

## Control químico del ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae)

### Chemical control of the red palm mite *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae)

Azalia Correa-Méndez<sup>1</sup>, Rodolfo Osorio-Osorio<sup>1\*</sup>, Luis Ulises Hernández-Hernández<sup>1</sup>, Efraín de la Cruz-Lázaro<sup>1</sup>, César Márquez-Quiroz<sup>1</sup>, Rosa Ma. Salinas-Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Km 25 carretera Villahermosa-Teapa. 86000. Centro, Tabasco, México

\*Autor de correspondencia: rodolfo.osorio@ujat.mx

**Nota científica recibida:** 20 de enero de 2017 **aceptada:** 21 de septiembre de 2017

**RESUMEN.** El objetivo del trabajo fue comparar la efectividad biológica de 19 acaricidas comerciales para el control de poblaciones de *Raoiella indica* Hirst en Tabasco, México. Los acaricidas se asperjaron sobre el follaje de plantas de cocotero híbrido (Alto del Pacífico x Enano Malayo), previamente infestadas con *R. indica*, en dosis y frecuencia de aplicación recomendadas. Se registró el número de ácaros que permanecieron vivos en la superficie abaxial del follaje a los 2, 7, 14 y 21 d después de la aplicación. Los acaricidas bifentrina, acequinocyl, bifenazate, spiromesifen, amitraz, fenpyroximate, clorfenapir, azufre, clorhidrato de formetanato, milbemectina, propargite y fenazaquin fueron los más efectivos, al reducir las poblaciones de *R. indica* en más del 95% a los 7 d después de la aplicación. Se propone el uso secuenciado de estos acaricidas en la región, basándose en sus modos de acción, para un control químico racional de la plaga.

**Palabras clave:** Acaricidas, *Cocos nucifera* L., efectividad biológica, grupos toxicológicos

**ABSTRACT.** The aim of this study was to compare the biological effectiveness of 19 commercial acaricides for the control of *Raoiella indica* Hirst populations in Tabasco, Mexico. The acaricides were sprayed on the foliage of hybrid coconut plants (Alto del Pacífico x Enano Malayo), previously infested with *R. indica*, at the recommended dosage and frequency of application. The number of mites that remained alive on the abaxial surface of the foliage at 2, 7, 14 and 21 d after application was recorded. The acaricides bifenthrin, acequinocyl, bifenazate, spiromesifen, amitraz, fenpyroximate, chlorfenapyr, sulfur, formetanate hydrochloride, milbemectin, propargite and fenazaquin were the most effective, reducing the populations of *R. indica* by more than 95% at 7 d after application. The sequenced use of these acaricides in the region is proposed, based on their modes of action, for a rational chemical control of the pest.

**Key words:** Acaricides, *Cocos nucifera* L., biological effectiveness, toxicological groups

## INTRODUCCIÓN

El ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* Hirst fue reportado por primera vez en el continente americano en el 2004, en la isla Martinica (Flechtmann y Etienne 2004). A pesar de las medidas cuarentenarias establecidas, se dispersó en las otras islas del Caribe y América Latina (Rodrigues et al. 2007, Kane et al. 2012). El ácaro causa

daños en cultivos de importancia económica, como el cocotero (*Cocos nucifera* L.), bananos y plátanos (*Musa* spp.), palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) y varias especies de palmas ornamentales y heliconias (Carrillo et al. 2012). En México se detectó por primera vez en el 2009 en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres, Quintana Roo (NAPPO 2009), por lo que el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria,

a partir de abril de 2010, implementó la campaña contra el ácaro rojo, cuyo objetivo fue evitar que la plaga ocasionara daños de importancia económica en unidades de producción agrícola (SENASICA 2017). En el 2016, el gobierno federal aplicó un presupuesto de 19.06 millones de pesos para la campaña contra el ácaro rojo en los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Esta campaña fitosanitaria se enfoca en la detección y manejo de brotes poblacionales de *R. indica*, mediante la aplicación periódica de acaricidas y podas sanitarias del material vegetativo infestado. Recomendando los acaricidas abamectina, spiroticlofen y azufre elemental, autorizados de forma temporal por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) (SENASICA 2015).

