



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

MECANISMOS DE DISPERSIÓN Y RESISTENCIA AL AYUNO EN *Raoiella indica* Hirst (ACARI: TENUIPALPIDAE)

JOSÉ RAMÍREZ LÓPEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2014

La presente tesis titulada: **Mecanismos de dispersión y resistencia al ayuno en *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae)**, realizada por el alumno: **José Ramírez López** 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



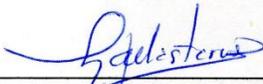
Dr. Gabriel Otero Colina

ASESOR



Dra. Edith Guadalupe Estrada Venegas

ASESOR



Dra. Claudia Ballesteros Barrera

ASESOR



Dr. Hermilo Jorge Quero Rico

Montecillo, Texcoco, Estado de México, enero de 2014

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y
DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION**

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Biol. José Ramírez López, Alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser participe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. Gabriel Otero Colina, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis Mecanismos de dispersión y resistencia al ayuno en

Raoiella indica Hirst (Acari: Tenuipalpidae)

y de los producto de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre el colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 26 de febrero de 2014



Firma



Dr. Gabriel Otero Colina

Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

MECANISMOS DE DISPERSIÓN Y RESISTENCIA AL AYUNO EN *Raoiella indica*

Hirst (ACARI: TENUIPALPIDAE)

José Ramírez-López, M.C
Colegio de Postgraduados, 2014

RESÚMEN

El ácaro *Raoiella indica* Hirst es una especie fitófaga obligada que en pocos años ha colonizado amplias zonas de América Tropical y ha causado severos daños, sobre todo a plantas de las familias Arecaceae y Musaceae. El presente trabajo estuvo dirigido a evaluar atributos biológicos de esta especie que permitan explicar su potencial como plaga invasiva. Se estudiaron su capacidad para sobrevivir en ausencia de alimento y sus mecanismos de dispersión, incluyendo el desplazamiento pasivo en el viento y la posible asociación forética sobre insectos. Se determinó que este ácaro tiene una resistencia a la inanición superior a la de otros ácaros fitófagos, con un máximo de 12 días en hembras adultas. El principal mecanismo de dispersión es mediante corrientes de aire, aunque no sean de gran intensidad, y no se observó que practiquen foresia sobre insectos.

PALABRAS CLAVE

Plagas exóticas, ayuno forzado, establecimiento, hospederos, foresia, dispersión.

ABSTRACT

Raoiella indica Hirst is an obligate phytophagous mite that in a few years colonized wide areas of tropical America and caused severe injuries, mainly to plants of the families Arecaceae and Musaceae. The current work was aimed at evaluating biological attributes of this species that could explain its potential as an invasive pest. Its capacity to survive deprived of food and its dispersal mechanisms were studied, including passive displacement by wind and possible phoretic association with insects. It was determined that this mite has a higher resistance to starvation than other phytophagous mites, maximum 12 days in adult females. Its main dispersal mechanism is by wind currents, even at low speed. Phoresy on insects was not observed.

KEY WORDS: Exotic pests, forced starvation, settling, hosts, phoresy, dispersal.

DEDICATORIA

Los logros de cada persona adquieren un verdadero valor cuando podemos compartirlos con aquellas personas que se han constituido en elementos importantes de nuestra vida brindándonos su tiempo, su apoyo y su cariño para alcanzar nuestras metas; con todo mi cariño espero corresponder con este pequeño éxito de y para ustedes.

A mis padres

Catalina e Ignacio (+), por tanto cariño y palabras de aliento cuando las complicaciones se constituían como losas ustedes siempre estuvieron para indicarme el camino correcto compartiendo esfuerzos conmigo.

A mis hijos

Por brindarme su apoyo incondicional dando lo mejor de sí mismos y compartirme su vida y logros para alentar la mía con alegrías, ustedes son el motor de mi vida.

A mis hermanos

por no escatimar los esfuerzos, por su ayuda y angustias que demostraron para llegar a este día pasando de hermanos a amigos e incluso maestros cuando se requería sin dejar jamás de lado el cariño que sentimos.

A mi novia Diana

Por dejar de lado compromisos y situaciones de su vida para apoyarme en todos aspectos y por enseñarme a valorar los logros alcanzados como base para aspirar a más; gracias por ser y estar.

A mis amigos

Aquellos que han estado presentes toda mi vida, de la UAM, de la UAEM y de manera particular a quienes conocí en COLPOS; por su apoyo y consejo gracias.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACyT**) por el apoyo económico que hizo posible poder llevar a cabo y culminar mis estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados por toda la infraestructura que ponen a nuestra disposición y al excelente grupo de profesores que siempre estuvieron dispuestos a ayudarnos en nuestra formación; a todos quienes laboran allí por tener siempre una actitud de ayuda y humanidad para quienes tenemos la fortuna de cursar estudios de postgrado.

De manera particular al Dr. Gabriel Otero Colina consejero y responsable de mi trabajo de tesis quien además de no escatimar en compartirme sus conocimientos, se constituyó para mí en un amigo que se preocupó más allá de lo profesional.

A la Dra. Edith G. Estrada Venegas por su disposición por la ayuda indiscutible siempre que lo requerí.

A la Dra. Claudia Ballesteros Barrera por su apoyo en la realización de mi tesis y por brindarme su amistad.

Al Dr. Hermilo Jorge Quero Rico por su participación y conocimientos que compartió conmigo.

A Nachito que siempre me auxilio en el trabajo de laboratorio e hizo ameno el trabajo con su don de gente.

A todos quienes en algún momento de mi vida aportaron su cariño, apoyo y conocimientos así como su amistad para ayudarme a crecer.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1 Distribución de <i>R. indica</i> a través del mundo	5
3.2 Presencia en la República Mexicana	5
3.3 Biología	6
3.3 Morfología de los estados de desarrollo	7
3.4 gama de hospedantes	8
4 MATERIALES Y MÉTODO	11
4.1 Ubicación	11
4.2 Pruebas de resistencia al ayuno forzado	12
4.3 Características de las arenas de observación	14
4.4 Dispersión por medio de corrientes de aire, estudio de túnel de viento.....	20
4.5 Dispersión por medio de corrientes de aire, estudio de campo	22
4.6 Determinación de la posible dispersión forética	24
4.7 Análisis de los datos	25
5 RESULTADOS	26
5.1 Resistencia al ayuno forzado	26
5.2 Dispersión por medio de corrientes de aire, estudio de túnel de viento.....	29
5.3 Dispersión por medio de corrientes de aire, estudio de campo.....	32
5.4 Determinación de la posible dispersión forética	37
6 DISCUSIÓN	40
6.1 Resistencia de <i>Raoiella indica</i> al ayuno	40
6.2 Dispersión de <i>Raoiella indica</i> mediante el viento	41
7 CONCLUSIONES	45
8 LITERATURA CITADA	46

LISTA DE CUADROS

	Página
CUADRO 1. Lista de plantas hospedantes de <i>Raoiella indica</i>	9
CUADRO 2. Análisis de varianza de la relación entre la captura de ejemplares totales de <i>R. indica</i>	35
CUADRO 3. Captura media de ejemplares totales de <i>R. indica</i> en trampas adhesivas colocadas a distancias crecientes respecto a palmas de coco	35
CUADRO 4. Captura media de ejemplares totales de <i>R. indica</i> en trampas adhesivas colocadas a tres alturas (1.5, 3.5 y 5.5 m).	35
CUADRO 5. Captura media de ejemplares totales de <i>R. indica</i> en trampas adhesivas colocadas acuatro diferentes orientaciones con respecto a los puntos laterales de la rosa de los vientos.	36
CUADRO 6. Velocidad y dirección del viento en las inmediaciones del sitio de estudio (Estaciones meteorológicas de Tizimin y Dzilam, Yucatán	43

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1. Fotomicrografías electrónicas de barrido de los diferentes estadios de desarrollo de <i>Raoiella indica</i>	8
FIGURA 2. Mapa de ubicación de los sitios de trabajo de laboratorio en Cancún, Quintana Roo (marcador amarillo), y El Cuyo para trabajo de campo, en la península de Yucatán México.....	12
FIGURA 3. Arena de observación del tratamiento 1	14
FIGURA 4. Arena de observación del tratamiento 2	15
FIGURA 5. Arena de observación del tratamiento 3	16
FIGURA 6. Arena de observación del tratamiento 4	17
FIGURA 7. Arena de observación del tratamiento 5.....	18
FIGURA 8. Planta de palma de coco usada como testigo	19
FIGURA 9. Fotografías de las arenas para el manejo de las muestras en las pruebas de túnel de viento	21
FIGURA 10. Trampa adhesiva para la captura de ácaros arrastrados por el viento a tres niveles en el trabajo de dispersión en campo	24
FIGURA 11. Número de hembras de <i>Raoiella indica</i> sobrevivientes en los tratamientos con restricciones crecientes de alimento y humedad. Intersecciones marcadas con la misma letra indican que no hubo diferencia significativa entre ellas.	26
FIGURA 12. Número de machos de <i>Raoiella indica</i> sobrevivientes en los tratamientos con restricciones crecientes de alimento y humedad. Intersecciones marcadas con la misma letra indican que no hubo diferencia significativa entre ellas	27
FIGURA 13. Número de ninfas de <i>Raoiella indica</i> sobrevivientes en los tratamientos con restricciones crecientes de alimento y humedad. Intersecciones marcadas con la misma letra indican que no hubo diferencia significativa entre ellas	27
FIGURA 14. Número de larvas de <i>Raoiella indica</i> sobrevivientes en los tratamientos con restricciones crecientes de alimento y humedad. Intersecciones marcadas con la misma letra indican que no hubo diferencia significativa entre ellas.	28

FIGURA 15. . Número de ejemplares de <i>R. indica</i> de todos los estadios y sexos que permanecieron sobre las hojas sometidas a viento a diferentes velocidades. Los trozos de hoja de palma estaban adheridos en el “dorso” de la caja Petri	30
FIGURA 16. Número de ejemplares de <i>R. indica</i> de todos los estadios y sexos que permanecieron sobre las hojas sometidas a viento a diferentes velocidades. Los trozos de hoja de palma estaban adheridos en el fondo o interior de la caja Petri	31
FIGURA 17. Hembra de <i>Raoiella indica</i> sostenida de una hoja de palma de coco con sus quelíceros, soportando el golpe de viento a 120 km/h	32
FIGURA 18. Hembra de <i>R. indica</i> tal y como se encontró en las trampas adhesivas.....	37
FIGURA 19. Caso típico de foresia encontrado en pruebas de dispersión por viento entre individuos de las familias Tarsonemidae y Coccinellidae en vista panorámica	38
FIGURA 20. Ampliación de la figura 18 modificada en su contraste para apreciar la presencia de tarsonémidos incluso en la superficie de las alas del coccinélido	39
FIGURA 21. Evidencia de foresia en las láminas adhesivas utilizadas durante las pruebas de dispersión por viento (pegados en trampas adhesivas)	39

LISTA DE ABREVIATURAS

<i>Siglas</i>	<i>Significado</i>
<i>R.indica Hirst</i>	<i>Raoiella indica Hirst</i>
<i>NAPPO</i>	<i>Organización Norteamericana de Protección a las Plantas</i>
<i>SIAP</i>	<i>Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera</i>
<i>SENASICA</i>	<i>Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria</i>
VV	Velocidad media del viento
VV max	Velocidad máxima del viento
DVV max:	Dirección del viento que tuvo la velocidad máxima

1. INTRODUCCIÓN

Como en cualquier grupo de organismos, los ácaros están expuestos a cambios que vuelven desfavorable su ambiente, en particular que hacen escasear el alimento. Sin embargo, su peculiaridad es que son pequeños y tienen limitada capacidad de movimiento, por lo que sus adaptaciones a los cambios en el ambiente están regidas por esos hechos.

Cuando los cambios son predecibles, una estrategia desarrollada por los ácaros se denomina diapausa, que es una suspensión del desarrollo genéticamente determinada y que les permite sobrevivir durante largo tiempo en estado de letargo (Hoy, 2011). La diapausa ha sido reconocida y estudiada en ácaros de las familias Tetranychidae, Phytoseiidae e Ixodidae (Evans, 1992). Es común que los ácaros que viven en ambientes efímeros o impredecibles busquen un nuevo hábitat cuando los recursos se agotan, para lo cual frecuentemente se transportan sobre animales mayores y con mejores capacidades motrices, en un fenómeno conocido como foresia. Existen adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento que permiten el desarrollo de esta adaptación a la dispersión; en la expresión más estricta de la foresia, cuando ésta ocurre se interrumpe el desarrollo y la alimentación de los ácaros (Athias-Binche, 1994).

En ácaros que viven sobre plantas, la foresia no es muy común y el principal mecanismo de dispersión es el transporte pasivo arrastrados por el viento. Es un mecanismo de alto riesgo porque los ácaros quedan expuestos a temperaturas extremas, desecación, falta de alimento y sobre todo a la alta probabilidad de no aterrizar en un sitio favorable (Krantz y Lindquist, 1979).

