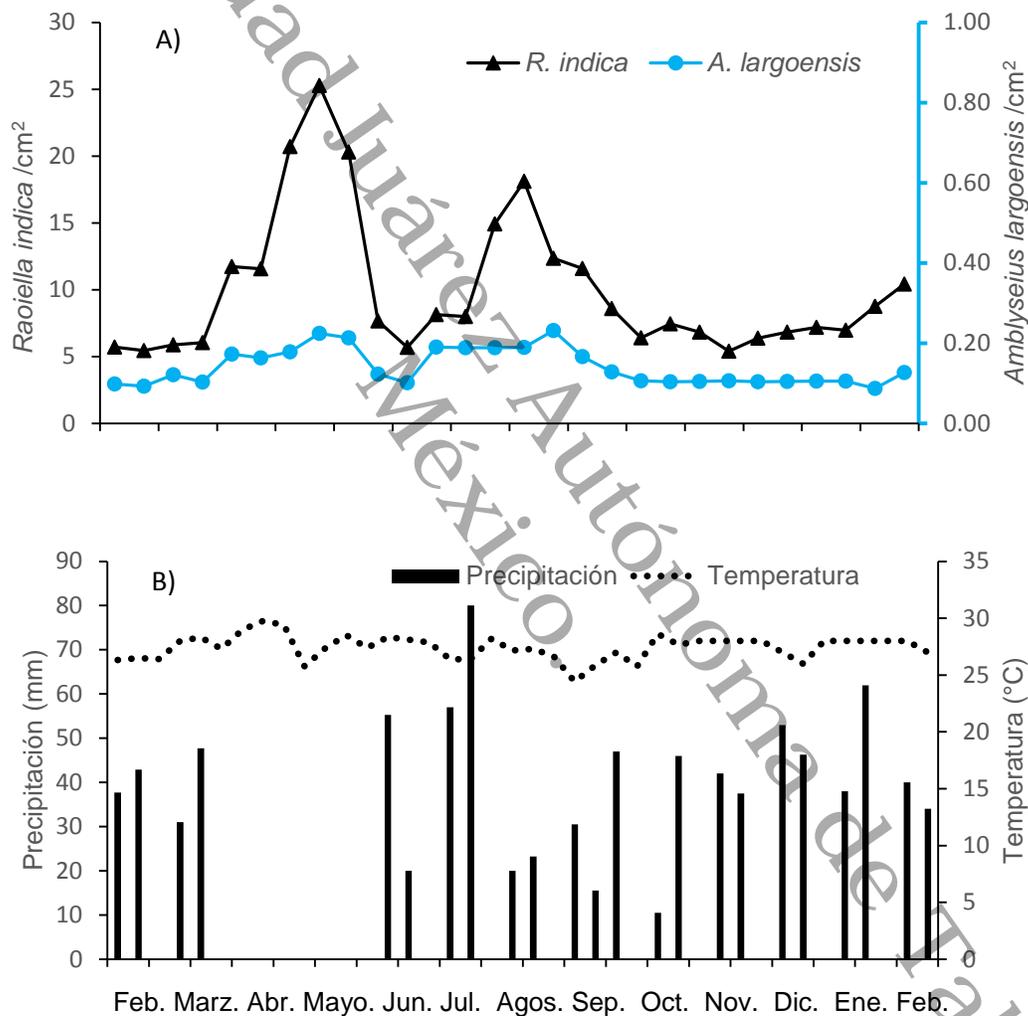


Figura 5. A) Fluctuación poblacional de *R. indica* y *A. largoensis* en una plantación de cocotero híbrido del ejido Aquiles Serdán, Paraíso, Tabasco, de febrero 2015 a febrero 2016. B) Precipitación acumulada 15 días antes de cada muestreo.