El control químico de los ácaros es crucial en los programas de manejo integrado de plagas a nivel mundial y es poco probable que se elimine (Van Leeuwen *et al.* 2015); debido a que sirve para controlar brotes poblacionales (Fountain *et al.* 2010) o mitigar su dispersión (De Assis *et al.* 2013). Los ácaros incluyen especies con altas tasas de reproducción y ciclos de vida cortos (Van Leeuwen *et al.* 2010), lo que incrementa su potencial para desarrollar resistencia a los acaricidas (Whalon *et al.* 2008). La recomendación para manejar la resistencia contempla acciones como alternancia, secuenciación, rotación y uso de mezclas de compuestos con mecanismos de acción diferentes (Marcic 2012). Por lo que el desafío principal que enfrenta el control químico efectivo es reconocer la efectividad biológica de los acaricidas bajo condiciones locales para diversificar el mecanismo de mortalidad de la plaga (Whalon *et al.* 2008). Debido a que el uso de un ingrediente activo único para el control de plagas propicia la resistencia acelerada (Whalon *et al.* 2008). Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue comparar la efectividad biológica de 19 acaricidas para el control de *R. indica* en plantas de cocotero híbrido (Alto del Pacífico x Enano Malayo) en Tabasco, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio experimental

El experimento se realizó en la ranchería Chipilinar 2<sup>a</sup> Sección, municipio de Jalapa, Tabasco (17° 47.614' LN y 92° 47.764' LO) durante la época de secas que abarca de marzo a mayo, que se caracteriza por temperaturas altas y lluvias escasas (Larios-Romero y Hernández 1987). Estas condiciones ambientales favorecen el incremento poblacional de *R. indica* en sus plantas hospederas (Polanco-Arjona *et al.* 2017).

### Infestación del material vegetal

Se adquirieron 80 plantas de cocotero híbrido (Alto del Pacífico x Enano Malayo) de 18 meses de edad, en el vivero Hacienda Campo Real del municipio de Comalcalco, Tabasco. Las plantas se trasladaron al sitio experimental, donde por seis meses se les proporcionó riego y fertilización química a dosis de 50 g de superfosfato triple por planta. La infestación experimental de *R. indica* en cada planta, se realizó de forma dirigida a los folíolos de la parte media de cuatro frondas, localizadas en la parte media del estrato arbóreo. En cada planta, se realizaron cuatro infestaciones a intervalos de dos semanas, del 16 de marzo al 27 de abril de 2016. En cada infestación, se colocaron 10 secciones de folíolo infestados por colonias de *R. indica*, sujetándolos a la superficie abaxial de los folíolos a infestar con clips, para permitir el establecimiento y colonización de los ácaros. La longitud de cada sección foliar infestante varió de 5 a 10 cm, dependiendo de la densidad de colonias de ácaros, con la finalidad de uniformizar la cantidad de ácaros colocados por fronda. El material biológico se obtuvo de plantas de cocotero híbrido infestadas de forma natural por *R. indica* y sin antecedentes de tratamiento químico, localizadas en las inmediaciones del sitio experimental.

### Diseño experimental

El experimento se estructuró bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de una

planta de cocotero infestada previamente por *R. indica*. Un día antes de la aplicación de los tratamientos, se realizó el muestreo del número de ácaros adultos de *R. indica* por foliolo por planta, tomando una muestra aleatoria de cuatro foliolos por planta, localizados en la parte media de las frondas del estrato arbóreo medio. De acuerdo con Roda et al. (2012), este tipo de muestreo aleatorio estratificado proporciona buena estimación de la densidad poblacional de *R. indica* en plantas de cocotero. El conteo de ácaros se realizó con una lupa de 20X dirigida a la superficie abaxial de los foliolos seleccionados. Estos foliolos se etiquetaron para evaluaciones subsecuentes después de la aplicación de los tratamientos. De acuerdo con el número promedio de ácaros adultos encontrados por foliolo por planta, se formaron cuatro bloques de 20 plantas: el primer bloque de 69 a 113 ácaros adultos, el segundo de 124 a 162, el tercero de 179 a 239 y el cuarto de 254 a 739.