Sin embargo, se han documentado varios ejemplos de foresia en especies fitófagas, como es el caso de *Cecidophyopsis ribis*, forético sobre diversos insectos (Lindquist, 1998); *Polyphagotarsonemus latus*, forético sobre hemípteros de la familia Aleyrodidae (Palevsky *et al.*, 2001) y *Aceria litchii*, forético sobre abejas melíferas (Waite, 1999). Se han observado también casos de foresia en ácaros depredadores que viven en plantas; por ejemplo, *Amblyseius potentillae* y *Typhlodromus tilliarum* en mariposas noctuidas; *Amblyseius* spp. en moscas ceratopogónidas; *Amblyseius aberrans* en áfidos (Sabelis y Dicke, 1985). En los ácaros que habitan en plantas no se conocen modificaciones estructurales ni fisiológicas para resistir el ayuno y la desecación (Krantz y Lindquist, 1979).

El tiempo que una especie en estado activo sobrevive sin alimento es muy variable. Va de unos tres a cinco días en ácaros fitófagos (Haramoto, 1966; Hussey y Parr, 1963), pero cuando éstos entran en diapausa, pueden sobrevivir sin alimento durante varios meses (Veerman, 1985). Un caso notable fue consignado por Pavlovsky y Skyrnnik (1960, citado por Keirans, 2009), quienes observaron que la garrapata *Ornithodoros tholozani* sobrevivió 11 años sin alimentarse. La resistencia al ayuno puede ser de gran importancia para la supervivencia de la especie y para determinar su potencial como plaga invasiva.

El ácaro *Raoiella indica* (Trombidiformes, Tenuipalpidae) se ha manifestado como una importante plaga invasiva. Este ácaro es un fitófago obligado que se distribuía en numerosos países alrededor del Océano Indico, con límite en su distribución hacia el occidente en Israel y Egipto (Jeppson *et al.*, 1975), pero en el año 2004 fue observado por primera vez en Martinica (Etienne y Flechtmann, 2006) y en los siguientes años se ha diseminado por extensas áreas

tropicales del continente Americano y las Antillas. A la fecha, se distribuye en todas las Antillas, los Estados Unidos de América, México, Venezuela, Colombia y Brasil (Amaro y de Moraes, 2013).

Se postula que *R. indica* se dispersa de manera natural arrastrado por vientos, especialmente los ciclones; pero la dispersión a grandes distancias se da principalmente por actividades humanas como el comercio de plantas vivas infestadas, así como por actividades turísticas, como el traslado de ácaros por parte de los viajeros en artesanías hechas con partes de plantas susceptibles, como hojas de palma de coco (Peña *et al.*, 2006). Sin embargo, las hojas con las que están hechas las artesanías terminan por marchitarse, lo que lleva a la muerte de los ácaros.

Por tanto, determinar el tiempo que los ejemplares de *R. indica* sobreviven en diferentes sustratos, con una fuente de alimento limitada en el tiempo o definitivamente sin alimento, puede llevar a explicar la importancia de las actividades turísticas, en sus diferentes aspectos, como mecanismos de diseminación de dicho ácaro.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo tuvo como objetivos:

- 1) Determinar la resistencia de la especie al ayuno forzado
- 2) Determinarla capacidad de los diferentes estadios de este ácaro para sobrevivir en condiciones que simulan artesanías con diferentes condiciones.
- 3) Determinar la forma como *R. indica* se dispersa, tanto a distancias cortas, entre plantas de un mismo huerto, como a distancias largas, entre huertos o aún entre países
- 4) Inferir la importancia que cada mecanismo de dispersión tiene en la diseminación de dicho ácaro.
- 5) Determinar si existe evidencia de casos de foresia en el ácaro *R. indica*.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Distribución de *R. indica* a través del mundo

Raoiella indica colectada sobre hojas de cocotero en la India fue descrita en 1924 (Rodríguez, 2007). Se distribuía originalmente en varios países del Hemisferio Oriental que incluyen: Pakistán, Mauricio, Egipto, Sudán, Irán, Omán, Israel, Isla Reunión, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Malasia, Sri Lanka y Filipinas (Pritchard y Baker, 1958).

Sin embargo, se detectó por primera vez en el Caribe en el año 2004 (Fletchmann y Etienne, 2004) y a partir de ese momento ha tenido una rápida diseminación en la mayoría de las islas de la región (Kane *et al.*, 2005). En el año 2008 apareció en Venezuela y la Florida (Peña *et al.*, 2006) y en el 2009 se registró en México (NAPPO, 2009).

3.2 Presencia en la República Mexicana

Este ácaro fue detectado por primera vez en el año 2009 en el estado de Quintana Roo en los municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, y ha mostrado tener un poder de adaptación muy elevado al explotar su potencial biótico de una manera muy acelerada, como lo había hecho en las Islas del Caribe (Mendonça *et al.*, 2005). El último reporte de técnicos mexicanos a cargo de la campaña de monitoreo y control de la diseminación de este ácaro, en su diseminación ha alcanzado amplias zonas de los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán, principalmente tierras bajas con prevalencia de palma de coco (Dirección de Protección Fitosanitaria, 2013).

3.3 Biología

Raoiella indica es un ácaro de color rojo intenso que posee dos segmentos palpaes y un escudo propodosomal; tiene cuatro pares de sedas histerosomales dorsosublaterales con terminación espatulada y cuerpo aplanado en la parte ventral. Presenta un claro dimorfismo sexual en donde los machos son más pequeños que las hembras. La hembra no tiene el escudo ventral anterior y el cuerpo es fuertemente redondeado, mientras que la forma de los machos es un poco más triangular con el vértice en el extremo posterior. Su ciclo biológico consta de cinco fases (Figura 1): huevo, larva, protoninfa, deutoninfa, y adulto (Jeppson *et al.*, 1975); a partir del huevo el cambio de fase está determinado por la presencia de la exuvia (Flores-Galano *et al.*, 2010).

El tiempo que transcurre desde la eclosión del huevo hasta que el individuo alcanza el estado adulto va desde 22 hasta 28 días en el caso de las hembras, mientras que para los machos va de 20 a 22 días (Hoy *et al.*, 2006). Esta especie se reproduce sexualmente y por partenogénesis (Jeppson *et al.*, 1975; Moutia *et al.*, 1958; Nageshachandra y Channabasavanna, 1984).

La duración de los diferentes estadios de desarrollo varía en función de las condiciones climáticas ya que, como sucede en muchas especies animales, el descenso de temperatura determina que se reduzcan las funciones metabólicas alargando su longevidad. La duración de cada uno de estos estadios es como sigue: para el periodo comprendido entre febrero y marzo, con una temperatura promedio de 24.2° C, la duración del huevo es de 5 días; larva, 7; protoninfa, 5.5; deutoninfa, 4.5; mientras que con temperatura promedio de 17.9°C, la media en días del huevo es de 6.5; larva, 9.5; protoninfa, 6.5; y deutoninfa, 10.5 días (Moutia, 1958).

3.4 Morfología de los estados de desarrollo

Huevo. Ovalado, de color rojizo, liso y de aspecto brillante, mide 0. 117 μm de longitud por 0. 88 μm ancho, de uno de sus extremos nace un pelo o filamento, más largo que el propio huevo (Mendonça *et al.*, 2005). El extremo del filamento se enrolla y puede tener una gota de agua adherida (Hoy *et al.*, 2006); adelante en su desarrollo los huevos adquieren una coloración blanco opaca (Nageshachandra y Channabasavanna, 1984).

Larva. De color naranja brillante, la diferencia principal con el resto de las fases consiste en que sólo tiene tres pares de patas. Se alimenta generalmente por un periodo de tres a cinco días, antes de comenzar el estado quiescente, que demora entre uno y dos días. Producto de la alimentación se pueden desarrollar unas manchas negruzcas en la parte dorsal posterior del cuerpo (Hoy *et al.*, 2006).

Ninfa. Presenta dos estados ninfales llamados proto y deutoninfa, que se distinguen de la larva por su tamaño y por presentar cuatro pares de patas; no presenta gonoporo, es de color rojizo, se alimenta por espacio de dos a cinco días como protoninfa antes de comenzar el periodo quiescente, el cual demora de uno a cuatro días (Hoy *et al.*, 2006).

Adultos. En este estado ya se encuentran presentes las características típicas de la especie como el tegumento dorsal liso, un par de sedas dorsocentrales largas y tercer par muy corto de setas dorsocentrales. Las hembras alcanzan hasta 320 μm de longitud y 220 μm de ancho (Moutia, 1958).

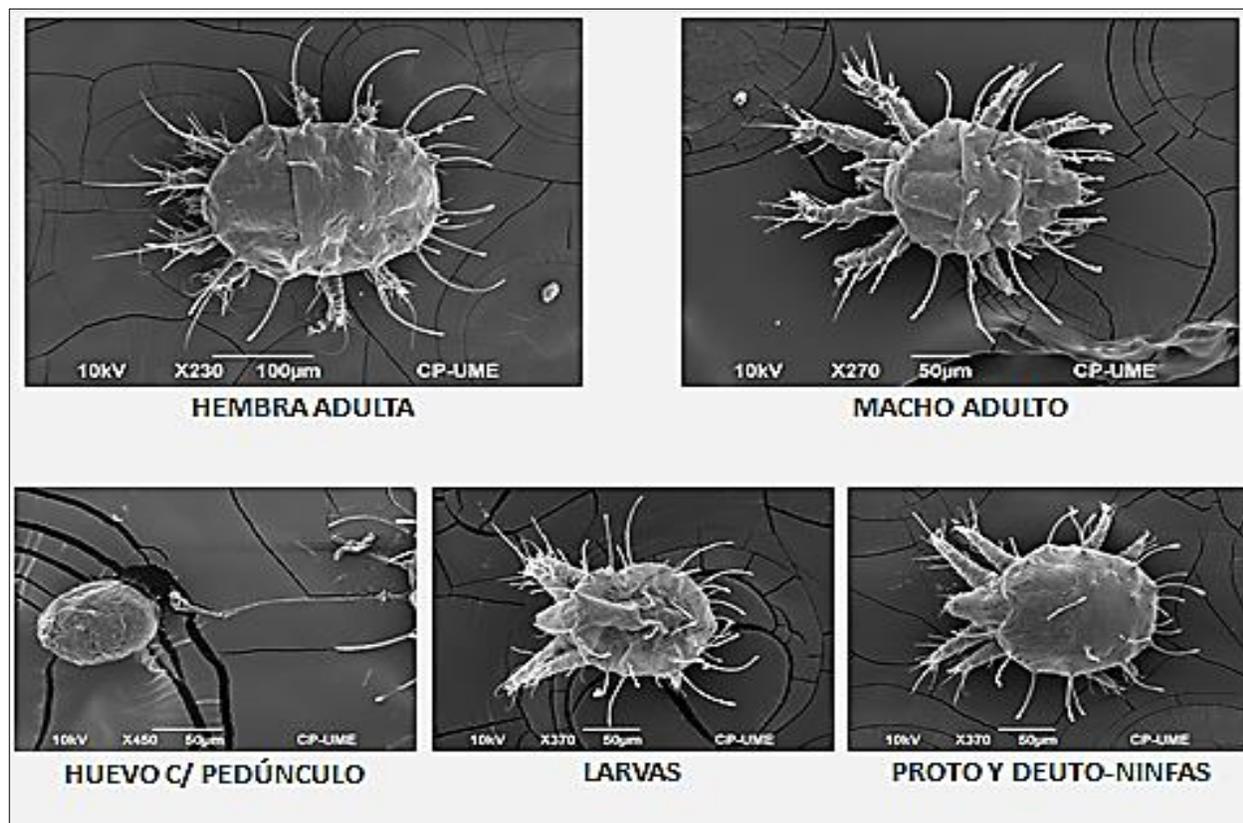


Figura 1. Fotomicrografías electrónicas de barrido de los diferentes estadios de desarrollo de *Raiiella indica*.

3.5 Gama de hospedantes

Raiiella indica es un fitófago obligado, tiene una amplia gama de plantas hospedantes (Cuadro 1), pero los principales daños los causa a palma de coco, plátano y heliconias; se le reconoce como una severa plaga en muchos países del Hemisferio Oriental (Peña *et al.*, 2006).