Aunque los patrones poblacionales de *R. indica* y *A. largoensis* discrepan de un ejido a otro, la tendencia general poblacional entre depredador y presa coinciden en ambas plantaciones. A medida que incrementaron las poblaciones del ácaro rojo también aumentaron las poblaciones del depredador, y viceversa. Los resultados del análisis estadístico nos indican que existe una relación significativa entre las densidades poblacionales de *A. largoensis* y *R. indica*, tanto en la plantación del ejido Cuauhtémoc ($R^2=0.7016$), como en la plantación del ejido Aquiles Serdán ($R^2=0.6139$) (Figura 6a). Existe poca información acerca de los estudios de fluctuación poblacional conjunta entre *A. largoensis* y *R. indica*. En investigaciones realizadas en Florida, EE. UU. en palmas de las especies de *Cocos nucifera*, *Phoenix roebelenii* y *Rhapis excels*, se encontraron promedios de 0.44, 0.33 y 0.28 ácaros/cm² de *A. largoensis* por 15, 9.89 y 7.56 ácaros/cm² de *R. indica* (Carrillo *et al.*, 2011). Por otra parte, Da Cruz *et al.* (2015) reportan una densidad 0.08 ácaros/cm² de *A. largoensis* por 29.2 ácaros/cm² de *R. indica*. Taylor *et al.* (2011) observaron que las densidades poblacionales de *A. largoensis* están en función directa de los incrementos o decrementos de las densidades de población de *R. indica*, haciendo énfasis además de la existencia de una relación depredador-presa muy marcada. Dado que existe una estrecha relación poblacional entre el depredador *A. largoensis* y el ácaro rojo *R. indica* (Taylor *et al.*, 2011), se puede inferir que las poblaciones locales de *A. largoensis* son afectados directamente por los cambios poblacionales de *R. indica*, ya que en ambas plantaciones se observó la misma tendencia de comportamiento poblacional depredador-presa. De acuerdo a la Figuras 4 y 5, en la época de secas del área de estudio (escasa o nula precipitación) favorece el incremento de las densidades de población de *R. indica* y su depredador *A. largoensis*. En efecto, al realizar el análisis de regresión se encontró un efecto significativo de la precipitación sobre la densidad de población de *A. largoensis* en la plantación del ejido Cuauhtémoc ($R^2=0.4198$) pero en Aquiles Serdán no fue significativo ($R^2=0.060$) (Figura, 6b). El efecto de la temperatura ambiental sobre las poblaciones de *A. largoensis* no fue significativo tanto en Cuauhtémoc ($R^2=0.1692$) como en Aquiles Serdán ($R^2=0.3752$) (Figura 6c).

▲ Aquiles Serdán ● Cuauhtémoc — Lineal (Aquiles Serdán) - - - - Lineal (Cuauhtémoc)