### Evaluación de tratamientos

Se evaluaron 19 tratamientos (Tabla 1) correspondientes a los acaricidas comerciales, los cuales se agrupan en 15 grupos toxicológicos diferentes de acuerdo con la clasificación del Comité de Acción de Resistencia a los Insecticidas (IRAC) (Sparks y Nauen 2015). Son productos químicos para uso agrícola y control de diferentes especies de ácaros fitófagos de frutales, hortalizas y ornamentales; todos con registro vigente en la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS 2015). Las dosis y frecuencias de aplicación se manejaron de acuerdo con las instrucciones de uso del producto. La aplicación de los acaricidas se realizó por aspersión manual con un atomizador con capacidad de 2 L (Marca Flo Master®), con una presión de salida de 1.1 Kg cm<sup>2</sup> y un gasto de 50 ml de solución por planta. Para evitar la contaminación por deriva, cada planta se asperjó por separado dentro de una estructura de plástico de 3 x 4 x 4 m de alto, largo y ancho. Luego de la aplicación, las plantas se colocaron a distancia de 3 x 3 m entre sí. En el tratamiento testigo se aplicó agua con pH de 6.5, misma que se

empleó para preparar las soluciones acaricidas.

La efectividad biológica de los acaricidas se valoró mediante el conteo de los ácaros adultos que permanecieron vivos a los 2, 7, 14 y 21 d después de la aplicación de los tratamientos. Los datos de evaluación se obtuvieron de cuatro foliolos por planta, provenientes de cuatro plantas por tratamiento, mismos que se evaluaron y etiquetaron antes de la aplicación del acaricida. Se consideraron como ácaros vivos aquellos ejemplares que mostraron movimientos al perturbarse por 5 s con un pincel No. 000 (Helle y Overmeer 1985).

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza por fecha de evaluación. El número de ácaros adultos vivos encontrados a los 2, 7, 14 y 21 d después de la aplicación de los tratamientos, se transformó a porcentajes con respecto al valor inicial de ácaros registrados antes de la aplicación. Pevio al análisis de varianza, los porcentajes se convirtieron a valores arcoseno  $y_{ij}^* = \arcsin \sqrt{y_{ij}/100}$  (Sokal y Rohlf 2012). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ). En ambos análisis se utilizó el programa estadístico SAS® versión 9.2 (SAS 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pevio a la aplicación de los acaricidas, la densidad promedio de ácaros vivos encontrados en las unidades experimentales fueron estadísticamente iguales entre sí ( $p = 0.18$ ) (Tabla 2). Se observaron diferencias estadísticas entre acaricidas ( $p < 0.05$ ), indicando la prueba de Tukey que cinco acaricidas proporcionaron los mejores porcentajes de control a los dos días de la aplicación, los cuales fueron bifentrina con 95.2% de efectividad, bifenazate con 87.5%, acequinocyl con 86.6%, spiromesifen con 83.7% y amitraz con 81.8%. Además de estos productos químicos, los acaricidas fenpyroximate, clorfenapir, azufre, clohidrato de formetanato, milbectina, propargite y fenazaquin tuvieron una efectividad de control del ácaro entre el 95 y 100% a los siete días después de la aplicación. Mientras que