Cuadro 1: Lista de plantas hospedantes de *Raoiella indica* (Carrillo *et al.*, 2011)

ESPECIE	REPORTE
<i>Archontophoenix</i>	Welbourn (2009)
<i>Acanthophoenix rubra</i>	Fairchild, nuevo reporte
<i>Areca catechu</i> L	Nageshachandra y Channabasavanna (1984)
<i>Areca</i> sp	Pritchard y Baker (1958)
<i>Neoveitchia storckii</i>	Fairchild, nuevo reporte
<i>Dypsis decaryi</i>	Welbourn (2009)
<i>Dypsis lutescens</i>	Kane <i>et al.</i> (2005)
<i>Adonidia merrillii</i>	Etienne y Flechtmann (2006)
<i>Ptychosperma elegans</i>	Blume Welbourn (2009)
<i>Ptychosperma macarthurii</i>	Etienne y Flechtmann (2006)
<i>Ptychosperma</i> sp	Cocco y Hoy (2009)
<i>Veitchia arecina</i>	Cocco y Hoy (2009)
<i>Veitchia</i> sp	Welbourn (2009)
<i>Wodyetia bifurcata</i>	Welbourn (2009)
<i>Dictyosperma album</i>	Moutia (1958)
<i>Heterospathe elmeri</i>	Nuevo reporte
<i>Heterospathe negrosensis</i>	Nuevo reporte
<i>Heterospathe elata</i>	Nuevo reporte
<i>Heterospathe intermedia</i>	Nuevo reporte
<i>Chamaedorea</i> sp	Welbourn (2009)
<i>Gaussia princeps</i>	Nuevo reporte
<i>Cocoseae Butia capitata</i>	Welbourn (2009)
<i>Cocos nucifera</i> L	Hirst (1924), Welbourn (2009)
<i>Syagrus schizophylla</i>	Welbourn (2009)
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Kane <i>et al.</i> (2005)
<i>Allagoptera arenaria</i>	Fairchild, nuevo reporte
<i>Beccariophoenix madagascariensis</i>	Welbourn (2009)
<i>Aiphanes caryotifolia</i>	Welbourn (2009)
<i>Aiphanes</i> sp	Kane <i>et al.</i> (2005)
<i>Bactris plumeriana</i>	Welbourn (2009)
<i>Elaeis guineensis</i>	Welbourn (2009)
<i>Roystonea borinquena</i>	Welbourn (2009)
<i>Roystonea regia</i>	Welbourn (2009)
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Welbourn (2009)
<i>Pseudophoenix vinifera</i>	Welbourn (2009)
<i>Bismarckia nobilis</i>	Welbourn (2009)
<i>Latania</i> sp	Trinidad, nuevo reporte
<i>Arenga australasica</i>	Fairchild, nuevo reporte
<i>Arenga engleri</i>	Fairchild, nuevo reporte
<i>Arenga pinnata</i>	Fairchild, nuevo reporte
<i>Arenga tremula</i>	Fairchild, nuevo reporte

Cuadro 1, continuación

<i>Arenga undulatifolia</i>	Fairchild, nuevo reporte
<i>Arenga microcarpa</i>	Fairchild, nuevo reporte
<i>Caryota mitis</i>	Etienne y Flechtmann (2006)
<i>Caryota urens</i>	Florida y Trinidad, new report
<i>Corypha umbraculifera</i>	Welbourn (2009)
<i>Licuala grandis</i>	Etienne y Flechtmann (2006)
<i>Licuala spinosa</i>	Trinidad, nuevo reporte
<i>Livistona australis</i>	Trinidad, nuevo reporte
<i>Livistona carinensis</i>	Trinidad, nuevo reporte
<i>Livistona fulva</i>	Trinidad, nuevo reporte
<i>Livistona mariae</i>	Trinidad, nuevo reporte
<i>Livistona muelleri</i>	Trinidad, nuevo reporte
<i>Livistona rigida</i>	Trinidad, nuevo reporte
<i>Livistona rotundifolia</i>	Trinidad, nuevo reporte
<i>Livistona chinensis</i>	Welbourn (2009)
<i>Pritchardia pacifica</i>	Etienne y Flechtmann (2006)
<i>Pritchardia vuylstekeana</i>	Cocco y Hoy (2009)
<i>Washingtonia filifera</i>	Welbourn (2009)
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	Welbourn (2009)
<i>Brahea armata</i>	Fairchild, nuevo reporte
<i>Guihaia grossefibrosa</i>	Fairchild, nuevo reporte
<i>Rhapis excelsa</i>	Welbourn (2009)
<i>Phoenix acaulis</i>	Trinidad, nuevo reporte
<i>Phoenix canariensis</i>	Etienne y Flechtmann (2006),
<i>Phoenix dactylifera</i>	Sayed (1950)
<i>Phoenix reclinata</i>	Welbourn (2009)
<i>Phoenix roebelenii</i>	Welbourn (2009)
<i>Coccothrinax argentata</i>	Cocco y Hoy (2009)
<i>Coccothrinax miraguama</i>	Welbourn (2009)
<i>Schippia concolor</i>	Welbourn (2009)
<i>Thrinax radiata</i>	Welbourn (2009)
<i>Heliconia bihai</i>	Welbourn (2009)
<i>Heliconia caribaea</i>	Welbourn (2009)
<i>Heliconia psittacorum</i>	Welbourn (2009)
<i>Heliconia rostrata</i>	Etienne y Flechtmann (2006)
<i>Heliconia sp</i>	Peña <i>et al.</i> (2009)
<i>Ravenala madagascariensis</i>	Welbourn (2009)
<i>Strelitzia reginae</i>	Etienne y Flechtmann (2006)
<i>Musa acuminata</i>	Kane <i>et al.</i> (2005)
<i>Musa balbisiana</i>	Kane <i>et al.</i> (2005)
<i>Musa corniculata</i>	Welbourn (2009)
<i>Musa sp.</i>	Etienne y Flechtmann (2006)

Cuadro 1, continuación

<i>Musa uranoscopus</i>	Kane <i>et al.</i> (2005)
<i>Musa paradisiaca</i>	Kane <i>et al.</i> (2005)
<i>Alpinia purpurata</i>	Welbourn (2009)
<i>Alpinia zerumbet</i>	Welbourn (2009)
<i>Etilingera elatior</i>	Etienne y Flechtmann (2006)
<i>Zingiber sp.</i>	Peña <i>et al.</i> (2009)
<i>Pandanus sp.</i>	Kane y Ochoa (2006)
<i>Pandanus utilis</i>	Welbourn (2009)

4. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación

El trabajo de laboratorio se llevó a cabo en la ciudad de Cancún, Quintana Roo, México, por ser parte de la zona de prevalencia de *R. indica* en el territorio nacional. La ciudad de Cancún se ubica a 229 km al norte de Felipe Carrillo Puerto, al noreste de la Península de Yucatán, al final del corredor turístico conocido como la Riviera Maya. Sus coordenadas extremas son 21° 22' al norte, 20° 43' al sur, 86° 44' al este y 87° 19' al oeste. Tiene como límites al norte los municipios de Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres y el Mar Caribe; al este, el Mar Caribe; al sur, el Mar Caribe y los municipios de Solidaridad y Lázaro Cárdenas; y al oeste, el municipio de Lázaro Cárdenas, todos pertenecientes al estado de Quintana Roo, México.

En esta zona, se observaron los siguientes valores en el año de obtención de datos para el presente trabajo:

Precipitación acumulada en el año 2012: 1128 mm.

Temperatura promedio: 31.51° C.

El trabajo de campo se llevó a cabo en la localidad de El Cuyo, municipio de Tizimín, Yucatán. Este sitio está localizado a 21°30'58" de latitud norte y 87°40'33" de longitud oeste, con altitud

estimada en 6 msnm. Se encuentra a pocos metros de la línea de playa y en su parte sur se encuentra la laguna costera conocida como Ría Lagartos.

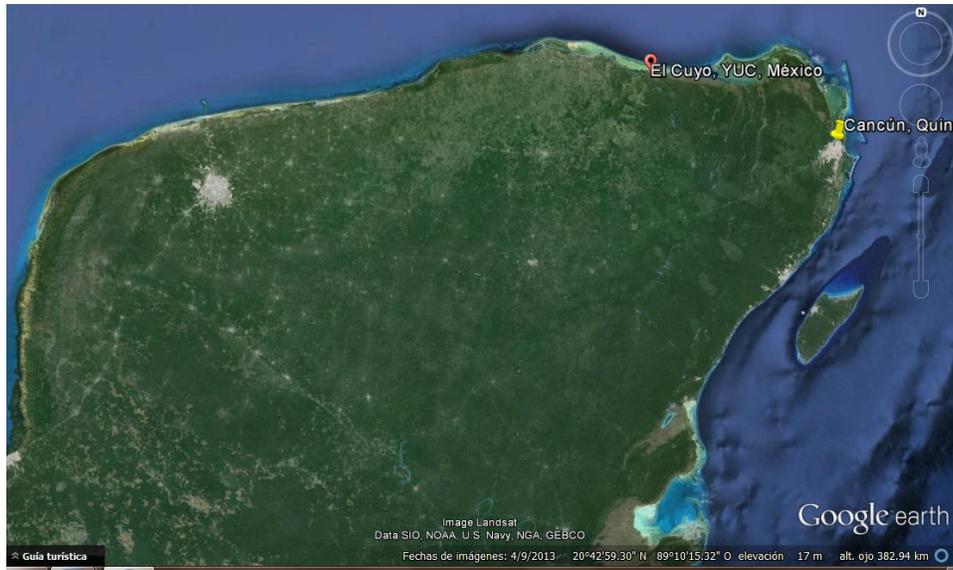


Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios de trabajo de laboratorio en Cancún, Quintana Roo (marcador amarillo), y El Cuyo para trabajo de campo (marcador rojo), en la península de Yucatán México, (obtenido con Google Earth).

4.2 Pruebas de resistencia al ayuno forzado

Se utilizaron recipientes de plástico de 15 x 10 cm en los cuáles, se armaron arenas de observación (tratamientos) con las que se recrearon diferentes condiciones que de manera usual enfrenta esta especie en la naturaleza; prevaleciendo como requisito, partir de aquella que se considera ideal para el desarrollo e incluso reproducción de la especie y que contiene aquellos elementos vitales como lo son: la humedad y el alimento modificando e incluso eliminando alguna de estas condiciones en parte de nuestras arenas de observación; con lo cual, obtuvimos información sobre la capacidad de cada estadio: larva, ninfa (proto y deutoninfa) y los adultos

(machos y hembras), para enfrentar cada escenario que los coloca frente a la exposición al ayuno forzado que se ven obligados a soportar cuando se trasladan.

El experimento se realizó en condiciones no controladas de temperatura, la cual osciló entre 27 y 30°C. Como sustrato vivo se usaron trozos de foliolos de palma de coco (*Cocos nucifera*), en buen estado, libres de enfermedades visibles y se les sometió a una minuciosa revisión encaminada a eliminar manualmente todos los animales que pudieran estar presentes y dejando únicamente en ellos los ejemplares de *R. indica*. Como referente, se contó con un testigo consistente en hojas vivas de palma de coco (*Cocos nucifera*), no desprendidas de sus respectivas plantas donde se confinó a ejemplares vivos de *R. indica* en un área de aproximadamente 10 cm² delimitada por una barrera de grasa automotriz.

Se colectaron ejemplares de todos los estadios de desarrollo de la especie contemplando diferencia para el estado adulto entre machos y hembras, que fueron colocados en grupos de diez, cada estadio por separado, en los diferentes tratamientos. La manipulación de los ejemplares se hizo con un pincel húmedo del número 0000. La unidad experimental ó arena de observación con las correspondientes condiciones, contaron con 10 ácaros de un estadio y sexo dado; para cada uno de ellos se contó con ocho repeticiones, distribuidas en un arreglo completamente al azar.

4.3 Características de las arenas de observación

Tratamiento 1. En esta arena se colocó un trozo de un foliolo de palma de coco de aproximadamente 8 cm de largo con el envés hacia arriba; el foliolo estaba colocado sobre un algodón saturado en agua para proporcionarle humedad. Para evitar el escape de los ácaros, el perímetro del foliolo se enmarcó con una barrera de grasa automotriz (figura 3).

El objetivo buscado con este tipo de arena fue recrear las condiciones de traslado de ácaros con hojas de palma desprendidas de sus plantas, pero con condiciones de alta humedad que se espera que permitan que las plantas se mantengan turgentes por más tiempo.



Figura 3. Arena de observación del tratamiento 1.

Tratamiento 2. En esta arena se colocó un trozo de un foliolo de palma de coco de aproximadamente 8 cm de largo, como en el tratamiento 1 pero se omitió la cama de algodón. Para evitar el escape de los ácaros, el perímetro del foliolo se enmarcó con una barrera de grasa automotriz (figura 4). En esta condición se trató de simular la deshidratación que sufren las hojas de palma de coco al ser desprendidas de sus respectivas plantas y en algunos casos ser utilizadas en la elaboración de artesanías, ya que presumiblemente éste es uno de los métodos de dispersión del ácaro *R. indica* (Peña *et al.*, 2006).