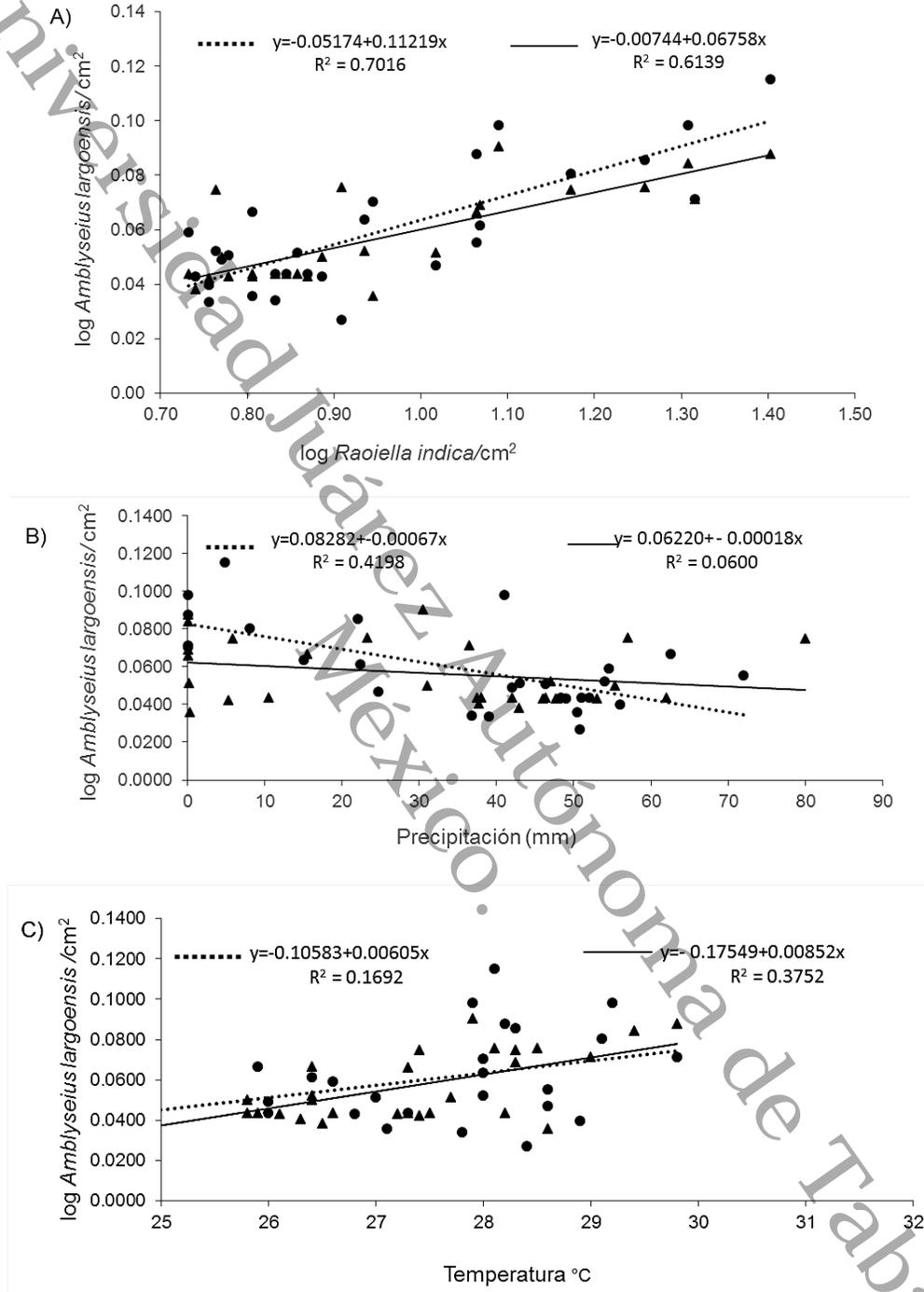


Figura 6. Relación entre la densidad poblacional de *Amblyseius largoensis* y A) la densidad poblacional de *Rאיella indica*, B) la precipitación pluvial y C) la temperatura en dos plantaciones de cocotero híbrido, en Tabasco, México.

Los resultados de este estudio fueron similares con los obtenidos previamente por otros autores, donde reportan que el incremento de las temperaturas en el año favorecen al incremento de *R. indica* y su depredador *A. largoensis*, y a medida que llega la época de lluvias las densidades de ambos ácaros disminuyen gradualmente (Prabheena y Ramani 2014 y Da cruz *et al.*, 2015). En cuanto a la fluctuación población de *R. indica* por si sola, estudios realizados en Florida, EE. UU., India y México donde el acaro rojo está presente mencionan que las altas precipitaciones afectan las poblaciones de *R. indica* y que la ausencia de estas ayudan al incremento de las poblaciones del ácaro rojo (Taylor *et al.* 2011; Raghunatha *et al.*, 2015 y Otero *et al.*, 2016)

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

VI. CONCLUSIONES

Se identificó al ácaro depredador *A. largoensis* como principal enemigo natural del ácaro rojo *R. indica*. Aunque existe una relación de qué medida que incrementan las poblaciones del ácaro rojo también aumenta las poblaciones del depredador y viceversa, las densidades de población son muy bajas, que no logran abatir los brotes poblacionales de *R. indica*. La precipitación pluvial del área de estudio tiene un efecto significativo sobre la fluctuación de las densidades de población de ambas especies de ácaros.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