**Tabla 1.** Características de los acaricidas comerciales evaluados contra *Raoiella indica* en Tabasco, México.

Ingrediente activo	Nombre comercial	Grupo toxicológico <sup>†</sup>	Modo de acción <sup>†</sup>	Dosis <sup>¶</sup> L <sup>-1</sup> de agua
Clorhidrato de formetanato	Dicarzol <sup>®</sup> 50 PS	Grupo 1A. Carbamatos	Inhibidor de la acetilcolinesterasa	1 g
Bifentrina	Talstar <sup>®</sup> 100 CE	Grupo 3A. Piretroides	Modulador del canal de sodio	0.4 ml
Abamectina	Abamectina <sup>®</sup> 1.8% CE	Grupo 6. Avermectinas, milbemicinas	Activador del canal de cloro	1 ml
Milbemectina	Koromite <sup>®</sup> 1% CE	Grupo 6. Avermectinas, milbemicinas	Activador del canal de cloro	1 ml
Clofentezine	Acaristop <sup>®</sup> 50 SC	Grupo 10A. Clofentezin, hexitiazox	Inhibidor del crecimiento de ácaros	0.4 ml
Hexitiazox	Savey <sup>®</sup> 50 PH	Grupo 10A. Clofentezin, hexitiazox	Inhibidor del crecimiento de ácaros	0.2 g
Propargite	Omite <sup>®</sup> 6 E	Grupo 12C. Propargite	Inhibidor de la ATP sintasa mitocondrial	2 ml
Clorfenapir	Sunfire <sup>®</sup> 2 CS	Grupo 13. Pirroles, dinitrofenoles, sulfuramida	Desacoplador de la fosforilación oxidativa vía interrupción del gradiente de protones	1 ml
Flufenoxuron	Cascade <sup>®</sup> 100 CD	Grupo 15. Benzoilureas	Inhibidor de la biosíntesis de la quitina, tipo 0	0.7 ml
Amitraz	Mitac <sup>®</sup> 20 CE	Grupo 19. Amitraz	Agonista de la octopamina	1.5 ml
Acequinocyl	Kanemite <sup>®</sup> 15 SC	Grupo 20B. Acequinocyl	Inhibidor del transporte de electrones en el complejo mitocondrial III	1 ml
Fenazaquin	Magister 200 <sup>®</sup> SC	Grupo 21A. Acaricidas e insecticidas METI	Inhibidor del transporte de electrones en el complejo mitocondrial I	1.5 ml
Fenpyroximate	Avolant <sup>®</sup>	Grupo 21A. Acaricidas e insecticidas METI	Inhibidor del transporte de electrones en el complejo mitocondrial I	1 ml
Spirodiclofen	Envidor <sup>®</sup>	Grupo 23. Derivados de los ácidos tetrónico y tetrámico	Inhibidor de la acetil CoA carboxilasa	1 ml
Spiromesifen	Oberon <sup>®</sup>	Grupo 23. Derivados de los ácidos tetrónico y tetrámico	Inhibidor de la acetil CoA carboxilasa	1 ml
Azufre	Sultron <sup>®</sup> 725	Inorgánicos	Desconocido o incierto	2.5 ml
Dicofol <sup>§</sup>	AK-20 <sup>®</sup>	Organoclorados <sup>ϕ</sup>	Modulador del canal de sodio <sup>ϕ</sup>	2 ml
Azadiractina	Progranik <sup>®</sup> Nimicide 80	Desconocido	Desconocido o incierto	2 ml
Bifenazate	Acramite <sup>®</sup> 50 WS	Desconocido	Desconocido o incierto	1.5 g

<sup>†</sup>Comité de Acción de Resistencia a los Insecticidas (IRAC) (Sparks y Nauen 2015).

<sup>¶</sup>Dosis de aplicación recomendado por el fabricante. De acuerdo con las instrucciones de uso, el tratamiento con azadiractina se repitió a los 7 y 14 días después de la primera aplicación, y el tratamiento con fenazaquin se repitió a los 10 y 20 días después.

<sup>§</sup>Uso restringido (COFEPRIS 2015).