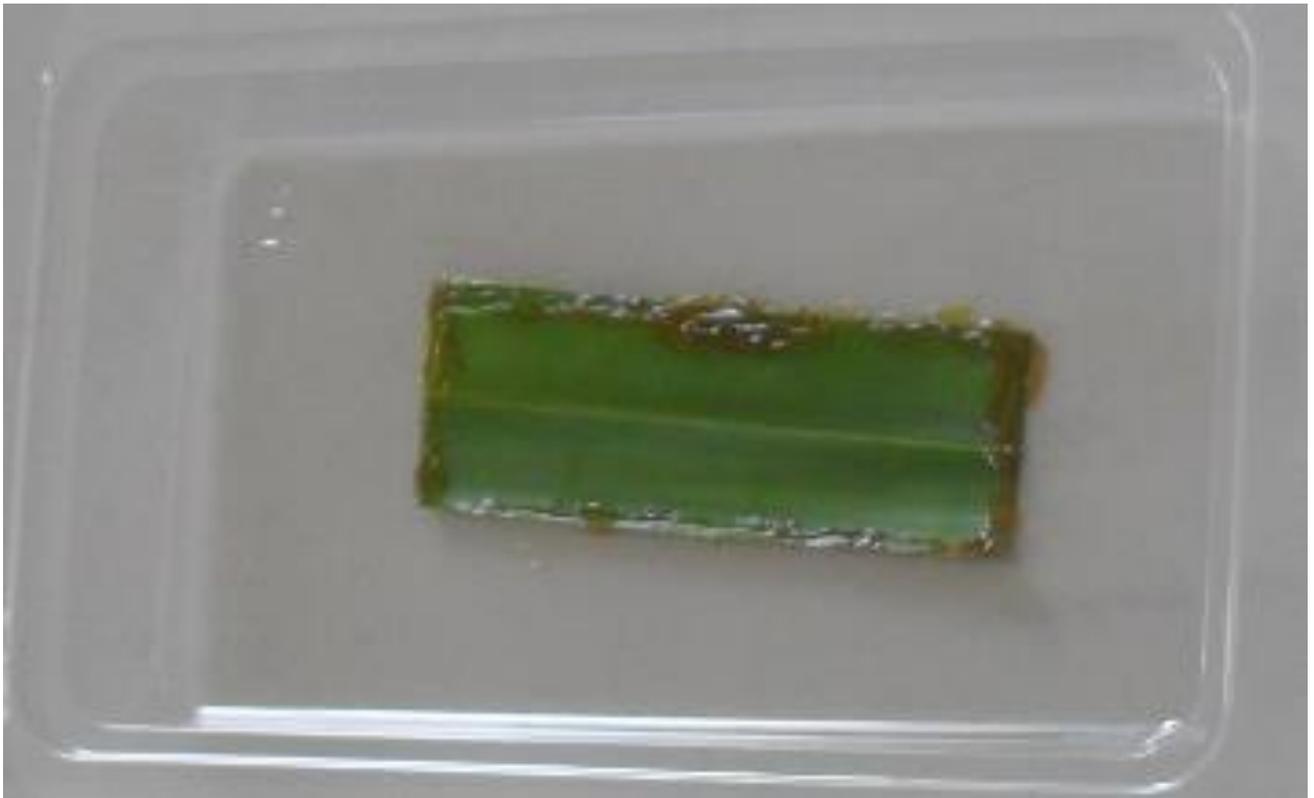


Figura 4. Arena de observación del tratamiento 2.

Tratamiento 3. La arena se preparó con un trozo de foliolo de palma de coco, sin cama de algodón y la barrera de grasa se colocó en el perímetro de la caja (no en los bordes del foliolo) (figura 5). Con estas condiciones se trató de observar si los ácaros permanecen en el mismo campo cuando el sustrato se seca o por el contrario, abandonan las hojas al ocurrir dicho evento.



Figura 5. Arena de observación del tratamiento 3.

Tratamiento 4. La arena no tenía un trozo de foliolo de palma de coco pero contaba con un pedazo de algodón empapado con agua; además, se trazó una barrera de grasa automotriz en el perímetro de la arena (figura 6). El objetivo de esta condición fue determinar la resistencia de los ácaros al ayuno en presencia de agua y elevada humedad ambiental pero careciendo de alimento.



Figura 6. Arena de observación del tratamiento 4

Tratamiento 5. En esta condición la arena no contaba con un trozo de foliolo de palma de coco ni algodón húmedo (figura 7). La barrera de grasa se trazó en el perímetro de la arena con la finalidad de que los ácaros no abandonaran el área de pruebas y observar el comportamiento de *R. indica* ante la ausencia de los recursos vitales para su desarrollo como lo son la humedad y el alimento.



Figura 7. Arena de observación del tratamiento 5.

Tratamiento 6 (testigo). Se trató de una planta viva en la que se delimitó un área de 10 cm² con grasa automotriz para evitar la deserción de los ácaros (figura 8).



Figura 8. Planta de palma de coco usada como testigo. Se ilustra el área delimitada por grasa automotriz en la que se confinaron los ejemplares de *R. indica*.

Después de armar las diferentes arenas de observación y que se transfirieron a ellas los ácaros como se describió arriba, se tomaron lecturas diarias del número de ejemplares vivos, interrumpiendo los registros en el momento en que murió el último de los ejemplares iniciales de cada tratamiento, excepto en el testigo donde por la disponibilidad de alimento se esperaba que los ácaros sobrevivieran e incluso se reprodujeran. Aunque en varios tratamientos los ácaros llegaron a ovipositar, los huevos y las larvas que llegaron a eclosionar no fueron contados.

4.4 Dispersión por medio de corrientes de aire, estudio de túnel de viento

Con un bisturí se cortaron cuadros de 1.5 x 1.5 cm de hojas de palma de coco (*Cocos nucifera*), seleccionando zonas en donde estuvieran presentes números variables pero conocidos de los diferentes estadios de desarrollo de *R. indica* (huevo, larva, protoninfa, deutoninfa así como machos y hembras adultos). Cada uno de estos trozos de hoja se fijó con cinta adhesiva de doble cara a la mitad de un portaobjetos de vidrio (7.5 x 2.5 cm), y éste fue montado inmediatamente después sobre el dorso de una caja Petri, también con cinta adhesiva de doble cara (figura 9).

Con un motor eléctrico provisto de una turbina, con escape conectado a un tubo flexible de 5 cm de diámetro, se habilitó un túnel de viento. Se usó un regulador de intensidad de suministro eléctrico (modelo MAX.300w –marca DIMMER), para variar la velocidad de la turbina y consecuentemente la velocidad del viento generado por ella. Usando un anemómetro se midió la velocidad resultante. Con este equipo se expuso a ejemplares de todos los estadios de desarrollo de *R. indica*, en las cajas Petri descritas arriba, a velocidades iniciales de 60 km/h y ascendentes a razón de 10 km/h hasta alcanzar los 120 km/h de viento aplicado horizontalmente; cabe mencionar que se inicia la lectura a partir de los 80 km/h debido a que a velocidades inferiores,

no se consiguió desprender ningún ejemplar de los observados, por otra parte y en relación a la velocidad de 120 km/h, esta es seleccionada como máxima ya que dicha velocidad no se aprecia de manera ordinaria en el área de estudio.

Adicionalmente, se fijaron trozos de hoja de palma de coco (*Cocos nucifera*), como los descritos arriba pero en el interior (fondo) de cajas Petri. Se les expuso a corrientes de viento de manera que chocara contra las paredes de las cajas Petri y con ellos se simulara la turbulencia natural que suelen tener las corrientes de viento.

Durante la aplicación de corrientes de viento crecientes y utilizando un microscopio estereoscópico, se contó el número de ejemplares de cada estadio que permanecían sobre la hoja; se registró el número de ejemplares de cada estadio de desarrollo que se desprendió a cada velocidad; se empezó a 60 km/h y ésta se aumentó en forma gradual, con saltos de 10 km/h, hasta alcanzar los 120 km/h. por intervalos de tiempo de 20” para cada velocidad



Figura 9.- Fotografías de las arenas para el manejo de las muestras en las pruebas de túnel de viento.

4.5 Dispersión por medio de corrientes de aire, estudio de campo

Para determinar la relevancia que tiene el viento en la dispersión de *R. indica*, se seleccionó un predio en la localidad de El Cuyo, Yucatán, plantado con palmas de coco (*Cocos nucifera*) con infestación apreciable, pero no estimada numéricamente, del ácaro mencionado.

Se diseñaron de manera particular trampas adhesivas para capturar a los ácaros que se desprendieran de las plantas y que fueran arrastrados por el viento; para esto, se contemplaron 3 diferentes alturas buscando cubrir diferentes ángulos de caída de los ácaros.

Se hace referencia que existen estudios en donde ya se han utilizado trampas para esta finalidad aunque con diseños distintos, como se lee en el artículo: “Wind-based Dispersal of Oribatid Mites (Acari: Oribatida) in A Subtropical Forest in Japan” (Shigenori Karasawa *et al.*, 2005).

Cada trampa de las elaboradas por nosotros, tenía como soporte un tubo metálico de 6 m de altura colocado verticalmente sobre el suelo, en el cual estaban sostenidos tres cubos de material plástico de 30 x 30 x 30 cm aproximadamente, a 1.5, 3.5 y 5.5 metros de altura. Se prepararon bolsas de polietileno de 30 x 40 cm insertando dentro de cada una de ellas una hoja de plástico de color amarillo y untando una de sus superficies exteriores con goma adhesiva atrapamoscas o “tanglefoot” (Stickbug ®). Estas bolsas, a las que se llamó láminas, se fijaron a las cuatro caras verticales de cada cubo de plástico, con el adhesivo atrapamoscas hacia afuera de manera que pudiera capturar a ácaros y otros organismos que flotaran en el viento. Sobre cada cubo se colocó una charola de plástico para protegerlo de la caída directa de la lluvia (Figura 9).

En el predio seleccionado se instalaron ocho trampas de las descritas en el párrafo anterior, a distancias crecientes de palmas de coco (0, 4, 8 y 12 m), dos a cada distancia. Las caras de los cubos, con sus láminas adheridas, estaban orientadas hacia los puntos laterales de la rosa de los vientos (noreste, sureste, noroeste y suroeste), para tratar de determinar si su orientación con respecto a los vientos dominantes pudiera tener efecto en la captura de ácaros.

Las trampas fueron examinadas cada dos semanas, en total cuatro veces, entre los meses de marzo y mayo de 2012. En cada ocasión se remplazaron las láminas usadas por láminas nuevas. Las láminas retiradas se llevaron al laboratorio para la detección, identificación y cuantificación de los ácaros adheridos. Los ejemplares de *R. indica* capturados en las trampas fueron identificados por su estadio de desarrollo y sexo, y se contaron por cada cara, altura y orientación hacia un punto lateral. En 20% de las láminas donde se detectaron ejemplares de *R. indica* se reconoció el estado de desarrollo y el sexo en los adultos, para determinar la proporción de cada uno de ellos que se desplaza por el viento.



Figura 10.- Trampa adhesiva para la captura de ácaros arrastrados por el viento a tres niveles en el trabajo de dispersión en campo.

4.6 Determinación de la posible dispersión forética

Durante la revisión de las trampas adhesivas en el estudio de campo sobre la dispersión por aire, se observaron insectos capturados en las trampas para ver si sobre su cuerpo o muy cerca de él se encontraban ácaros. De los ácaros capturados en las trampas se postuló que podrían encontrarse

sobre los insectos en el momento de su captura, en una asociación de foresia. Cuando esto ocurrió, se cortó un pedazo del plástico con adhesivo que rodeara e incluyera tanto al insecto como a el (los) ácaro (s) asociados. Tanto los insectos como los ácaros se sumergieron en xilol para disolver el adhesivo y se hidrataron con alcoholes a concentraciones decrecientes de 100, 90, 80 y 70% posteriormente se montaron para su identificación; los insectos en alfileres entomológicos y los ácaros entre porta y cubreobjetos en líquido de Hoyer (Walter y Krantz, 2009), para su identificación al microscopio. Se buscó corroborar si los ejemplares encontrados en asociación con insectos eran de la especie *R. indica*; en caso contrario, se identificaron a nivel de familia.

4.7 Análisis de los datos

Los valores de supervivencia en las pruebas de ayuno forzado de los ácaros de cada estadio fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey, ambos con $\alpha = 0.05$, utilizando el paquete estadístico SAS 9.1 for Windows (SAS/STAT®). Se usó la misma prueba para determinar el efecto de la distancia, altura y orientación de las trampas en el número de ejemplares de *R. indica* atrapados en las trampas adhesivas utilizadas en la dispersión por medio del viento en pruebas de campo.

5. RESULTADOS

5.1 Resistencia al ayuno forzado

El registro de ácaros sobrevivientes a lo largo de las observaciones diarias para cada estadio de desarrollo y sexo aparece en las Figuras 10 a 13. A partir de los 10 ejemplares de ácaros de un estadio o sexo dado con que iniciaron las observaciones, se presentó un descenso gradual en el número de individuos vivos, en todos los tratamientos. Pese a dicho descenso, en el testigo el número de sobrevivientes fue significativamente mayor que en los demás tratamientos, en varios casos a partir del día 1.