VII. LITERATURA CITADA

- Borror D, White R., Triplehorn C., Johnson N. 2005. Borror and delong's introduction to the study of insectos. 7ª edition, Editorial Krohmer Thomson Learning. 863p.
- Carrillo D, Peña J.E. 2011. Prey-stage preferences and functional numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Experimental and Applied Acarology* 53:134-142
- Carrillo D, Peña J.E., Hoy M.A., Frank J.H. 2010. Development and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on pollen, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), and other microarthropods inhabiting coconuts in Florida, USA. *Experimental and Applied Acarology* 52:119–129.
- Carrillo D, Howard J., Rodríguez J.C., Peña J. 2012. A review of the natural enemies of the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Experimental and Applied Acarology* 53:122:136
- Carrillo D., Amalin D., Hosein F., Roda A., Duncan R., Peña J.E. 2011. Host plant range of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in áreas of invasión of the new World. *Experimental and Applied Acarology* 53:110-125
- CESVETAB. 2016. Ácaro rojo de las Palmas (*Raoiella indica* Hirst). Programa de trabajo de la campaña contra el ácaro rojo de la palmas (*Raoiella indica* Hirst), a operar con recursos del subcomponente de sanidad Vegetal del Programa de Prevención y Manejo de Riesgos 2012, en el estado de Tabasco. Disponible en <http://www.cevestab.com/prog2011/PROG-TRABAJO>.

- Childers C., Rodrigues J.C., and Welbourn W.C. 2003. Host plants of *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus* and *B. phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) and their potential involvement in the spread of viral diseases vectored by these mites. *Experimental and Applied Acarology* 30: 29-105
- Cocco A., and Hoy, M.A. 2009. Feeding, reproduction, and development of the red palm mite (Acari: Tenuipalpidae) on selected palms and banana cultivars in quarantine. *Florida Entomologist* 92: 276-291.
- CONAGUA. 2016. Red de estaciones meteorológicas automáticas. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. <http://smn1.conagua.gob.mx/emas/catalogoa.html>.
- Cortázar K. P., Pandalai K. M. 2011. The coconut palm: A monography. Ernakulan, Indian Central Coconut Committee. 384-395.
- Da cruz W., Krug Cristiane., Vasconcelos G., Moraes G. 2015. Diversity of mites associated with *Raoiella indica* (Acari: Prostigmata) on coconut palms in the central región of the Brazilian amazonia, with emphasis on the predaceous Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata). *Experimental and Applied Acarology* 20(8): 876-886.
- Daniel M. 1981. Bionomics of the predaceous mite *Amblyseius channabasavanni* (Acari: Phytoseiidae) predaceous on the palm mite. In: Channabasavanna GP (ed) Contributions to acarology in India.
- De Moraes G.J., McMurtry J.A., Denmark H.A., Campos C.B. 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa* 434:494.

- De Moraes, Tatiane M. G. De Castro S. K., Guedes C., Gondim Jr. 2012. Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in La Reunion Island (Indian Ocean). *Experimental and Applied Acarology* 52 (2):129-134.
- Dominique M. 2001. The fauna of oil palm and coconut .Insect and mite pests and their natural enemies. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD). 249 p.
- Dowling A.P.G., Ochoa R., Beard J.J., Welbourn W.C. and Ueckermann E.A. 2012. Phylogenetic investigation of the genus *Raoiella* (Prostigmata: Tenuipalpidae): diversity, distribution, and world invasions. *Experimental and Applied Acarology* 57: 257–269.
- Van-Driesche R. G., Hoddle M. S., and Center T. D. 2007. Control de Plagas y Malezas por Enemigos Naturales. 3^{ra} edición, *Limusa Wiley*, México 751 p.
- Echegoyén R.P. 2008. Posibles riesgos de introducción de *Raoiella indica* Hirst a los países de la región del OIRSA donde aún no se ha reportado. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. San Salvador, El Salvador. 12-14.
- Etienne J., Flechtmann C.H.W. 2006. First record of *Raoiella indica* (Hirst, 1924) (Acari: Tenuipalpidae) in Guadeloupe and Saint Martin, West Indies. *Experimental and Applied Acarology* 32:331–332
- Estrada-Venegas E. D., Acuña S.J.A., Chaires G.M.P., Equihua M.A. 2014. Ácaros de importancia cuarentenaria en Latinoamérica sus efectos y sus relevancia. Sociedad Mexicana de Entomología. Colegio de Posgraduados Montecillo, Edo de México.