<sup>ϕ</sup>Whalon et al. (2016).

los productos de menor efectividad fueron spiridiclofen y hexitiazox. Cabe mencionar, que la sola aplicación de agua corriente (tratamiento testigo) afectó de forma negativa la presencia de *R. indica*.

En general, a los 21 d después de la aplicación, todos los productos acaricidas evaluados mostraron potencial para utilizarse en el control de *R. indica*, proporcionando opciones para un programa de control químico en plantaciones de cocotero. Los estudios previos sobre este tema son escasos, pero de acuerdo con Rodrigues y Peña (2012), los acaricidas acequinocyl, milbemectina y spiromesifen también son efectivos para reducir

poblaciones de *R. indica* en plantaciones de cocotero; mientras que las aspersiones de abamectina, milbemectina y azufre fueron efectivos en plantaciones de cocotero y bananas. En bioensayos de laboratorio, con adultos de *R. indica* a la concentración letal al 90% (CL<sub>90</sub>) los acaricidas milbemectina, abamectina y fenpyroximate fueron más tóxicos que spiromesifen, clorfenapir y hexitiazox (De Asiss et al. 2013). Bajo la misma metodología de evaluación, con adultos de *R. indica* en Tabasco, México, los acaricidas fenazaquin, milbemectina, abamectina y dicofol fueron más tóxicos que propargite, clorhidrato de formetanato, azufre y bifentrina

**Tabla 2.** Efectividad biológica de acaricidas en poblaciones de *Raoiella indica* en plantas de cocotero híbrido (Alto del Pacífico x Enano Malayo) en Tabasco, México.