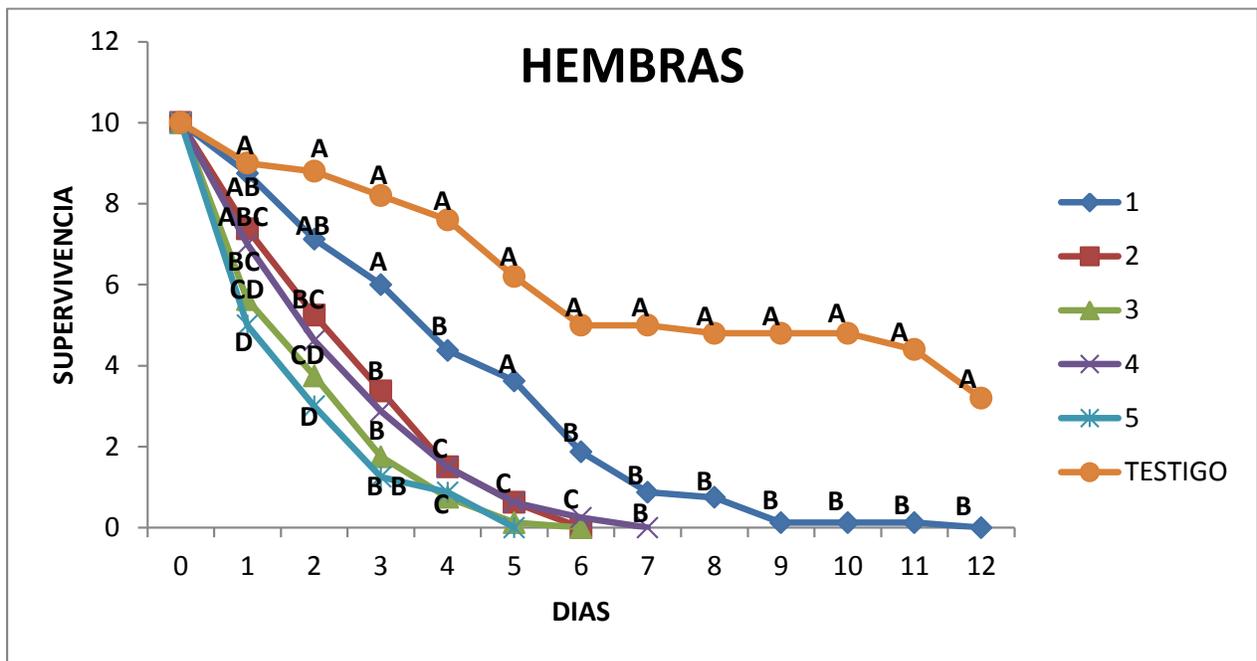


Figura 11. Número de hembras de *Raoiella indica* sobrevivientes en los tratamientos con restricciones crecientes de alimento y humedad. Intersecciones marcadas con la misma letra indican que no hubo diferencia significativa entre ellas (Tukey, $\alpha = 0.05$).

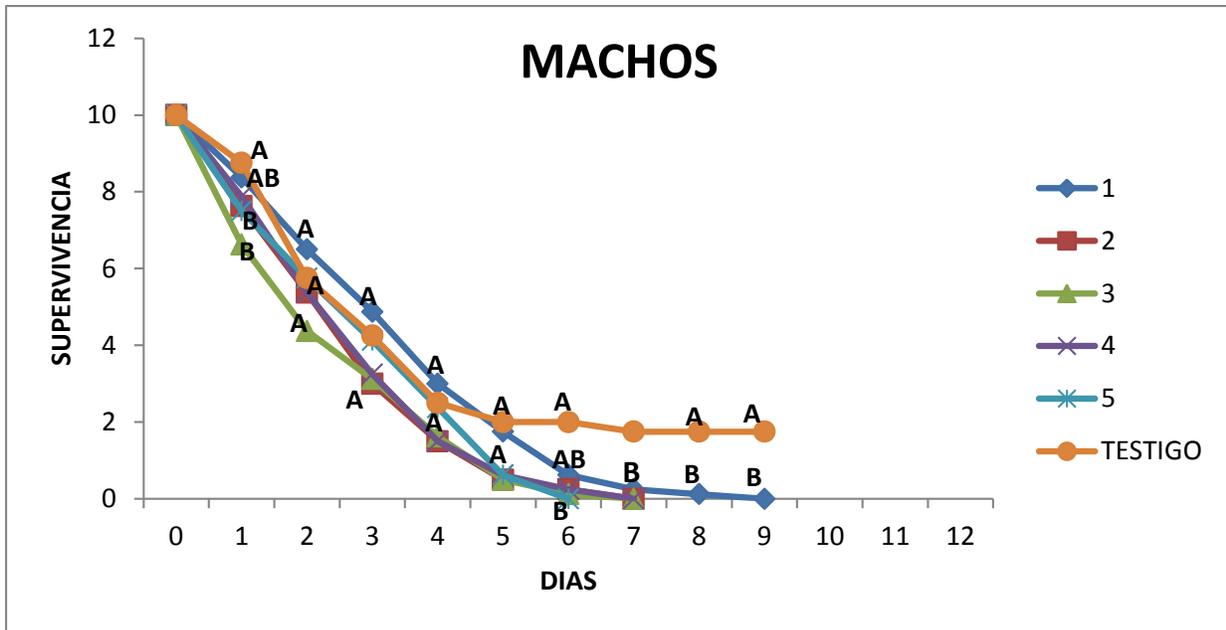


Figura 12. Número de machos de *Raoiella indica* sobrevivientes en los tratamientos con restricciones crecientes de alimento y humedad. Intersecciones marcadas con la misma letra indican que no hubo diferencia significativa entre ellas (Tukey, $\alpha= 0.05$).

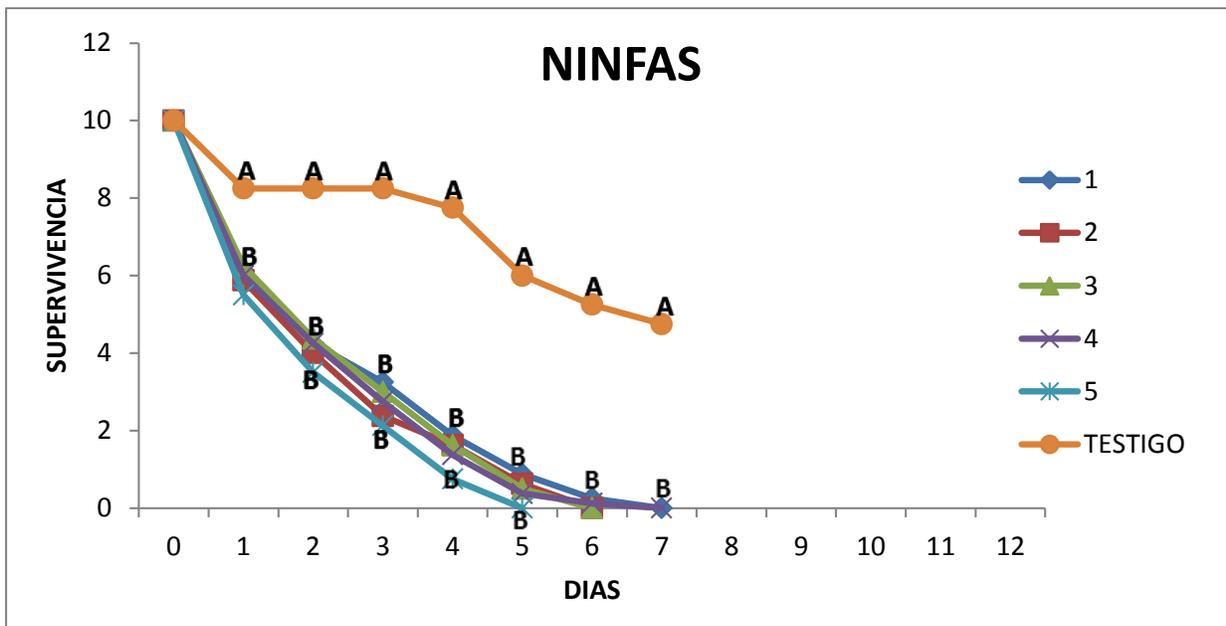


Figura 13. Número de ninfas de *Raoiella indica* sobrevivientes en los tratamientos con restricciones crecientes de alimento y humedad. Intersecciones marcadas con la misma letra indican que no hubo diferencia significativa entre ellas (Tukey, $\alpha= 0.05$).

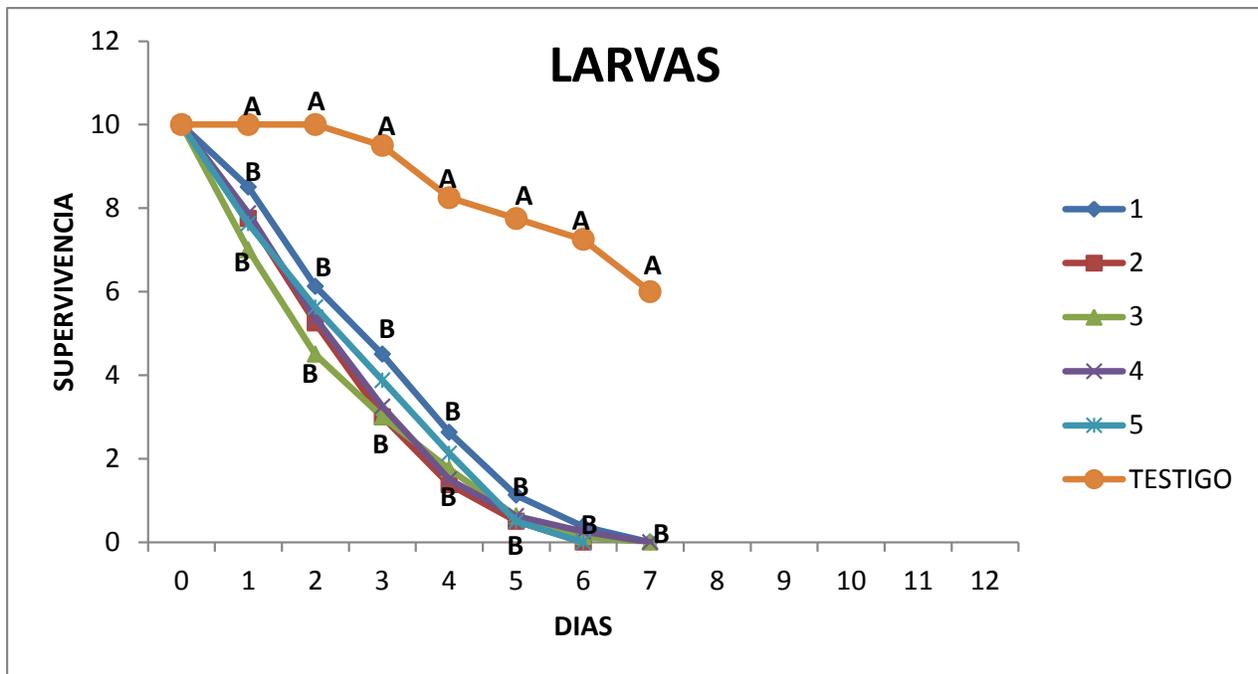


Figura 14. Número de larvas de *Raiella indica* sobrevivientes en los tratamientos con restricciones crecientes de alimento y humedad. Intersecciones marcadas con la misma letra indican que no hubo diferencia significativa entre ellas (Tukey, $\alpha= 0.05$).

En contraste, en los machos el descenso en el número de sobrevivientes fue más pronunciado en el testigo, de manera que inicialmente no hubo diferencia significativa de éste con los demás tratamientos. Sin embargo, a partir del día 5, el número de sobrevivientes se estabilizó en el testigo, a diferencia de los demás tratamientos, donde la mortalidad continuó hasta el fin de las poblaciones, hacia los días 6 a 9.

Fue notable que en el testigo, en todas las etapas de desarrollo y sexos, las poblaciones se redujeran gradualmente a pesar de contar con alimento en forma de plantas vivas; incluso se observó oviposición. Esto se atribuye a que números variables de ácaros quedaron atrapados en la barrera de grasa automotriz y murieron; este comportamiento se observó sobre todo en machos, que se mostraron más activos.

La resistencia de *R. indica* a sobrevivir con alimento que se deteriora, o incluso en ausencia total de fuente de alimento, fue superior a la observada en otros ácaros fitófagos. Haramoto (1966) observó que ejemplares *Brevipalpus phoenicis* mueren en tres días si se les priva de alimento, mientras que Hussey y Parr (1963) determinaron que *Tetranychus urticae* soporta entre tres y cuatro días sin alimento. Aparte del testigo, el valor máximo de supervivencia en *R. indica* fue en el tratamiento 1 (hembras, 12 días), en el cual los ácaros contaban con foliolos cortados, con un proceso natural de degradación pero con elevada humedad proporcionada con un algodón saturado de agua. En los tratamientos 4 y 5, donde las condiciones eran más adversas, sin ninguna fuente de alimento, todavía se observaban individuos vivos entre los días 6 y 7.