- Ferregut F., Pérez I., Iraola V., Escudero A. (2010). Ácaros depredadores en las plantas cultivadas Familia Phytoseiidae. 5^{ta} edición Ediciones agrotecnicas. 202p.
- Flechtmann C.H. Mendonca, R.S., Navia. 2006. *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), o ácaro vermelhoda das palmeiras-um ameaca para las Americas. Embrapa recursos genéticos e Biotecnología. Brasilia: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnología. Documentos 146. <http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/doc146.pdf>. Consultado en línea el 24 de Abril del 2016.
- Flechtmann C.H., and Etienne, J. 2004. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). *Experimental and Applied Acarology* 9: 109-110.
- Flores-Galano G., Montoya, A. and Rodríguez, H. 2010. Biología de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) sobre *Areca catechu* L. *Revista Protección Vegetal* 25 (1): 114-120.
- Gallego C.E, Aterrado E.D, Batomalaque C.G. 2003. Biology of the false spider mite, *Rarosiella cocosae* Rimando, infesting coconut palms in Camiguin, northern Mindanao (Philippines). *Florida Entomology* 17(2):187-193.
- González M., Reyes A.I., Ramos M. 2013. Enemigos naturales asociados a *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en Santiago de Cuba. *Revista Protección vegetal*. 28 (3): 25-218.
- González R.A.I., and Ramos M. 2010. Desarrollo y producción de *Raoiella indica* Hirst. (Acari: Tenuipalpidae) en laboratorio. *Revista Protección vegetal* 25(1): 7-10.

Granados D, Ríos G.F. 2002. Manejo de la palma de coco (cocos nucifera L.) en México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 8(1): 39-48.

Hastie E., Benegas A., and Rodríguez H. 2010. Inventario de los ácaros depredadores asociados a especies fitófagas en plantas de las familias *Arecaceae* y *Musaceae* en el municipio de San José de las Lajas. Revista Protección Vegetal 25(1): 11-16.

Hastie E., Benegas A., Rodríguez H. 2012. Enemigos naturales de los fitoácaros en plantas de las familias *Araceae* y *Musaceae* en Cuba. Revista Protección Vegetal. 27(2): 20-25.

Hoy M. A. 2012. Overview of a classical biological control project directed against the red palm mite in Florida. *Experimental and Applied Acarology* 57:381-393.

Hoy M. A., Peña J. and Nguyen R. 2006. Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae). Florida, USA: University of Florida, Unpaginated. University of Florida IFAS extensión document EENY-397 (IN711). <http://edis.ifas.ufl.edu/IN711>. Consultado el 19 Mayo de 2016.

Kane E., and Ochoa R. 2006. Detection and identification of the red palm mite *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). Systematic Entomology Laboratory, Beltsville MD. 6 pp.

Kane E., Ochoa R., Mathurin G., Erbe E.F. and Beard J.J. 2012. *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): an exploding mite pest in the neotropics. *Experimental and Applied Acarology* 57: 215–225.