Tratamiento	Porcentaje promedio ( $\pm$ EE) de ácaros adultos vivos por folio <sup>†</sup>				
	1 DAT <sup>¶</sup>	2 DDT <sup>§</sup>	7 DDT <sup>§</sup>	14 DDT <sup>§</sup>	21 DDT <sup>§</sup>
Bifentrina	265.5 $\pm$ 83.1	4.8 $\pm$ 2.7 <sup>a</sup>	0.1 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	0.2 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
Acequinocyl	213.5 $\pm$ 64.1	13.4 $\pm$ 6.6 <sup>ab</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0.2 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>
Bifenazate	198.4 $\pm$ 44.1	12.5 $\pm$ 2.2 <sup>abc</sup>	0.4 $\pm$ 0.4 <sup>ab</sup>	1.8 $\pm$ 1.8 <sup>ab</sup>	0.2 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>
Spiromesifen	170.1 $\pm$ 40.3	16.3 $\pm$ 6.7 <sup>abcd</sup>	0.9 $\pm$ 0.6 <sup>ab</sup>	2.3 $\pm$ 1.9 <sup>abc</sup>	0.6 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>
Amitraz	196.6 $\pm$ 58.6	18.2 $\pm$ 7.4 <sup>abcd</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0.1 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>
Spirodiclofen	166.3 $\pm$ 37.4	20.6 $\pm$ 3.7 <sup>abcd</sup>	22.7 $\pm$ 9.6 <sup>cd</sup>	19.2 $\pm$ 4.7 <sup>abc</sup>	11.7 $\pm$ 4.9 <sup>a</sup>
Fenpyroximate	197.4 $\pm$ 65.1	20.6 $\pm$ 3.5 <sup>abcd</sup>	0 <sup>a</sup>	0.3 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	0.8 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>
Clorfenapir	264.2 $\pm$ 98.6	23.8 $\pm$ 4.8 <sup>abcd</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
Azufre	208.4 $\pm$ 64.2	25.1 $\pm$ 5.3 <sup>abcd</sup>	1.2 $\pm$ 1.2 <sup>ab</sup>	3.7 $\pm$ 1.9 <sup>abc</sup>	2.7 $\pm$ 1.5 <sup>a</sup>
Clorhidrato de formetanato	244.5 $\pm$ 97.9	25.2 $\pm$ 5.1 <sup>abcde</sup>	0.8 $\pm$ 0.8 <sup>ab</sup>	4.3 $\pm$ 3.6 <sup>abc</sup>	0.5 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>
Dicofol	209.3 $\pm$ 76.1	28.5 $\pm$ 5.1 <sup>bcde</sup>	5.9 $\pm$ 2 <sup>abc</sup>	0.3 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	0.3 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>
Azadiractina	187.9 $\pm$ 57.6	29.5 $\pm$ 7.8 <sup>bcde</sup>	14.6 $\pm$ 3.2 <sup>c</sup>	5.9 $\pm$ 2.8 <sup>abc</sup>	3.9 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>
Clofentezine	237.2 $\pm$ 96.0	32.2 $\pm$ 8.4 <sup>bcde</sup>	5.7 $\pm$ 2.2 <sup>abc</sup>	4.7 $\pm$ 1.8 <sup>abc</sup>	4.7 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>
Abamectina	187.2 $\pm$ 41.3	34.1 $\pm$ 6.9 <sup>bcde</sup>	6.2 $\pm$ 2.1 <sup>abc</sup>	4.1 $\pm$ 1 <sup>abc</sup>	0.7 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>
Milbemectina	209.7 $\pm$ 83.2	35.3 $\pm$ 10.8 <sup>bcde</sup>	1 $\pm$ 1 <sup>ab</sup>	11.7 $\pm$ 9 <sup>abc</sup>	5.6 $\pm$ 3.7 <sup>a</sup>
Hexitiazox	177.3 $\pm$ 41.3	36.9 $\pm$ 9.6 <sup>bcde</sup>	21.7 $\pm$ 8.1 <sup>cd</sup>	18.4 $\pm$ 5.6 <sup>bc</sup>	10.8 $\pm$ 6.5 <sup>a</sup>
Flufenoxuron	182.9 $\pm$ 38.0	39.6 $\pm$ 9.1 <sup>cde</sup>	9.3 $\pm$ 3.0 <sup>bc</sup>	4.2 $\pm$ 1.6 <sup>abc</sup>	5.6 $\pm$ 2.2 <sup>a</sup>
Propargite	283.8 $\pm$ 98.1	42.2 $\pm$ 15.5 <sup>de</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
Fenazaquin	230.9 $\pm$ 88.3	54.3 $\pm$ 13 <sup>e</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
Testigo (agua)	245.5 $\pm$ 98.4	43.1 $\pm$ 11.2 <sup>de</sup>	41.5 $\pm$ 13.6 <sup>d</sup>	71.0 $\pm$ 14.5 <sup>d</sup>	95.2 $\pm$ 16.6 <sup>b</sup>

<sup>†</sup> Basado en un área foliar de 70 cm<sup>2</sup>. DAT días antes del tratamiento. DDT días después del tratamiento. <sup>¶</sup> Promedios estadísticamente iguales con respecto al testigo (p = 0.18). <sup>§</sup> Promedios seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes (Tukey, p  $\leq$  0.05). Los datos originales fueron transformados a  $y_{ij}^* = \arcsin \sqrt{y_{ij}/100}$ .

(Sánchez-Vázquez et al. 2017). En general, los acaricidas que comparativamente fueron más tóxicos para los adultos de *R. indica* en condiciones de laboratorio (CL<sub>90</sub>) (Sánchez-Vázquez et al. 2017), no fueron los más efectivos en campo. Lo anterior, se puede deber a que la efectividad biológica en condiciones de campo no corresponde al comportamiento toxicológico observado bajo condiciones de laboratorio, ya que la determinación de laboratorio no considera las pérdidas por arrastre, fotodescomposición, termorregulación, escape del organismo, entre otros factores (Lagunes-Tejeda et al. 2009). En México, el uso de los acaricidas abamectina, azufre y spirodiclofen están autorizados de forma temporal para su uso en la campaña fitosanitaria contra *R. indica* (SENASICA 2015), los cuales mostraron una efectividad del 94, 99 y 77%, respectivamente, a los 7 d después del tratamiento.