5.2 Dispersión por medio de corrientes de aire, estudio de túnel de viento

Con la aplicación de velocidades de viento inferiores a 80 km/h, todos los ejemplares, de todos los estadios y en adultos tanto los machos como las hembras, permanecieron en los trozos de hojas donde se encontraban. A partir del golpe de viento a 80 km/h los ejemplares empezaron a desprenderse de sus hojas manteniéndose sobre su sustrato un buen número de ellos, aun con viento a 120 km/h durante el tiempo de exposición que fue de 20” para cada experimento (Figura 15).

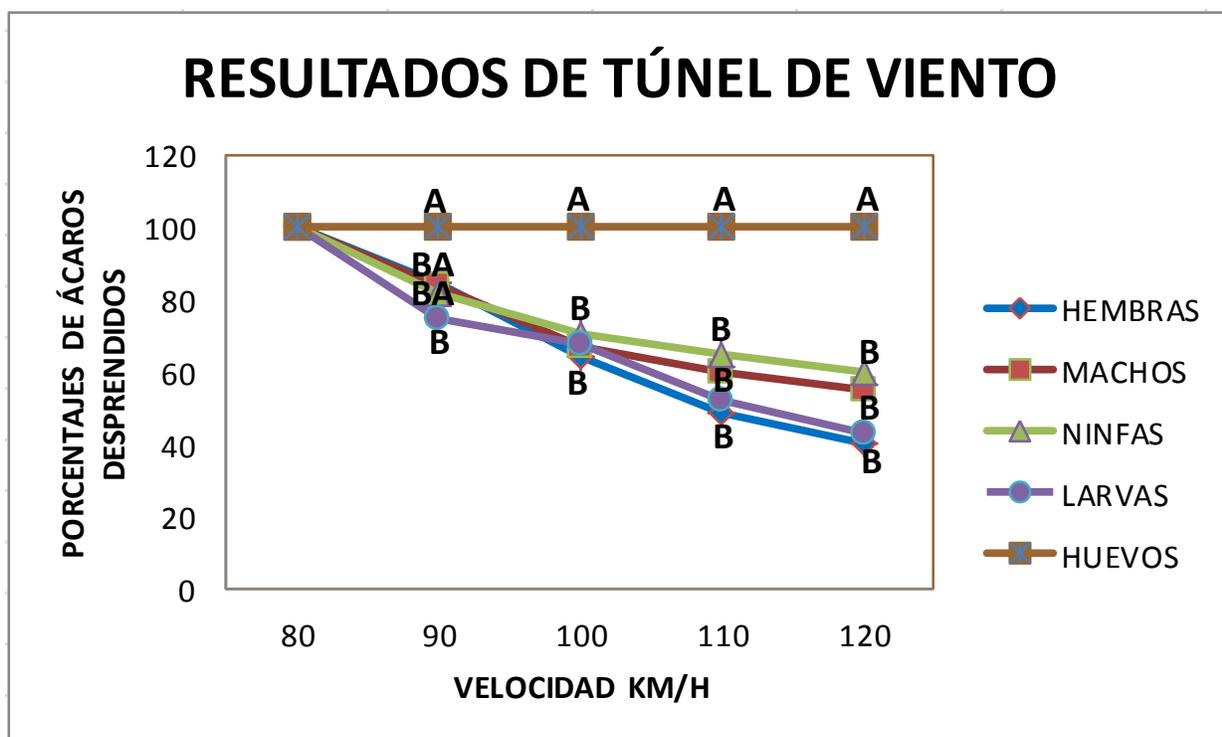


Figura 15. Proporción de ejemplares de *R. indica* de todos los estadios y sexos que permanecieron sobre las hojas sometidas a viento a diferentes velocidades. Los trozos de hoja de palma estaban adheridos en el “dorso” de la caja Petri. Intersecciones marcadas con la misma letra indican que no hubo diferencia significativa entre ellas (Tukey, $\alpha= 0.05$).

Las hembras se desprendieron de las hojas en mayor proporción que los machos y en cuanto a los inmaduros, las ninfas resistieron la acción de vientos a mayor velocidad que los otros estadios. Por su parte, los huevos permanecieron adheridos al sustrato en todos los casos y ninguno se desprendió de las hojas a las velocidades de viento. Esta misma tendencia se observó cuando se invirtieron las cajas Petri para que formaran turbulencia (Figura 15); en cuanto al análisis efectuado con Tukey, nos muestra que la permanencia de los estadios a 90 km/h. machos ninfas y hembras no tiene diferencia significativa con relación a las larvas y huevos ya que las larvas se desprenden en mayor número mientras que los huevos se quedan adheridis; a partir de los 100 km/h, las diferencias entre grupos desaparecen agrupando a todos los estados de crecimiento menos a los huevos con la misma tendencia de desprendimiento.

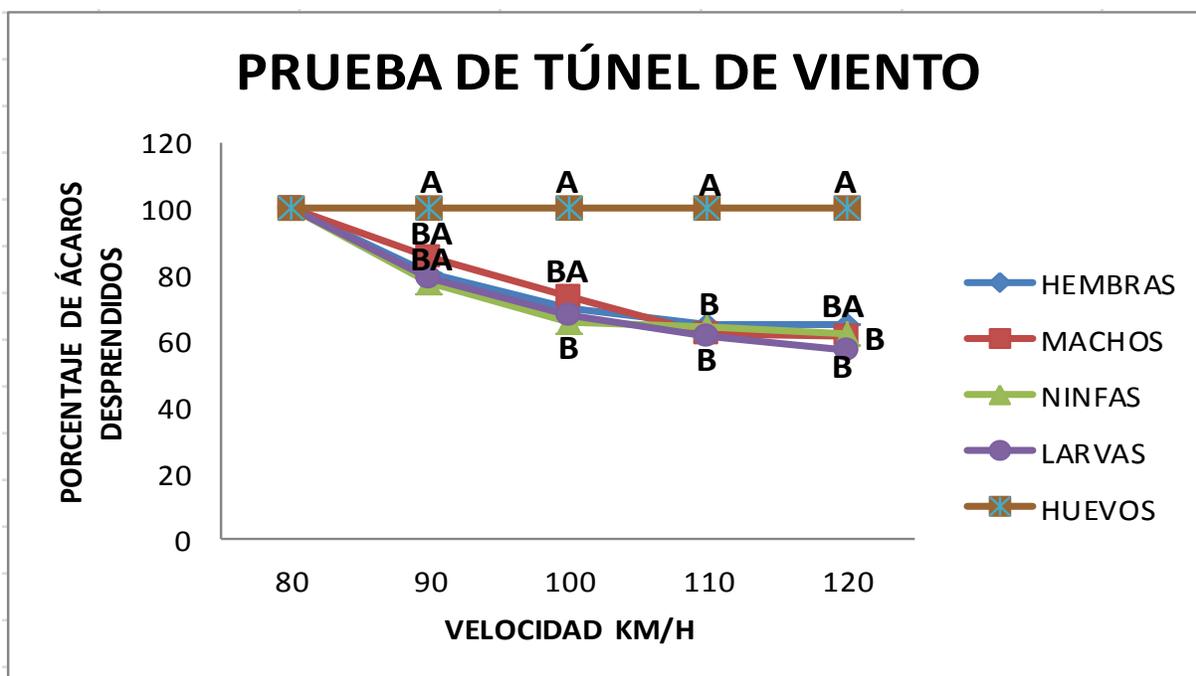


Figura 16. Número de ejemplares de *R. indica* de todos los estadios y sexos que permanecieron sobre las hojas sometidas a viento a diferentes velocidades. Los trozos de hoja de palma estaban adheridos en el fondo o interior de la caja Petri. Intersecciones marcadas con la misma letra indican que no hubo diferencia significativa entre ellas (Tukey, $\alpha= 0.05$).

La gráfica superior, nos muestra el comportamiento los diferentes estadios al ser impactados por las ráfagas de viento a diferentes velocidades y nos dice que a los 90 km/h, no había diferencias significativas en hembras, machos, ninfas y larvas agrupándolos a excepción de los huevos de los cuáles no se desprendió ninguno, conforme se incrementa la velocidad, los estadios que presentan una diferencia significativa, son para los 100 km/h, los machos, para los 110 se vuelven a agrupar y finalmente a 120 km/h, muestran significancia las hembras

Se observó que varios ejemplares hembras, permanecieron sujetas mediante los quelíceros, con lo que soportaron el golpe de viento a gran velocidad (Figura 17). En cuanto a la naturaleza de este fenómeno, cabe mencionar que las observaciones de individuos en esta posición fueron escasas por lo que no se podría definir como un comportamiento usual o más allá postularlo como estrategia de supervivencia por parte de las hembras, para con esto mantenerse en los

escenarios ideales para la preservación de la especie; aunado a esto, haciendo la revisión de sus hábitos alimenticios, la posibilidad de haberlas sorprendido en el momento que se alimentaban, se acrecenta ya que es precisamente clavando los quelíceros en los estomas de las plantas como llevan a cabo esta función vital.



Figura 17. Hembra de *Raoiella indica* sostenida de una hoja de palma de coco con sus quelíceros, soportando el golpe de viento a 120 km/h.

5.3 Dispersión por medio de corrientes de aire, estudio de campo

La suma de las láminas correspondientes a ocho trampas colocadas a tres alturas, con cuatro caras cada una y con observaciones en cuatro fechas resultó en un total de 384 láminas que se revisaron para detectar ácaros en ella, enfocados a determinar la diseminación de *R. indica* por medio de corrientes de viento. En todas las láminas observadas excepto en dos se encontró al menos un ejemplar de *R. indica*; asimismo se encontraron ácaros de las familias Cunaxidae,

Phytoseiidae, Tetranychidae, Cheyletidae. De los ejemplares de *R. indica* atrapados en las láminas adhesivas, 87% eran hembras, 5% eran machos, 6% fueron ninfas y finalmente el 2% correspondió a larvas.

El Cuadro 2 presenta los resultados de análisis de varianza, en un diseño factorial, de la relación entre el número de ejemplares de *R. indica* colectados (variable dependiente) y la distancia de las trampas respecto palmas de coco, altura de las láminas y su orientación respecto a los puntos laterales (variables independientes). Por su parte, los Cuadros 3 a 5 presentan la agrupación de medias de captura de dicho ácaro respecto a las variables anotadas, resultado de la aplicación de la prueba de Tukey. En todos los casos se analizaron por separado los datos correspondientes a las fechas sucesivas de revisión de las láminas.

Cuadro 2. Análisis de varianza de la relación entre la captura de ejemplares totales de *R. indica* (variable dependiente), la distancia de las trampas respecto a palmas de coco (dist), la altura de las láminas (altu), su orientación respecto a puntos laterales (orient) (variables independientes) y las interacciones entre dichas variable, por pares.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr>F
Datos del 16 de marzo de 2012					
Dist	3	12146.11458	4048.70486	7.85	0.0001
Altu	2	1918.75000	959.37500	1.86	0.1636
Orient	3	10487.19792	3495.73264	6.78	0.0005
Dist * altu	6	2447.16667	407.86111	0.79	0.5802
Dist * orient	9	10226.59375	1136.28819	2.20	0.0326
Altu * orient	6	4771.58333	795.26389	1.54	0.1783

Datos del 04 de abril de 2012

Dist	3	1019.447917	339.815972	2.96	0.0384
Altu	2	300.395833	150.197917	1.31	0.2768
Orient	3	2812.364583	937.454861	8.18	0.0001
Dist *	6	640.270833	106.711806	0.93	0.4791
altu					
Dist *	9	1540.760417	171.195602	1.49	0.1690
orient					
Cuadro 2					
.					
Altu *	6	299.354167	49.892361	0.44	0.8528
orient					
Dist	3	414.220919	138.073640	1.13	0.3417
Altu	2	79.826449	39.913225	0.33	0.7216
Orient	3	5443.031226	1814.343742	14.91	<.0001
Dist *	6	473.213424	78.868904	0.65	0.6914
altu					
Dist *	9	1805.470165	200.607796	1.65	0.1202
orient					
Altu *	6	93.139731	15.523288	0.13	0.9925
orient					

Datos del 21 de mayo de 2012

Dist	3	7524.03125	2508.01042	2.33	0.0822
Altu	2	1118.39583	559.19792	0.52	0.5971
Orient	3	23872.86458	7957.62153	7.40	0.0002
Dist *	6	3476.93750	579.48958	0.54	0.7769
altu					
Dist *	9	13603.09375	1511.45486	1.40	0.2042
orient					
Altu *	6	2181.60417	363.60069	0.34	0.9144
orient					

Cuadro 3. Captura media de ejemplares totales de *R. indica* en trampas adhesivas colocadas a distancias crecientes respecto a palmas de coco, en cuatro fechas de observación.

Distancia	16 de marzo	4 de abril	21 de abril	21 de mayo
0 m	37.875 a	10.33 b	17.500 a	51.792 a
4 m	27.250 ab	14.833 ab	12.333 a	43.750 a
8 m	15.167 bc	18.875 a	17.042 a	32.250 a
12 m	8.584 c	17.500 ab	16.739 a	28.250 a

Medias en una columna, seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 4. Captura media de ejemplares totales de *R. indica* en trampas adhesivas colocadas a tres alturas (1.5, 3.5 y 5.5 m), en cuatro fechas de observación.