- Kapur AP. 1961. A new species of *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae), feeding on Arecanut palm mites in Kerala, Southern India. *Entomophaga* 6(1):35–38
- Krantz G.W., and Walter D.E. 2009. Order Trombidiformes. A manual of Ácarology. 3ra edition. Texas Tech Univ. Press, Lubbock, Texas, USA, 233-420.
- Larios-Romero J., Hernández J. 1987. Condiciones ambientales para la agricultura en Tabasco México. *Revista de geografía agrícola*. 8: 34-42.
- Machkour-Rábet S., Henaut Y. 2015. *Chilocorus Cacti* (Coleoptera: Coccinellidae), enemigo natural potencial del ácaro rojo de las palmas en México. *Acta zoológica mexicana*. 31 (3): 512-517.
- Marjorie A., Peña J., Nguyen R., 2006. Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae). Institute of food and agricultural Sciences (IFAS) University of Florida, Florida. 56: 6-11p.
- Mendoca A. 2005. Phytoseiidae mites (Acari: Phytoseiidae) associated with eriophyid mites (Acari: Eriophyidae) in Guilan Province of Iran. *International Journal of Acarology*.
- Montoya A. 2009. Conducta alimentaria *Amblyseius largoensis* (MUMA) sobre *Raoiella indica* Hirst. *Revista Protección Vegetal* 25(1):26-30.
- Nagesha-Chandra B.K.N., and Channabasavanna G.P. 1984. Development and ecology of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) on coconut. . En D.A. Griffiths and C.E. Bowman (eds) *Acarology VI*. Chichester UK. 785-798.

NAPPO. 2009. Organización Norte Americana de Protección de las Plantas. Detecciones del ácaro rojo de la palma (*Raoiella indica*) en Islas mujeres y Cancún, Quintana Roo, México. Sistema alerta fitosanitaria NAPPO. Consultado en línea el 2 de abril de 2016; <http://www.pestlert.org/spanol/oprDentail.cfm?oprID=406>.

Norris R.F., Caswell-Chen E.P., Kogan M. 2003. Concepts in Integrated Pest Management. Prentice Hall. New Jersey. 586 p.

Otero G., González G.R., Martínez B. L., Otero P. L.G., López B.J.A., Escobedo G.R.M. 2016. Infestation of *Raoiella indica* Hirst (Trombidiformes: Tenuipalpidae) on Host Plant of High Socio-Economic Importance for Tropical America. Neotropical Entomology. 1-12

Peña J., Mannion C.M., Howard F.W., and Hoy M.K. 2009. *Raoiella indica* (Prostigmata: Tenuipalpidae); the red palm mite: a potential invasive pest of palms and bananas and other tropical crops of Florida. University of Florida IFAS extension document. 376 -378.

Peña J.E., Rodríguez J.C., Roda A., Carrillo D., and Osborne L. 2012. Predator-prey dynamics and strategies for control of the red palm mite (*Raoiella indica*) (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion in the Neotropics. Integrated Control of Plant-Feeding Mites, IOBC/wprs Bulletin 50:69-79

Prabheena P., Ramani N. 2014. Seasonal incidence and injurious status of *Raoiella indica* (Hirst) (Acari: Tenuipalpidae) on arecanut ok kozhikode district of Kerela. International Journal of Plant Animal and Environmental Sciences. 227-234

Pritchard A.E., and Baker W. 1958. The false spider mite (Acarina: Tenuipalpidae). University of California. Publications in Entomology 14 (3):175-274.

- Puttaswamy L., Rangaswamy H.R. 1976. *Stethorus keralicus* Kapur (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of the areca palm mite. *Curr Res* 5:27–28
- Raghunatha M., Manjunatha L., Latha T. 2015. Seasonal incidence of *Raoiella indica* Hirst on arecanut in Shimoga. *Journal of Eco-friendly agricultura* 10 (1): 92-93p.
- Roda A., Nachman G., Hosein F. J., Rodrigues C.V., and Peña J.E. 2012. Spatial distributions of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) on coconut and their implications for development of efficient sampling plans. *Experimental and Applied Acarology* 57: 291–308p.
- Rodríguez H., Montoya A. and Ramos M. 2007. *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): una amenaza para Cuba). *Revista Protección vegetal* 22(3):142-153.
- Rodríguez P, Guerrero B. 2004. Biología y Ecología del Acaro rojo de las palmas. *Revista Protección vegetal* 25 (2):215-220.
- Rodríguez J.C.V. and Peña J.E. 2010. Chemical control of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in banana and coconut. *Experimental and Applied Acarology* 57: 317-329.
- SAGARPA. 2012. Dirección General de Sanidad Vegetal. Campaña contra ácaro rojo de las palmas. Informe mensual No. 1 enero 2013. Dirección General de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Inocuidad y calidad alimentaria (SENASICA) de la SAGARPA. <http://www.senasica.gob.mx/?id=4584>

SAGARPA. 2012. Dirección General de Sanidad Vegetal. Lineamientos por los que se establecen las acciones fitosanitarias que deberán aplicarse en el control de la movilización de los hospedantes del ácaro rojo de las palmas (*Raoiella indica* Hirst), en el territorio nacional. México, D.F. a 30 de junio de 2016.