El control químico de ácaros fitófagos es problemático, debido al alto potencial de desarrollo de resistencia (Whalon et al. 2008). En particular, el ácaro rojo *R. indica* tiene un ciclo de desarrollo corto y fecundidad alta con reproducción sexual

y asexual por partenogénesis arrenotóquica (Nageshachandra y Channabasavanna 1984, González y Ramos 2010); características biológicas que pueden acelerar el desarrollo de la resistencia en un corto plazo (Whalon et al. 2008). De acuerdo a Sawicki y Denholm (1987), el manejo de la resistencia a los plaguicidas es un conjunto de estrategias con la premisa básica de conservar la susceptibilidad a los plaguicidas, mediante uso racional y la restricción de tratamientos para prevenir la selección de individuos resistentes y, de este modo, prolongar la vida útil de los productos químicos. Por lo tanto, considerando los 12 productos acaricidas con mejor desempeño para el control químico de *R. indica* y de acuerdo con el orden de los grupos toxicológicos establecido por el IRAC (Sparks y Nauen 2015), se propone utilizar la secuencia siguiente: 1) clorhidrato de formetanato, 2) bifentrina, 3) milbemectina, 4) propargite, 5) clorfenapir, 6) amitraz, 7) acequinocyl, 8) bifenazate, 9) fenazaquin o fenpyroximate, 10) spiromesifen y 11) azufre elemental. En todo caso, es importante realizar una rotación o alternancia del uso de estos

acaricidas para el control químico de *R. indica* que permitirá prolongar la vida útil de estos productos (Whalon et al. 2008). En conclusión, los acaricidas bifentrina, acequinocyl, bifenazate, spiromesifen, amitraz, fenpyroximate, clorfenapir, azufre, clorhidrato de formetanato, milbemectina, propargite y fenazaquin fueron los más efectivos, al reducir más de 95% de las poblaciones de *R. indica* a los siete días después de la aplicación.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por el financiamiento del proyecto: Potencial de daño del ácaro rojo *Raoiella indica* en cultivares de plátano y efectividad de acaricidas para su control, Clave: UJAT-2013-IB-26.