Distancia	16 de marzo	4 de abril	21 de abril	21 de mayo
5.5 m	27.531 a	17.719 a	16.000 a	36.094 a
3.5 m	22.531 a	13.438 a	16.968 a	44.313 a
1.5 m	16.594 a	15.000 a	14.750 a	38.875 a

El valor de la media en una columna, seguida por la misma letra, no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 5. Captura media de ejemplares totales de *R. indica* en trampas adhesivas colocadas a cuatro diferentes orientaciones con respecto a los puntos laterales de la rosa de los vientos, en cuatro fechas de observación.

Distancia	16 de marzo	4 de abril	21 de abril	21 de mayo
Noreste	22.542 ab	19.625 a	27.522 a	59.042 a
Sureste	38.958 a	21.708 a	16.875 b	51.250 ab
Noroeste	11.333 b	11.417 b	13.042 bc	21.417 c
Suroeste	16.042 b	8.792 b	6.625 c	27.333 bc

Medias en una columna, seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

5.4 Determinación de la posible dispersión forética

En todos los casos, los ejemplares de *R. indica* capturados en las trampas, cualquiera que fuera su estado de desarrollo o sexo, se encontraron libres en el adhesivo, no en estrecha cercanía con ningún tipo de insecto (Figura 17).



Figura 18.- Hembra de *R. indica* tal y como se encontró en las trampas adhesivas.

De este estudio no se obtuvo ninguna evidencia de que *R. indica* se desplace mediante foresia. Ácaros de otros grupos fueron encontrados claramente en asociación con insectos, donde se

puede afirmar que estaban sobre dichos insectos cuando ambos fueron atrapados en el adhesivo (Figuras 18 y 19). Se identificaron ácaros de la familia Hemisarcoptidae, foréticos sobre coleópteros de la familia Coccinellidae, y ácaros de la familia Uropodidae, foréticos sobre dípteros de la familia Phoridae. No se obtuvieron datos adicionales sobre ellos.

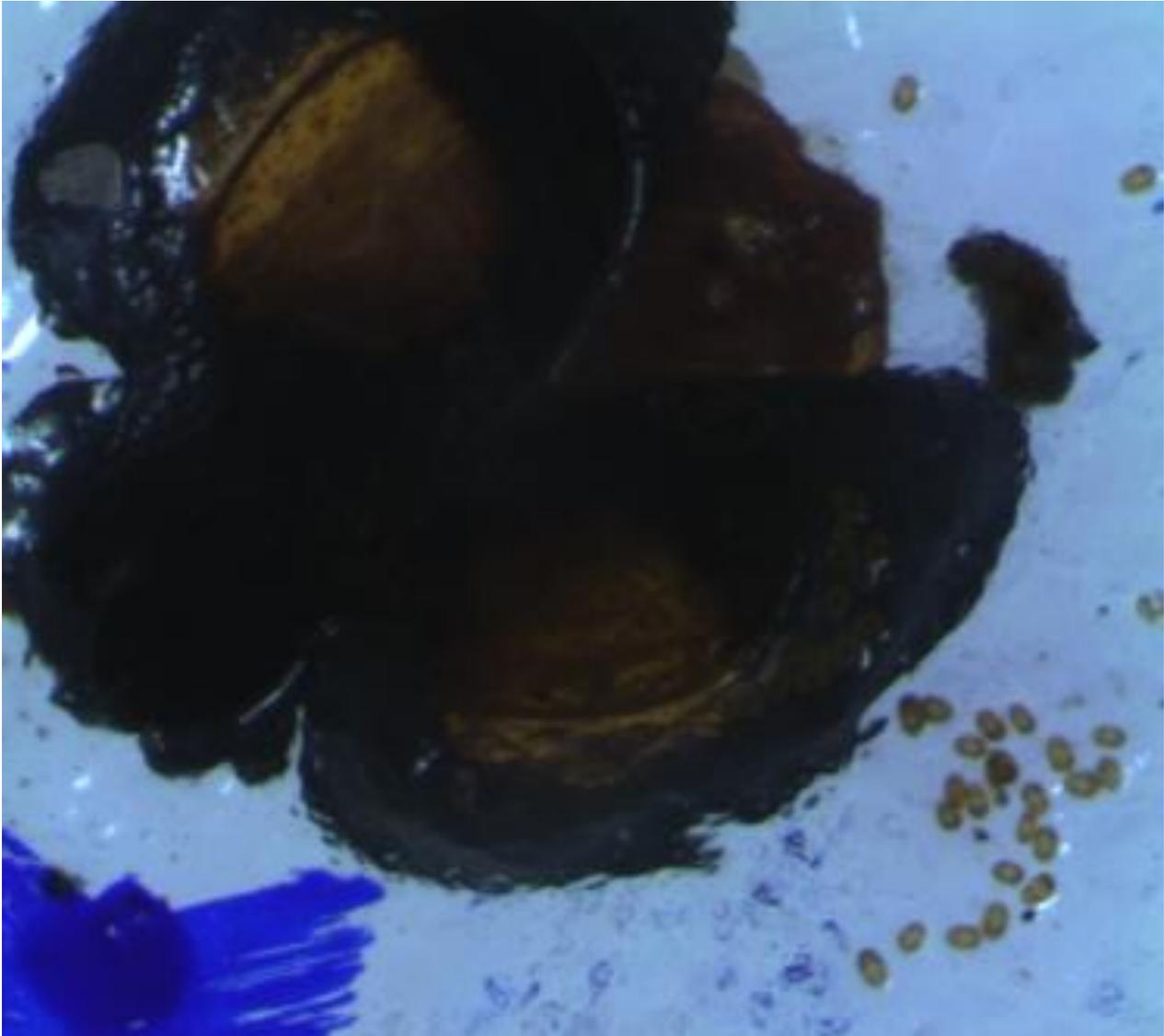


Figura 19. Caso típico de foresia encontrado en pruebas de dispersión por viento entre individuos de las familias Tarsonemidae y Coccinellidae en vista panorámica.



Figura 20. Ampliación de la figura 18 modificada en su contraste para apreciar la presencia de hemisarcóptidos incluso en la superficie de las alas del coccinéido (ovalo rojo)

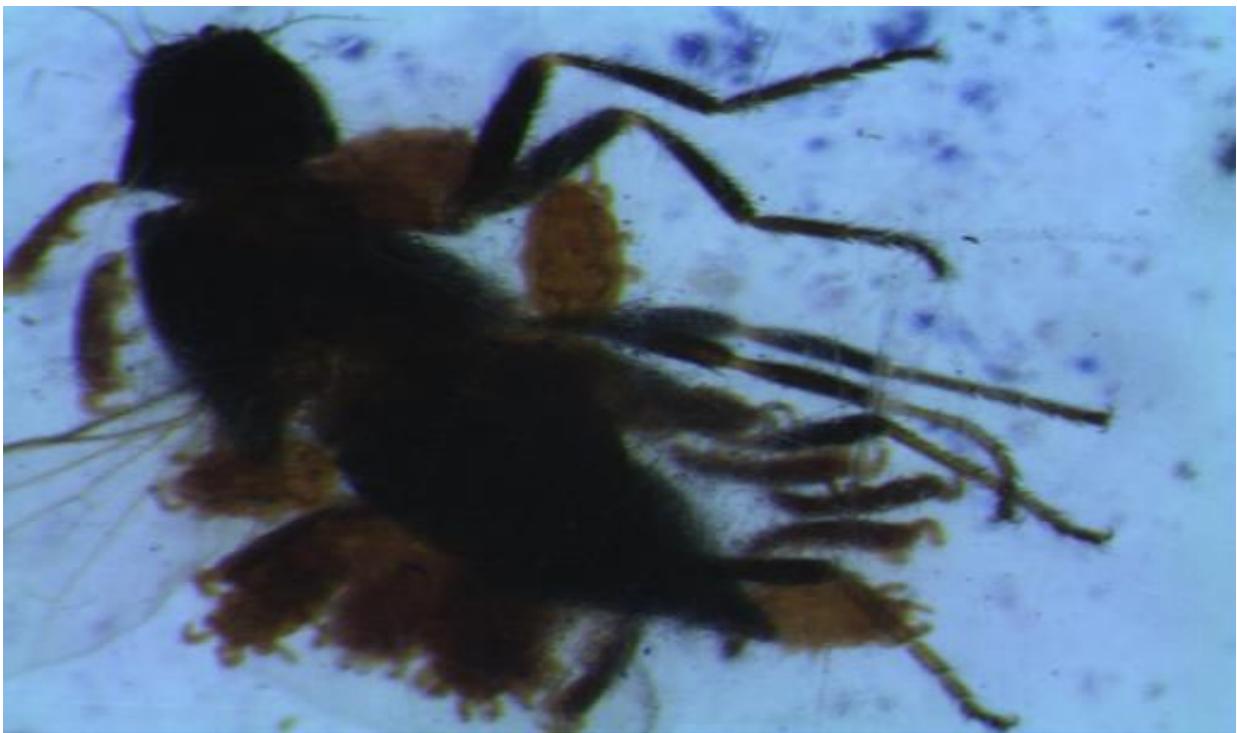


Figura 21. Evidencia de foresia en las láminas adhesivas utilizadas durante las pruebas de dispersión por viento (pegados en trampas adhesivas), que se da entre ácaros de la familia Uropodidae, sobre dípteros de la familia Phoridae.

6. DISCUSIÓN

6.1 Resistencia de *Raoiella indica* al ayuno

Los datos obtenidos en el estudio sobre ayuno forzado muestran la importancia que puede tener el comercio de artesanías y otros productos hechos a base de hojas de palma de coco y otras plantas hospedantes de *R. indica*.

Canastos, sombreros y productos similares a estos incluyendo las artesanías que son transportados por los turistas, los que podrían llevar ácaros de un sitio a otro. El tiempo que sobreviven los ácaros en esas condiciones es suficiente para que turistas de cruceros o recorridos programados (paquetes) puedan llevar ejemplares vivos a otros sitios. Ello podría explicar por qué en México la diseminación de *R. indica* se ha asociado principalmente con sitios turísticos (Estrada-Venegas *et al.*, 2012. Acarología Latinoamericana) y que este ácaro haya dado un gran salto desde su anterior distribución en el Caribe mexicano a la costa de Oaxaca, en el océano Pacífico (Dirección de Protección Fitosanitaria, 2013).

Otros objetos, como la ropa u otros enseres de los viajeros, también pueden ser portadores de ácaros. Aun sobre estos objetos, sin ninguna clase de alimento, se esperaría que algunos ejemplares de *R. indica* sobrevivieran unos seis días. La importancia de esta forma de diseminación es probablemente menor pero no es nula. Sin embargo, la forma más importante como este ácaro se puede diseminar sin duda es cuando se transportan plantas hospedantes vivas, donde los ácaros no solamente pueden sobrevivir sino que se reproducen, y al ser transportados a sitios distantes contarán con hospedantes vivos, susceptibles de ser propagados y comercializados *in situ*.

Las hembras de *R. indica* mostraron la máxima resistencia al ayuno y además pueden reproducirse partenogénicamente (Helle *et al.*, 1980). Por ello, un solo ejemplar sobreviviente es suficiente para fundar una colonia y establecerse en un sitio si encuentra las condiciones favorables. Los machos y los inmaduros mostraron también una resistencia al ayuno superior a la de otros ácaros fitófagos; sin embargo, en el caso de los machos, su papel en la diseminación de la especie es totalmente irrelevante, dado que en caso de llegar a un nuevo hábitat sería muy improbable que encontrara a una hembra.

6.2 Dispersión de *Raoiella indica* mediante el viento

Los resultados de la exposición de *R. indica* a corrientes en el túnel de viento muestran que este ácaro es capaz de ofrecer una gran resistencia a desprenderse de las plantas. Aun vientos de 120 km/h, que no son comunes en la zona de estudio y sólo se les esperaría durante fuertes tormentas o huracanes, no desprendieron a todos los ejemplares expuestos. Las hembras mostraron más tendencia a desprenderse de las plantas con el viento, lo cual ha sido observado en otros grupos de ácaros fitófagos y depredadores que habitan en las plantas y se asocia con su mayor tamaño, que las hace más propensas a salir de una delgada zona inmediata a la superficie de las hojas (conocida como boundary layer y que literalmente se podría traducir como capa frontera) donde las irregularidades en la superficie, como los tricomas, ofrecen una mayor resistencia al viento. Se sabe que las hembras adultas, más que otras etapas de desarrollo, asumen posiciones que las separan de la capa frontera, con lo que aumentan sus posibilidades de ser arrastradas por el viento (Hoy, 1982; Kennedy y Smitley, 1985). Esto no se pudo confirmar durante el presente estudio.

Llamó la atención que se observaron hembras “ancladas” al sustrato con sus quelíceros que resistieron corrientes de viento a alta velocidad (Figura 17). No es claro si este comportamiento es una respuesta al viento o simplemente se sorprendió a esas hembras en proceso de alimentarse, lo que hacen insertando sus quelíceros en los estomas de las plantas (Beard *et al.*, 2012).