SAS Institute. 2013. SAS Software for Microsoft Windows versión 9.2. Cary, NC, USA.

SENASICA. 2012. Ficha técnica ácaro rojo de la palma *Raoiella indica* Hirst. Dirección General de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de sanidad Inocuidad y Calidad Alimentaria (SENASICA) de la SAGARPA. Con la colaboración de la Dra. Edith G. Estrada-Venegas, profesora investigadora del Colegio de Postgraduados. Consultado en línea el 2 de mayo de 2016; <http://www.senasica.gob.mx/?id=4583>.

SENASICA. 2013. Campaña contra ácaro rojo de las palmas. Informe mensual No. 1 enero 2013. Dirección General de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Inocuidad y calidad alimentaria (SENASICA) de la SAGARPA. Consultado en línea el 10 de agosto del 2016; <http://www.senasica.gob.mx/?id=4584>.

SENASICA. 2015. Ficha técnica ácaro rojo de la palma *Raoiella indica* Hirst. Dirección General de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de sanidad Inocuidad y Calidad Alimentaria (SENASICA) de la SAGARPA. Consultado en línea el 15 de agosto de 2016. <http://www.senasica.gob.mx/?id=4583>.

Taylor B., Rahman P.M., Murphy S.T., Sudheendrakumar V.V. 2011. Within-season dynamics of red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host palm species in south-west India. *Experimental and Applied Acarology* 33(3):189-196.

Tixier M.S., Kreiter S., Douin M. 2012. E-Taxonomy of Phytoseiidae mite family.
<http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/phytoseiidae/index.html>

Vásquez C., Quirós M., Aponte G. O., Sandoval D.M. 2008. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in South America. Neotropical Entomology 37(6):739-740.

Welbourn C. 2006. Red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). Florida Department of Plant Industry Pest Alerts, FDACS, 6. FL.

YadavBabu R.K., Manjunatha M. 2007. Seasonal incidence of mite population in arecanut. Karnataka Journal of Agricultural Sciences. 20 (2):401–402.

Zar J.H. 2010. Biostatistical Analysis. Fifth Edition. Prentice Hall, Inc. New Jersey. 944p.

Insectos y ácaros depredadores como enemigos naturales del ácaro rojo de las palmas (Raoiella indica HIRST)

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	eprints.uanl.mx Internet	357 palabras — 7%
2	docplayer.es Internet	71 palabras — 1%
3	investigacion.uanl.mx Internet	51 palabras — 1%
4	colposdigital.colpos.mx:8080 Internet	38 palabras — 1%
5	www.socmexent.org Internet	38 palabras — 1%
6	idoc.pub Internet	32 palabras — 1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Internet	29 palabras — 1%
8	www.buenastareas.com Internet	29 palabras — 1%
9	graellsia.revistas.csic.es Internet	28 palabras — 1%
10	www.scielo.org.mx Internet	28 palabras — 1%
11	www.scribd.com Internet	25 palabras — 1%
12	moam.info Internet	13 palabras — < 1%

13	www.gob.mx Internet	13 palabras — < 1%
14	Castro Ramos, Amneris Marie. "Evaluacion de la capacidad termorreguladora en vacas lecheras puertorriquenas de las razas Holstein y Jersey con diferentes tipos de pelo bajo condiciones ambientales tropicales.", University of Puerto Rico, Mayaguez (Puerto Rico) ProQuest	12 palabras — < 1%
15	revistabiociencias.uan.edu.mx Internet	12 palabras — < 1%
16	publicaciones.fedepalma.org Internet	10 palabras — < 1%
17	teses.usp.br Internet	10 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 10 PALABRAS

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.