## LITERATURA CITADA

- Carrillo D, Amalin D, Hoisen F, Roda A, Duncan RE, Peña EJ (2012) Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. *Experimental and Applied Acarology* 57: 271-289.
- COFEPRIS (2015) Búsqueda de registros de: plaguicidas y nutrientes vegetales. Secretaría de Salud. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. México. <http://189.254.115.250/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>. Fecha de consulta 10 de agosto de 2015.
- De Assis CPO, De Moraes EGF, Gondim MGC (2013) Toxicity of acaricides to *Raoiella indica* and their selectivity for its predator, *Amblyseius largoensis* (Acari: Tenuipalpidae: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 60: 357-365.
- Dekeyser MA (2005) Review acaricide mode of action. *Pest Management Science* 61: 103-110.
- Flechtmann CHW, Etienne J (2004) The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). *Systematic and Applied Acarology* 9: 109-110
- Fountain MT, Harris AL, Cross JV (2010) The use of surfactants to enhance acaricide control of *Phytonemus pallidus* (Acari: Tarsonemidae) in strawberry. *Crop Protection* 29: 1286-1292.
- González RAI, Ramos M (2010) Desarrollo y reproducción de *Raoiella indica* Hirst. (Acari: Tenuipalpidae) en laboratorio. *Revista Protección Vegetal* 25: 7-10.
- Helle W, Overmeer JPW (1985) Toxicological test methods. In: Helle W, Sabelis MW (eds) *Spider Mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier Science Publishing Company. Inc. USA. pp: 391-395.
- Kane EC, Ochoa R, Mathurin G, Erbe EF, Beard JJ (2012) *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): an exploding mite pest in the neotropics. *Experimental and Applied Acarology* 57: 215-225.
- Lagunes-Tejeda A, Rodríguez-Maciél JC, De Loera-Barocio JC (2009) Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones de artrópodos de México. *Agrociencia* 43: 173-196.
- Larios-Romero J, Hernández J (1987) Condiciones ambientales para la agricultura en el estado de Tabasco. *Revista de Geografía Agrícola* 1314: 33-42.
- Marcic D (2012) Acaricides in modern management of plant-feeding mites. *Journal of Pest Science* 85: 395-408.
- Nageshachandra BK, Channabasavanna GP (1984) Development and ecology of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) on coconut. In: Griffiths DA, Bowman CE (eds). *Acarology VI*. Vol. 2. John Wiley & Sons, NY, USA. pp: 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>. Fecha de consulta 14 de agosto de 2017.
- Polanco-Arjona CA, Osorio-Osorio R, Hernández-Hernández LU, Márquez-Quiroz C, De la Cruz-Lázaro E, Salinas-Hernández RM, Hernández-García V (2017) Colonization, Abundance, and Damage of *Raoiella indica* Hirst on Cultivars of *Musa* spp. at Tabasco, México. *Southwestern Entomologist* 42: 363-374.
- Roda A, Nachman G, Hosein F, Rodrigues JCV, Peña EJ (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: 291-308.
- Rodrigues JCV, Ochoa R, Kane EC (2007) First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) and its damage to coconut palms in Puerto Rico and Culebra Island. *International Journal Acarology* 33: 3-5.
- Rodrigues JCV, Peña EJ (2012) Chemical control of the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in banana and coconut. *Experimental and Applied Acarology* 57: 317-329.
- Sánchez-Vázquez E, Osorio-Osorio R, Hernández-Hernández LU, Hernández-García V, Márquez-Quiroz C, De la Cruz-Lázaro E (2017) Toxicidad de acaricidas para el ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Agrociencia* 51: 81-90.
- SAS (2009) SAS/STAT 9.2 User's Guide. Second Edition Cary, NC, USA. 7869p.
- Sawicki RM, Denholm L (1987) Management of resistance to pesticides in cotton pests. *Tropical Pest Management* 33: 262-272.
- SENASICA (2015) Acaro rojo de las palmas (*Raoiella indica* Hirst). Ficha técnica No. 14. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal, Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. 22p. [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1202-33/Ficha\\_Acaro\\_rojo\\_de\\_las\\_palmas\\_2015.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1202-33/Ficha_Acaro_rojo_de_las_palmas_2015.pdf). Fecha de consulta 9 de enero de 2017.
- SENASICA (2017) Acaro rojo de las palmas (*Raoiella indica* Hirst). Campañas y programas fitosanitarios. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección General de Sanidad Vegetal, Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/acaro-rojo-de-las-palmas-110890>. Fecha de consulta 14 de agosto de 2017.
- Sokal, RR and FJ Rohlf (2012) *Biometry*. Fourth Edition. W.H. Freeman and Co. New York, USA. 937p.
- Sparks TC, Nauen R (2015) IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 121: 122-128.
- Van Leeuwen T, Tirry L, Yamamoto A, Nauen R, Dermauw W (2015) The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 121: 12-21.
- Van Leeuwen T, Vontas J, Tsagkarakou A, Dermauw W, Tirry L (2010) Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 40: 563-572
- Whalon ME, Mota-Sánchez D, Hollingworth RM (2008) Analysis of Global Pesticide Resistance in Arthropods. In: Whalon ME, Mota-Sánchez D, Hollingworth RM (eds). *Global Pesticide Resistance in Arthropods*. CAB International. UK. pp: 5-31.

Whalon ME, Mota-Sánchez D, Hollingworth RM (2016) Arthropod Pesticide Resistance Database. <http://www.pesticideresistance.org/index.php>. Fecha de consulta 27 de enero de 2016.