Los huevos soportaron todas las corrientes de viento a las que se les expuso, con un máximo de 120 km/h. Nageshachandra y Channabasavanna (1984) afirmaron que el pedúnculo de los huevos les proporciona una especie de anclaje, pero durante el presente trabajo se observó que en ocasiones el pedúnculo estaba desprendido y el huevo seguía en su sitio, por lo que se sugiere que los huevos más bien se adhieren al sustrato por medio de alguna sustancia mucilaginosa, a lo que debe agregarse que están postrados y por ello más dentro de la capa frontera.

Las capturas de ejemplares de *R. indica* en campo mediante trampas adhesivas presentan contrastes con respecto a los estudios del túnel de viento. En campo se observó una abundante población de ácaros de la especie en estudio que eran arrastrados por el viento, aun cuando en ningún momento durante el tiempo de estudio llegaron a presentarse corrientes de 80 o más km/h. De hecho, durante ese periodo no se observaron fuertes corrientes, según los registros de las estaciones meteorológicas de Dzilam y Tizimín, Yucatán (Cuadro 6, con datos obtenidos en la página electrónica: <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/historicos>).

Cuadro 6. Velocidad y dirección del viento en las inmediaciones del sitio de estudio (estaciones meteorológicas de Tizimin y Dzilam, Yucatán, durante el período de estudio.

Periodo	Tizimín, Yucatán			Dzilam, Yucatán		
	VV	VV max.	DVV max.	VV	VV max.	DVV max.
marzo	8.13	24.9	(E)	8.29	27.7	(NE)
abril	6.88	27.5	(NO)	8.27	29.9	(O)
mayo	5.33	22.1	(SE)	7.2	28.4	(NE)

Significado de las abreviaturas. VV: velocidad media del viento. VV max: velocidad máxima del viento. DVV max: dirección del viento que tuvo la velocidad máxima.

Dado que el número de observaciones en el túnel de viento de necesidad es muy reducido, se consideran más confiables los datos obtenidos en las colectas en campo, donde las poblaciones de *R. indica* llegan a alcanzar 100 millones en una palma de coco (Rodríguez *et al.*, 2007). Lo anterior muestra que este ácaro se desplaza de manera importante con el viento, aunque esa forma de dispersión, como mecanismo natural, explicaría sobre todo el traslado a distancias cortas, dentro de una misma huerta o entre huertas cercanas. Los grandes saltos que este ácaro ha dado en México, incluso al pasar de la costa del Golfo de México y el Caribe a la costa del Pacífico entre 2012 y 2013 (Dirección de Protección Fitosanitaria, 2013), no han coincidido con huracanes ni han sido posteriores a ellos, por lo que se postula que más bien son el resultado de actividades humanas, como turismo o transporte de plantas infestadas (Estrada-Venegas *et al.*, 2012. *Acarologia Latinoamericana*).

Se observó una asociación significativa entre la distancia de las trampas y las capturas de ejemplares totales de *R. indica*, así como en la interacción entre estas variables, pero esto ocurrió de manera errática (Cuadros 2 y 3); incluso en la lectura del 4 de abril se colectaron significativamente más ácaros en las trampas colectadas a 8 m que a 0 m. Asimismo, no se observó diferencia en las capturas en láminas a diferentes alturas. Esto sugiere que los ejemplares de *R. indica* no caen de manera inmediata al desprenderse de las plantas, por lo que son capaces de desplazarse a distancias mayores que en las que se colocaron las trampas; esto mostraría que el viento es un factor de gran importancia para el desplazamiento de estos ácaros

Finalmente y con base en las evidencias obtenidas con los diferentes mecanismos utilizados en el presente trabajo, podemos postular que el principal mecanismo de dispersión para los ácaros de la especie *R. indica*, son las actividades antropogénicas toda vez que las áreas en que se distribuye, presentan líneas de recorrido interrumpidas y por tanto grandes saltos entre territorios aún y cuando las características vitales estén presentes para su establecimiento.

De manera consistente se observó una captura de ácaros significativamente mayor en las láminas orientadas hacia el este (noreste y sureste, Cuadro 5). Esto se asocia con la dirección de los vientos de la zona, que en forma dominante provienen del este (Cuadro 6), básicamente los vientos alisios (Casas y Alarcón, 1999). Al contrario de lo observado en los estudios con el túnel de viento, corrientes de poca velocidad desprendieron ejemplares de *R. indica* y son con certeza un importante mecanismo de dispersión y colonización. Este hecho, combinado con su capacidad para sobrevivir sin alimento, da elementos adicionales para explicar la rapidez con que se ha

esplazado en América tropical y pone en evidencia mostrar el gran potencial de este ácaro como plaga invasiva.

7. CONCLUSIONES

Para la dispersión de la especie *R. indica*, el principal mecanismo utilizado por la especie se da con base en las actividades antropogénicas consistentes en el traslado de personas que las trasladan de un sitio a otro con o sobre

Después de las diferentes observaciones en campo, no se encontraron evidencias de foresia para la especie *R. indica*; por lo cual apoyamos los estudios de diversos autores en cuanto a que la familia Tenuipalpidae no practica dicho mecanismo para dispersarse, a diferencia de otras especies de ácaros.

Otro aspecto que podemos resaltar, es el hecho de la actividad de los machos que es mayor a la que se observa en el resto de los estadios de desarrollo de la especie con base en los estudios de resistencia al ayuno en donde debido a esa hiperactividad, los machos quedaban atrapados en la grasa utilizada en las arenas de observación.

Un evento que de comprobarse puede ser relevante, es la estrategia adoptada por *R. indica* para permanecer en un sitio determinado y que consiste de acuerdo a lo observado en incrustar sus quelíceros en los estomas de la plantas hospederas.

Se requieren más estudios para determinar si los huevos además de estar provistos del pedúnculo que muchos autores marcan como el responsable del anclaje a su sustrato, estos cuentan con otro tipo de sustancia musilaginosa; al notarse en el presente estudio mediante las pruebas de túnel de

viento que estos no se separan del sustrato a pesar de las velocidades a que fueron sometidos aún a pesar de que los pedúnculos-ancla, se mostraban libres.

8. LITERATURA CITADA

Amaro G., de Morais E.G.F. 2013. Potential geographical distribution of the red palm mite in South America. *Experimental and Applied Acarology*. 60: 343-355.

Athias-Binche F. 1994. La phoresie chez les acariens. Aspects adaptatifs et évolutifs. Editions du Castillet, Perpignan, France.

Beard J.J., Ochoa R., Bauchan G.R., Welbourn W.C., Pooley C., Dowling A.P.G. 2012. External mouthpart morphology in the Teunipalpidae. *Experimental and Applied Acarology* DOI 10.1007/s10493-012-9540-2.

Carrillo D., Amalin D., Hosein F., Roda A., Duncan R.E., Peña J.E. 2011. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. *Experimental and Applied Acarology*.

Casas Castillo M.C., Alarcón Jordán M. 1999. Meteorología y clima. Ediciones UPC, Barcelona, España, 157 pp.

Dirección de Protección Fitosanitaria, Dirección General de Sanidad Vegetal. 2013. Campaña contra Ácaro Rojo de las Palmas, Informe mensual No. 4, Abril de 2013. Disponible en www.senasica.gob.mx/. Consultado 12 de septiembre de 2013.

Estrada-Venegas E.G., Equihua-Martínez A., Acuña-Soto J., Chaires-Grijalva M.P. 2012. Distribución de *Raoiella indica* (Acari-Tenuipalpidae) en México. En: Estrada-Venegas E.G., Equihua-Martínez A., Acuña-Soto J., Chaires-Grijalva M.P., Durán Ramírez G. (Eds.) Acarología Lationamericana. Sociedad Mexicana de Entomología 393-399.

Etienne J., Flechtmann C.H.W. 2006. First record of *Raoiella indica* (Hirst, 1924) (Acari: Tenuipalpidae) in Guadeloupe and Saint Martin, West Indies. International Journal of Acarology 32:331–332.

Evans, G.O. 1992. Principles of Acarology. CABI Publishing. 563 p.

Flechtmann C.H.W., Etienne J. 2004. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). Syst. Appl. Acarol. 9: 109-110.

Flores-Galano G., Montoya A., Rodríguez H. 2010. Biología de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) sobre *Areca catechu* L. Rev. Protección Veg. 25: 11-16.

Haramoto F.H. 1966. Biology and control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae). PhD Dissertation University of Hawaii.

Helle W., Bolland R., Heitmans W.R.B. 1980. Chromosomes and types of parthenogenesis in false spider mites (Acari: Tenuipalpidae). *Genetica* 54: 45-50.

Hoy M.A. 1982. Aerial dispersal and field efficacy of a genetically improved strain of the spider mite predator *Metaseiulus occidentalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 32: 205-212.

Hoy M. 2011. Agricultural acarology. Introduction to integrated mite management. Taylor and Francis Group, LLC. United States of America. pp 410

Hoy M.A., Peña J. y Nguyen R. 2006. Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae). University of Florida IFAS Extension EENY-397: 1-6.

Hussey N.W., Parr W.J. 1963. Dispersal of the glasshouse red sider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 6: 207-214.

Jeppson L.R., Keifer H.H., Baker E.W. 1975. Mites injurious to economic plants. Univ. California Press, 614 pp.

Kane E.C., Ochoa R., Mathurin G., Erbe E.F. 2005. *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): an island-hopping mite pest in the Caribbean. Disponible en <http://www.sel.barc.usda.gov/acari/PDF/Raoiella%20indica-Kane%20et%20al.pdf>. Consultado 17 de noviembre de 2013.

Keirans J.E. 2009. Order Ixodida. En: Krantz G.W., Walter D.E. (Eds.) A manual of acarology. Third edition. Texas Tech University Press. USA. Cap. 11.

Kennedy G.G., Smitley D.R. 1985. Dispersal. En: Helle W., Sabelis M.W. (Eds.) Spider mites: their biology, natural enemies and control. World Crop Pests, Vol. 1A, Elsevier, Amsterdam, Holland. Pp.233-242.

Krantz G.W., Lindquist E.E. 1979. Evolution of phytophagous mites (Acari). Annual Review of Entomology 24: 121-158.

Krantz G.W., Walter D.E. (eds). A manual of Acarology. Third Edition. Lubbock, Texas Tech University Press, 807p.

Lindquist E.E. 1998. Evolution of phytophagy in trombidiform mites. Experimental & Applied Acarology 22: 81–100.

Mendonça R.S., Navia, D., Flechtmann, C.H. 2005. *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), o ácaro vermelho das palmeiras-um ameaca para as Américas. Embrapa recursos genéticos e Biotecnología. Documentos 146, 37 pp.

Moutia L.A. 1958. Contribution to the study of some phytophagous Acarina and their predators in Mauritius. Bull. Entomol. Res. 49(1): 59-75.

Nageshachandra B., Channabasavanna G. 1984. Development and ecology of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) on coconut. En: Griffiths D.A., Bowman C.E. (Eds.). *Acarology* VI. Ellis Horwood Publishers, Chicester, UK. p. 785-798.

NAPPO. 2009. Detección del ácaro rojo de las palmas (*Raoiella indica*) en Isla Mujeres y Cancún, Quintana Roo, México. Sistema de Alerta Fitosanitaria-NAPPO (Organización Norteamericana de Protección a las Plantas). <http://www.pestalert.org/espanol/oprDetail.cfm?oprID=406> Consultado 17 de noviembre de 2013.

Palevsky E., Soroker V., Weintraub P., Mansour F., Abo-Moch, Gerson U. 2001. How species-specific is the phoretic relationship between the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) and its insect hosts? *Experimental and Applied Acarology* 25: 217-224.

Peña J.E., Mannion C.M., Howard F.W., Hoy M.A. 2006. *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 Service. 8 pp.

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

Red de Estaciones del INIFAP: (<http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/historicos>).

Rodríguez H., Montoya A., Ramos M. 2007. *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): Una amenaza para Cuba. *Revista de Protección Vegetal* 22: 142-153.

Sabelis M.W., Dicke M. 1985. Long-range dispersal and searching behavior. En: Helle W., Sabelis M.W. (Eds.) *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. World Crop Pests, Vol. 1B, Elsevier. Pp-141-160.

Shigenori Karasawa *et al.*, 2005. Wind-based Dispersal of Oribatid Mites (Acari: Oribatida) in A Subtropical Forest in Japan. *J. Acarol. Soc. Jpn.*, 14 (2): 117-122

figu

Veerman A. 1985. Diapause. En: Helle W., Sabelis MW (eds.) *Spider mites: their biology, natural enemies and control*, vol. 1A. Elsevier, Amsterdam, pp. 279–316.

Waite G.K. 1999. New evidence further incriminates honey-bees as vectors of lychee erinose mite *Aceria litchi* (Acari: Eriophyidae). *Experimental and Applied Acarology* 23: 145-147.

Walter D.E., Krantz G.W. 2009. Collection, rearing and preparing specimens. p.83-96. En